

технологической модели детали из параметрических функциональных модулей. С помощью методик можно: назначать вид компонентов (установочная, направляющая, опорная, двойная опорная и т. д.) комплекта операционных технологических баз; выработать рекомендации по оптимальному составу компонентов схемы установки; назначать маршрут обработки функциональных модулей и заготовок. Описаны источники сбережения ресурсов применения методик.

Summary

The theoretical fundamentals, formal techniques and exposition of software for system-structural simulation of synthesis of technological processes of manufacture of case details of machines are resulted on the basis of creation of informational - technological model of a detail from parametric functional modules. With the help of techniques is possible: to assign an aspect of components (setting, guiding, basic, resting, double guiding base and so on) package of operational technological bases; to work out the recommendations for optimum structure of components of the scheme of installation; to assign a route of handling of functional modules and preforms. The sources are circumscribed of the savings of resources of application of techniques.

УДК 66.021.3.

ПРОЦЕССЫ ПЕРЕНОСА В СТРУЙНЫХ АППАРАТАХ

Е.В. Сафронова, Г.Н. Абазев

УО "Полоцкий государственный университет"

Струйные аппараты (СА) получили достаточно широкое распространение в промышленности за счет простоты и надежности устройства, осуществляя эжекцию за счет энергии технологических потоков. Последние десятилетия СА используются в биотехнологии для осуществления процессов тепломассообмена в неоднородных средах, обычно суспензиях, без каких либо специальных контактных устройств с целью создания увеличенной поверхности контакта фаз и интенсификации процессов переноса. Если теория струйных аппаратов как эжекторов достаточно хорошо разработана, то методы расчета струйных аппаратов для тепломассообмена, рассмотренные в литературе, представлены весьма ограничено.

Эффективность тепломассообмена в струйных аппаратах определяется поверхностью контакта фаз S , развиваемой при струйном аэрировании, которая локализуется в зонах ввода аэрированных струй и формируется из однородных пузырьков газа диаметром 3-4 мм. В отличие от поверхности контакта фаз, образуемой при барботаже, где по высоте подъема пузырей они сливаются, снижая общую поверхность и резко уменьшая время пребывания в газожидкостном слое, поверхность контакта фаз при струйном аэрировании остается достаточно однородной во всем объеме аэрированной струи в зоне ее диссипации. Формирование межфазной поверхности в СА целиком определяется закономерностями аэрогидродинамики. Эффективность струйного аэратора характеризуется коэффициентом эжекции:

$$K_e = \frac{Q_e}{Q_{\text{ж}}}, \quad (1)$$

где Q_e - объем эжектируемого газа, м³/ч; $Q_{\text{ж}}$ - объем эжектирующей среды, м³/ч.

Известно, что K_e увеличивается с ростом скорости эжектирующей среды. Эффективная эжекция с $K_e > 1$ достигается при $Re > 10^5$. Попытка связать K_e с Re успеха

не имела. Данные при различных температурах (вязкостях) несущей среды не обобщались в единую зависимость. В режиме развитой турбулентности ($Re > 10^5$) силы трения зависят, главным образом, от турбулентной, а не от молекулярной вязкости. Критерием, определяющим эжекцию, становится число Маха:

$$M = \frac{W}{W_{\text{зв}}} \quad (2)$$

где W – скорость ж-ти, м/с; $W_{\text{зв}}$ – скорость звука в данной среде, м/с.

На рис. 1 представлена зависимость $K_e = f(M)$ для эжекционных сопел диаметром 5 и 8 мм и температур несущей среды 20-50°C.

Как видно из рис. 1, предельное значение коэффициента эжекции растет с уменьшением диаметра эжекционного сопла. Этот факт указывает на другую важную особенность природы эжекции – захват газа турбулизированной поверхностью струи. В этом случае эжекция должна быть пропорциональна отношению: $\frac{4}{d}$, т.е. возрастать с уменьшением диаметра сопла, что и видно из рис. 1.

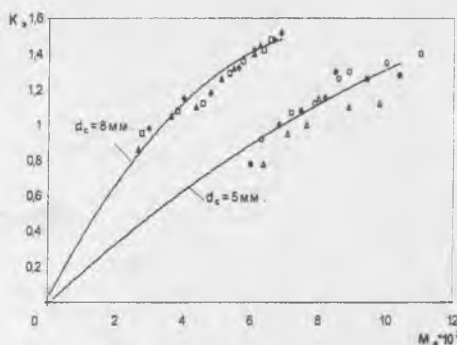


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента эжекции от числа Маха

Из приведенных данных следует, что наибольшей эффективностью должны обладать эжекторы с наибольшим отношением наружной поверхности к сечению. Такими эжекторами должны быть плоскоструйные. Переход к плоскоструйному азратору позволяет, при равных прочих условиях, увеличить коэффициент эжекции в несколько раз (с 3,2 для $d_c = 3 \text{ мм}$ до 12 для плоскоструйного азратора). Эжекционная камера всегда снижает эжекцию, но является в большинстве случаев реальной возможностью организовать циркуляцию свежего газа через струю. В этом случае, когда струя окружена постоянно обновляющимся газом, эжекционная камера не нужна. Перенос в СА определяется традиционным уравнением переноса:

$$G = K \cdot S \Delta \quad (3)$$

где G – количество переданного вещества или тепла в ед. времени; S – поверхность тепломассопереноса, м^2 ; Δ – движущая сила процесса переноса (определяется физико-химическими условиями равновесия); K_n – коэффициент переноса, отнесенный к единице поверхности. K_n – вычисляется по известным формулам для переноса в конкретной физической обстановке. Установлено, что:

$$S = \frac{S \cdot W_{\text{пуз}}}{Q_{\text{ж}}} = S_{\text{пуз}} \cdot \frac{A \cdot M^B}{1 + A \cdot M^B} \quad (4)$$

где S – поверхность контакта фаз, м^2 ; $W_{\text{пуз}}$ – скорость подъема пузырька, м/с ; $Q_{\text{ж}}$ – расход жидкости, $\text{м}^3/\text{с}$; M – число маха; A, B – коэффициенты.

Таким образом, используя соотношения (3) и (4) можно рассчитать процессы переноса в струйном аппарате для любой конкретной физической обстановки.

Струйные теплообменники, помимо признания, которое они уже получили в биотехнологии, могут в целом ряде случаев с успехом применяться как надежное энергосберегающее оборудование для охлаждения газов, конденсации паров и др.

Список использованных источников

1. Соколов Е. Я., Зингер Н. М. Струйные аппараты. М., 1960.
2. Яблокова М. А., Соколов В. М., Сугак А. В. //Междузвездный сб. науч. трудов, 1988. с.23-29.
3. Яблокова М. А., Соколов В. Н., Сугак А. В. //Теоретические основы химической технологии, 1988. Том XXII № 6 с.363-369.
4. Попкович Г. С. Системы аэрации сточных вод. М., 1986.
5. Мещеряков Н. Ф. Флотационные машины и аппараты. М., 1982.
6. Ohkawa A., Shikawa Y., Sakai N. // Chem. Eng. Japan, Vol.18, №2.1995 –p. 172-174.

Summary

Jet devices (Jd) have received enough wide circulation in the industry due to simplicity and reliability of the device, carrying out ejection due to energy of technological streams. If the theory of jet devices as ejector is well enough developed, methods of calculation of jet devices for heat-and-mass-transfer, considered in the literature, are submitted is rather limited.

Efficiency of heat-and-mass-transfer in jet devices is defined(determined) by a surface of contact of phases S , developed at jet aeration which is located in zones of input of aerated jets and is formed of homogeneous bubbles of gas in diameter of 3-4 mm.

Formation of an interphase surface in Jd is entirely determined by laws of aerohydrodynamics. The criterion determining ejection, becomes number of the Maha.

Other important feature of a nature of ejection is capture of gas created turbulence a surface of a jet.

The greatest efficiency should have ejections with the greatest attitude of an external surface to section. Such ejections should be plain jet. Carry in Jd is determined by the traditional equation of carry. Jet heat-and-mass-transfer devices, besides a recognition which they have already received in biotechnology, may in a lot of cases with success be applied as reliable energy-saving the equipment to cooling gases, condensation pairs etc.