

Расчет для кристалла с упругими силами взаимодействия для рассмотренного выше варианта дает  $\alpha_e = 0.352$  и  $0.327$ ,  $\alpha_n = 0.196$  и  $0.169$ ,  $\alpha_t = 0.119$  и  $0.169$ . Зависимость же коэффициентов аккомодации от потенциала газ — поверхность более сильная. Соответствующие значения коэффициентов аккомодации для варианта  $N_2$ -Fe, но с внешним потенциалом Ленна-Джонса, следующие:  $\alpha_e = 0.542$  и  $0.465$ ,  $\alpha_n = 0.282$  и  $0.203$ ,  $\alpha_t = 0.171$  и  $0.175$ .

Безусловно, определение количественных критериев справедливости гармонического приближения динамики решетки потребовало бы детального просчета по множеству параметров. Проведены были лишь контрольные варианты этих расчетов, из которых и следует приведенный выше качественный вывод. Учитывая, что время счета для ангармонической решетки намного больше, чем для гармонической, а результаты не столь существенно отличаются от имеющихся, представляется нецелесообразным количественное увеличение численных расчетов в этой области до тех пор, пока нет хороших полупирических потенциалов взаимодействия или надежных экспериментальных результатов для оправдания достаточно больших затрат машинного времени.

Поступила 5 IX 1969

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Л е о н а с В. Б. Об обмене энергией при столкновении частиц с твердой стенкой. ПМТФ, 1963, № 6.
2. П я р н п у у А. А. О столкновении атомов с кристаллической поверхностью. Ж. вычислит. матем. и матем. физ., 1967, т. 7, № 3.
3. Е р о ф е в А. И. Об обмене энергией и импульсом между атомами и молекулами газа и поверхностью твердого тела. ПМТФ, 1967, № 2.
4. Б а р а н ц е в Р. Г. Схема изолированного отражения атомов газа от твердой поверхности. В сб.: «Аэродинамика разреженных газов», Изд-во ЛГУ, 1965, стр. 253—271.
5. П я р н п у у А. А. О взаимодействии потока газа с твердой стенкой. Инж. ж., 1965, т. 5, вып. 3.
6. G o o d m a n F. O. The dynamics of simple cubic lattices 1. Applications to the theory of thermal accommodation coefficients. J. Phys. Chem. Solids, 1962, vol. 23, No. 9.
7. П я р н п у у А. А. О вычислении коэффициентов аккомодации. Инж. ж., 1965, т. 5, вып. 5.
8. Р ы ж о в Ю. А., С т р и ж е н о в Д. С. О взаимодействии атомов с поверхностью твердого тела. ПМТФ, 1967, № 4.
9. O m a n R. A., B o g a n A., W e i s e r G. H., L i C. H. Interaction of gas molecules with an ideal crystal surface, AIAA Journal, 1964, vol. 2, No. 10.
10. П я р н п у у А. А. К теории взаимодействия разреженного газа с поверхностью. ПМТФ, 1968, № 5.

#### ГАЗОСОДЕРЖАНИЕ ПЕННОГО СЛОЯ ПРИ ПОНИЖЕННЫХ ДАВЛЕНИЯХ

А. Н. Хозе, Ю. И. Шаров

(Новосибирск)

Приводятся некоторые результаты экспериментального исследования газосодержания пенного слоя. Опыты выполнены в колонне сечением  $50 \times 80$  мм<sup>2</sup> при давлении  $P = 0.1 \div 1.0$  бар,  $W = 0.5 \div 2.0$  м/сек,  $H = 140 \div 180$  мм. Газовой фазой во всех экспериментах был воздух, а жидкой фазой — вода, водные растворы этилового спирта и глицерина.

Установлено, что при понижении давления газосодержание пенного слоя значительно уменьшается, что приводит к возрастанию высоты исходного слоя жидкости  $h_0$ .

Получена формула газосодержания, согласующаяся с опытными данными с точностью  $\pm 10\%$ .

Как показали исследования [1-3], высокая эффективность работы теплообменных поверхностей в слое газо-жидкостной пены при относительно небольших расходах газа и жидкости определяет целесообразность создания компактных пенных теплообменников.

Для конструирования таких теплообменников необходимо знать среднее газосодержание пенного слоя, которое определяет высоту исходного слоя жидкости, обеспечивающую покрытие трубного пучка пеной при данной скорости газа в свободном сечении колонны  $W$ .

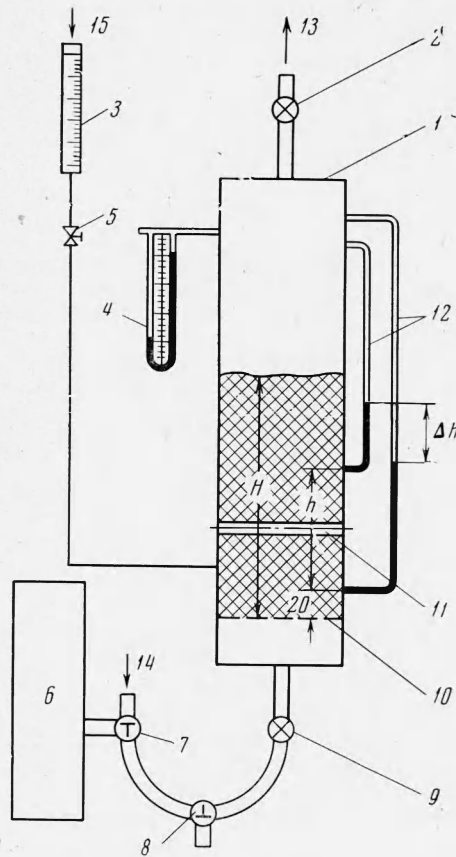
Для барботажного режима при давлении  $P = 1 \div 40$  бар такие закономерности и расчетные формулы в настоящее время имеются [2,4,5].

В этой работе приведены данные по исследованию газосодержания пенного слоя при развитом пенном режиме ( $W = 0.5 \div 2.0$  м/сек), давлениях от 0.1 до 1.0 бар и от-

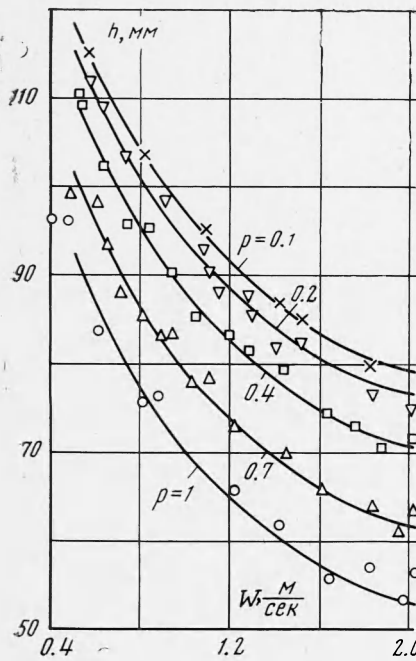
носителю небольших высотах пенного слоя (до 0.18 м). Газовой фазой во всех опытах был воздух, а жидкой фазой — вода, водные растворы этилового спирта ( $g_M = 40, 80\%$ ) и глицерина ( $g_M = 60, 80\%$ ).

Схема экспериментальной установки представлена на фиг. 1. Колонна 1 для визуализации процесса была выполнена из оргстекла (сечение колонны  $50 \times 80$  мм<sup>2</sup>, высота 500 мм, толщина стенки 10 мм).

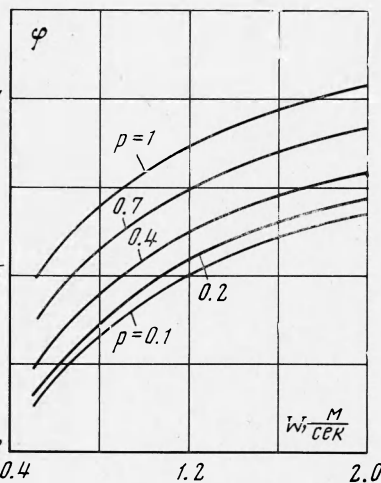
Пена образовывалась на перфорированной решетке 10 толщиной 2 мм ( $d_0 = 2$  мм,  $t = 6$  мм,  $S_0 = 8\%$ ). Вода 15 подавалась из мерного цилиндра 3 и регулировалась краном 5. При работе на пониженных давлениях расход воздуха в колонне поддерживался посредством вакуум-насоса 13. Регулирование осуществлялось кранами 2 и 9, давление измерялось ртутным дифференциальным манометром 4 (ДТ-50). Расход воздуха 14 определялся объемным способом. Давление в газогордере 6 поддерживалось равным атмосферному. Остальные детали схемы: 7 — трехходовой кран для измерения расхода воздуха, 8 — трехходовой кран для слива жидкости, 10 — перфорированная решетка, 11 — электрокалориметр, 12 — манометрические трубки.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Среднее газосодержание  $\Phi$  пенного слоя находилось по высоте пены  $H$  и исходному слою жидкости  $h_0$  [4]

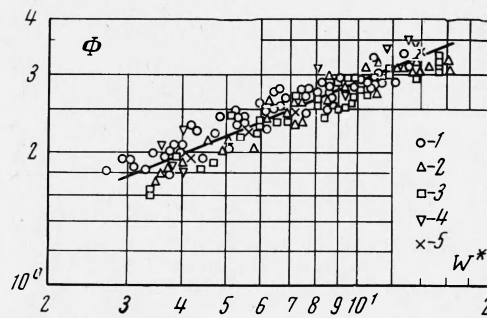
$$\Phi = 1 - h_0/H \quad (1)$$

На фиг. 2 и 3 представлены зависимости высоты исходного слоя жидкости и среднего газосодержания от давления и скорости газа в свободном сечении колонны для системы вода — воздух, при высоте пены  $H = 0.18$  м.

На фиг. 4 в параметрах

$$W^* = W \left( \frac{\rho' - \rho''}{g\sigma} \right)^{0.25}, \quad \Phi = \Phi \left( \frac{\rho'}{\rho''} \right)^{0.15} \left( \frac{\mu'}{\mu''} \right)^{0.1}$$

приведена корреляция опытных данных по газосодержанию для систем 1 (воздух — вода), 2 и 3 (воздух — водные растворы этилового спирта  $g_M = 40$  и  $80\%$  соответственно), 4 и 5 (воздух — водные растворы глицерина  $g_M = 60$  и  $80\%$  соответственно).

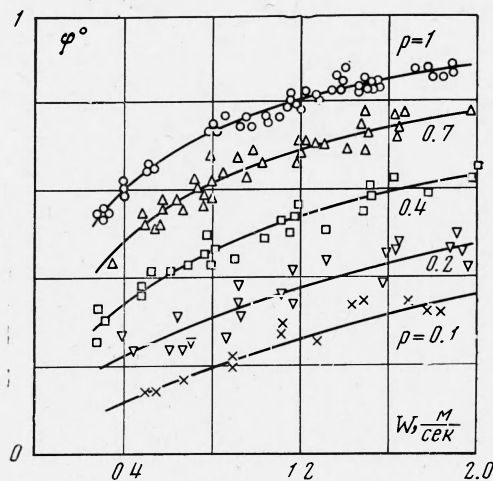


Фиг. 4

Ранее [5] была получена зависимость для газосодержания при барботажном режиме. В данной работе, используя методику [5] и введя член, учитывающий влияние вязкости фаз, для развитого пенного режима получена зависимость (2), которая обобщает опытные данные с точностью  $\pm 10\%$  (фиг. 4)

$$\Phi = 1.1 \left[ W \left( \frac{\rho' - \rho''}{g\sigma} \right)^{0.25} \right]^{0.4} \left( \frac{\rho'}{\rho''} \right)^{0.15} \left( \frac{\mu'}{\mu''} \right)^{0.1} \quad (2)$$

Аналогичная формула для барботажного режима была получена В. Н. Соколовым.



Фиг. 5

Исключение из формулы (2) отношения вязкостей приводит к увеличению разброса опытных данных до  $\pm 25\%$ .

Газосодержание  $\varphi_0$  в районе цилиндрического калориметра *11* (фиг. 1) определяется посредством манометрических трубок *12* [6,7]

$$\varphi_0 = \Delta h / h \quad (3)$$

где  $\Delta h$  — разность уровней жидкости в манометрических трубках,  $h$  — расстояние между центрами установки манометрических трубок.

Зависимость газосодержания  $\varphi_0$  от скорости газа в свободном сечении колонны для водо-воздушной системы, полученная при высоте пены  $H = 0.18$  м и разных давлениях в колонне, приведена на фиг. 5, откуда видно, что с понижением давления газосодержание пенного слоя существенно уменьшается.

Поступила 9 IX 1969

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Х о з е А. Н., Ш а р о в Ю. И. К вопросу теплообмена между нагретой цилиндрической поверхностью и газо-жидкостной пеной. *Вопр. радиоэлектроники, Сер. ТРТО*, 1968, № 1, стр. 84.
2. Т а р а т Э. Я., Х о з е А. Н., Ш а р о в Ю. И. Исследование теплообмена от пучка труб в слое пены. *Тепло- и массоперенос*. Минск, «Наука и техника», 1968, т. 4, стр. 336.
3. Х о з е А. Н., Ш а р о в Ю. И. Влияние тепловой нагрузки на теплоотдачу в пенном слое. *ПМТФ*, 1969, № 1.
4. П о з и н М. Е., М у х л е н о в И. П., Т у м а р к и н а Е. С., Т а р а т Э. Я. Пенный способ обработки газов и жидкостей. Л., Ленгосхимиздат, 1955.
5. К у т а т е л а д з е С. С., С т ы р и к о в и ч М. А. Гидравлика газо-жидкостных систем. М.—Л., Госэнергоиздат, 1958.
6. N o v o s a d Z., *Prevod tepla ve dvoufazovem systemu kapalnaplyn. Chemicke Listy*, 1954, vol. 48, No. 7.
7. J o s h i t o m e H i r o s h i, M a n n a m i Y o s h i t a k a, M u k a i K a z u h i r o, Y o s h i k o s h i N a r i m i t s u, K a n a z a w a T a k a k i Heat transfer in bubble beds Air — water system. *Kagaku Kōgaku, Chem. Engng Japan*, 1965, vol. 29, No. 1.

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВОБОДНОЙ КОНВЕКЦИИ НАД НАГРЕТОЙ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПРОВОЛОКОЙ

Ю. Н. Ляхов

(Пермь)

Приводятся результаты экспериментального исследования конвективного факела над тонкой горизонтальной проволокой, нагреваемой постоянным током в воздухе и воде. Температурное распределение в факеле исследовалось методом дифракционного интерферометра на теневом приборе ИАБ-451.

Результаты эксперимента хорошо согласуются с теорией ламинарной конвекции над линейным источником тепла. В случае опытов в воздухе производится сопоставление с экспериментальными результатами других авторов.

Теоретическому исследованию свободной ламинарной конвекции от линейного источника тепла посвящены работы [1-4]. Наиболее обстоятельными из них являются [3,4]. Почти одновременно с работой [4] были опубликованы два экспериментальных исследования плоского стационарного ламинарного конвективного факела в воздухе [5,6]. В работе [5] исследовались поля скоростей и температур для одного теплового режима. Поле скоростей исследовалось путем фотографирования запыленного потока в стробоскопическом освещении. Поле температуры измерялось по интерферограммам, полученным на интерферометре Маха — Цендера. В работе [6] подробно исследовано поле температуры плоского конвективного факела. Температурные измерения проводились с помощью термопарного зонда, перемещаемого в области факела. Результаты этих исследований обнаружили хорошее согласие с численным решением плоской задачи [3] для воздуха (число Прандтля  $P = 0.7$ ). Экспериментальных исследований конвекции от линейного источника тепла в капельной жидкости, по-видимому, не проводилось.