

Принципиальные недостатки теории размерных цепей в частных случаях преодолеваются путем учета динамичности режимов и характера контактирования поверхностей, что привело к созданию отраслевых рекомендаций. В силу мало значащего статуса методических указаний и, соответственно, небольшой распространенности их существование практически не оказывает влияния на сложившуюся ситуацию в части научно-методического обоснования роли сборочных процессов в формировании выходных параметров узлов и изделий машиностроения.

Под действием сил закрепления или действующих нагрузок поверхности присоединяемой детали смещаются в пространстве. Поскольку податливостью обладают большинство деталей вследствие контактных, объемных, температурных деформаций и формирования избыточных связей при сборке, это свойство должно с необходимостью учитываться в размерных расчетах при высоких технических требованиях к точности положения, размера или движения.

Погрешности взаимного расположения поверхностей деталей при наличии избыточных связей влияют на формирование напряженно-деформированного состояния сборочной системы, поэтому реальные детали не могут даже в глубокой абстракции считаться абсолютно твердыми телами.

Упрощенный подход к решению задач размерного анализа сборки на основе стандартизованных методов во многих практических случаях приводит к значительным погрешностям, поэтому в ряде конкретных случаев производится уточнение методик путем введения понятий эксплуатационных, динамических, нежестких размерных цепей. Перечисленные явления свидетельствуют о необходимости корректирования подхода к использованию основных закономерностей «классической» теории размерных цепей: учету температурно-силовых условий выполнения сборочных операций, неопределенности и избыточности базирования деталей, условий эксплуатации для изделий с многопараметрическими выходными характеристиками.

Появление многочисленных частных приемов и методов сборки для безусловного обеспечения качественных показателей, разнообразие изделий машиностроения и условий эксплуатации являются следствием отсутствия единой методической основы в области сборочного производства. Длительность сроков доводки, недостаточное качество и надежность в эксплуатации многих изделий также являются следствием отсутствия единой целевой функции сборки, которая определяла бы качество сборки как качество функциональных параметров и роль сборки как определяющей стадии машиностроительного производства.

Моделирование процесса струйной аэрации жидкости

Фомин Д.П., Заславский Ю.А.

Дальневосточный государственный технический университет

Струйная аэрация жидкости очень широко применяется в промышленности, например, в устройствах для физико-химической и биологической очистки сточных вод, в декарбонизаторах, в щелевых деаэраторах, для обогащения полезных ископаемых, для интенсификации процессов теплообмена и в других технологических процессах.

Для оптимизации того или иного технологического процесса необходимо управлять механизмом струйной аэрации, влияя на фракционный состав газовой фазы аэрированной жидкости.

Универсальность данного способа аэрации заключается в том, что, не изменяя геометрических параметров струи можно регулировать количество подаваемого в жидкость воздуха в довольно широких пределах, путем изменения расхода жидкости через насадок, длины свободного участка струи, скорости струи. При этом средний диаметр диспергированных в жидкости пузырьков так же изменяется.

В результате проведенных опытов, а так же на основании работ других исследователей авторами построена математическая модель процесса аэрации воды незатопленной свободно падающей круглой струей.

Применение этой модели обеспечит возможность прогнозирования следующих параметров процесса струйной аэрации воды: глубина проникновения аэрирующей струи, размеры и форма факела пузырьков, количество эжектируемого воздуха и средний диаметр пузырьков.

Исходными данными для моделирования являются геометрические (высота, скорость и угол падения, диаметр), физические (температура и вязкость) и химические (содержание NaCl) характеристики аэрируемой жидкости.

Ниже приведены некоторые зависимости, использованные при моделировании.

Согласно В.Н. Русакову[1], глубина проникновения аэрирующей струи в жидкость растет с увеличением гидравлического радиуса насадка и выходной скорости струи и уменьшается при увеличении высоты свободного падения струи от $l_c \approx 0$ до $l_c \approx l_{cp}$, а при $l_c > l_{cp}$ не зависит от нее. Глубина проникновения водовоздушного факела определяется из формулы:

$$\frac{l_{\phi}}{R_0} = 15,5\sqrt[3]{Fr}$$

где Fr – чисто Фруда, приведенное к скорости истечения струи из насадка.

Г.С.Попкович и Б.Н.Репин[2] рекомендуют определять глубину погружения в жидкость воздушных пузырьков H_1 по формуле:

$$H_1 = 2,6(Vd_H)^{0,7},$$

где: V - скорость истечения струи, м/с;
 d_H - диаметр насадка, м.

Максимальный диаметр факела пузырьков D_ϕ примерно равен $0,4 l_\phi$ и незначительно зависит от числа Фруда по струе[3].

В.Е. Русаков[1] предлагает определять коэффициент аэрации α из выражения:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = 1,56 \cdot 10^{-6} X^{\frac{3}{4}} \left(\frac{l_c}{R_o} \right)^{\frac{3}{4}} \frac{1}{\sin \beta},$$

где l_c - высота свободного падения струи;

R_o - гидравлический радиус насадка;

X - безразмерный комплекс, равный $Re \sqrt{Fr}$ (приведенный к скорости истечения струи из насадка).

В.Г. Левич[4] предлагает следующее уравнение для определения среднего размера пузырьков воздуха:

$$R_n^m = R_n^{\frac{2}{3}} \left(\frac{\sigma_{z-ж}}{k\rho_{жс}} \right)^{\frac{3}{5}} \frac{1}{\nu^{\frac{6}{5}}} \left(\frac{\rho_{жс}}{\rho_z} \right)^{\frac{1}{5}},$$

где R_n - начальный характерный размер пузырька;

k - коэффициент сопротивления воздушных пузырьков;

ρ_z - плотность газа;

$\rho_{жс}$ - плотность жидкости;

ν - скорость однородного изотропного потока;

$\sigma_{z-ж}$ - поверхностное натяжение на границе газ-жидкость.

Из этого уравнения следует, что размер образующихся пузырьков уменьшается с ростом скорости потока почти обратно пропорционально.

Ю.А. Заславским и В.Ф. Богдановым[5, 6] были получены зависимости для морской воды:

Коэффициент эжекции :

$$K_s = 0,198 C_s^{1,477} Re^{0,161}, \text{ кг/кг};$$

Концентрация пузырьков воздуха в воде :

$$C_n = 2,014 \cdot 10^{-19} C_s^{0,564} Re^{2,811}, \text{ шт/см}^3;$$

где: Re - число Рейнольдса;

C_s - солесодержание, кг/кг.

Отмечено, что при аэрации морской воды средний диаметр пузырьков не превышает $75 \cdot 10^{-6}$ м[6].

На основании построенной математической модели, разрабатывается приложение для графической операционной среды Microsoft Windows, рассчитывающее основные параметры и позволяющее получить наглядное представление о процессе аэрации воды незатопленной свободно падающей круг-

лой струей через его визуализацию на дисплее компьютера.

Список использованных источников

1. Русаков В.Н. Исследование процесса аэрации струй, поступающих в нижний бьеф гидросооружений: Дис... канд. тех. наук / Русаков В.Н. – М. 1958. – 120 с.
2. Попкович Г.С. Системы аэрации сточных вод / Попкович Г.С., Репин Б.Н. – М.: Стройиздат, 1986. – 150 с.
3. Васильев Б.К. Аэрация объема жидкости при помощи незатопленной свободной струи: Дисс.. канд. техн. наук. / Васильев Б.К. Ленинградский инженерно-строительный институт. – Л., 1980, - 230 с.
4. Левич В.Г. Физико-химическая гидродинамика / Левич В.Г. - М.: Физматгиз, 1959. – 700 с.
5. Заславский Ю.А. Очистка морских нефтесодержащих вод в условиях Тихоокеанского бассейна / Заславский Ю.А., Богданов В.Ф. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1992. – 144 с.
6. Богданов В.Ф. Флотационная водоочистка с применением струйной аэрации / Богданов В.Ф., Евсева О.Я., Заславский Ю.А. - Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1991. – 52 с.

Использование центробежного сепаратора

Хурхесова Т.Е., Ханхасаев Г.Ф.

Восточно-Сибирский государственный технологический университет, Улан-Удэ

Разделение различных гетерогенных систем относится к технологическим процессам, применяемым в различных отраслях промышленности: например, при извлечении полезных компонентов входящих в гетерогенную систему или, наоборот, при удалении из нее нежелательных примесей. Разделение осуществляют различными способами, однако в подавляющем большинстве случаев наиболее эффективными для разделения жидкостных систем являются способы, основанные на использовании центробежной силы и получившие название центрифугальных процессов разделения.

К классу центрифуг относятся сепараторы, применяемые для обработки тонкодисперсных гетерогенных систем. Сепараторы позволяют осуществлять центробежное разделение жидкостей с наибольшей полнотой извлечения отдельных компонентов.

В связи с широким распространением сепараторов в молочной промышленности естественным является стремление к углубленному изучению в них процессов сепарирования, поиску путей повышения эффективности работы оборудования, совершенствования конструкций и обоснования теоретических основ процессов центробежного разделения.

На базе Восточно-Сибирского государственного технологического университета на кафедре «Машины и аппараты пищевой промышленности» был разработан и запатентован центробежный сепаратор.