

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

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

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

В.Е. Русаков[1] предлагает определять коэффициент аэрации  $\alpha$  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:

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

где  $R_n$  - начальный характерный размер пузырька;

$k$  - коэффициент сопротивления воздушных пузырьков;

$\rho_z$  - плотность газа;

$\rho_{ж}$  - плотность жидкости;

$\nu$  - 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.

ратор (патент РФ №16676932), который относится к технике разделения неоднородных сред – эмульсии и суспензии, и позволяет повысить производительность и упростить конструкцию.

При проведении исследований установлено, что состав и физико-химические свойства молочного жира влияют на степень обезжиривания молока. Предварительная механическая и термическая обработка молока (перекачивание, перемешивание, пастеризация и т.д.) негативно влияют на степень обезжиривания, так как при этом происходит дробление жировых шариков и частичное подсывание жира. Применение длительного хранения молока (при низких температурах) перед сепарированием приводит к повышению кислотности, вязкости, плотности молока и тем самым снижает степень его обезжиривания.

Степень обезжиривания также зависит от температуры молока. Оптимальной температурой сепарирования принято считать ( $35 - 45$  °C), более высокие температуры применяют только при получении высокожирных сливок. Повышение температуры сепарирования сопровождалось дроблением жировых шариков и вспениванием обезжиренного молока и сливок. Наличие пены отрицательно влияет на свойства сливок, вызывая коагуляцию белков и образование комочков жира, они формируются при разрушении пены из жировых шариков с нарушенной оболочкой. Слипанию жировых шариков способствует свободный жир, выделяющийся на поверхности шариков при повреждении оболочки. Количество свободного жира в сливках по сравнению с молоком увеличивается. Степень дестабилизации жира повышается с увеличением жирности сливок.

Менее интенсивное дробление жировых шариков наблюдается при сепарировании холодного молока ( $5 \pm 2$  °C). Однако сепарирование при низких температурах приводило к снижению производительности сепаратора, так как вязкость молока повышается.[5]

Использование предлагаемого образца центробежного сепаратора по сравнению с известными аналогами позволяет обеспечить следующие преимущества: упрощение конструкции благодаря отсутствию питающей трубы, кольцевой перегородки и отверстий в роторе для вывода легкой и тяжелой фаз; повышение пропускной способности ротора вследствие того, что каждая последующая кромка радиальных пластин захватывает исходной смеси больше предыдущей; регулирование качества разделения легкой и тяжелой фаз в зависимости от состава исходной смеси.

Производительность центробежного сепаратора составляет 1000 кг/ч, температура сепарирования ( $30 \pm 2$  °C), жирность обезжиренного молока при этом составляет 0,1 %.

Разработана технология производства низкожирного пастеризованного молока, технологическая схема которого исключает процесс нормализации за счет получения требуемой жирности молока при сепарировании. Продукт отличается лучшей хранимостью и более высокими органолептическими показателями.

### Методология проектирования комбинированных методов электрообработки материалов

Щербина В.И., Любимов В.В.

*Тульский государственный университет*

Современное машиностроение на первый план выдвигает развитие финишных методов обработки, способных обеспечить с высокой производительностью достижение заданных требований качества деталей.

Расширение технологических возможностей финишных методов механообработки заключается в применении комбинированных методов электрообработки (КМЭ). Для этого объединяют в одной операции два технологических воздействия: одно с локальной формой диспергирования (высокие точностные возможности), а другое – с интегральной формой диспергирования. Эту функцию выполняет электрохимическая обработка.

В основе КМЭ лежит объединение носителей двух форм энергии: механической и электромагнитной с различной плотностью энергии. Каждый конкретный метод представляет собой сложную систему, состоящую из подсистем: источники генерации энергии, инструментально-кинематической, рабочей среды и заготовки. Между подсистемами взаимодействуют энергетические потоки, изменяющие физико-химические свойства рабочей среды и приповерхностного слоя обрабатываемой заготовки, и осуществляющие диспергирование материала.

Взаимодействие энергетических потоков между подсистемами приводит к возникновению множества нестационарных явлений возникающих в локальных зонах поверхности заготовки. В технологическом плане основными из них являются: депассивационные, термокинетические, термомеханические, механотермические, механохимические, хемомеханические и фазовых превращений в рабочей среде межэлектродного пространства. Например депассивационное явление приводит к увеличению локальной скорости анодного растворения, хемомеханическое – изменяет механические свойства приповерхностного слоя и приводит к пластификации или к охрупчиванию, в зависимости от величины анодного потенциала и свойств рабочей среды. Каждое из этих явлений, в зависимости от плотности энергетических потоков исходных технологических воздействий и свойств подсистемы «рабочая среда-заготовка», оказывает влияние на локальную скорость диспергирования материала заготовки и изменение в ней парциальных долей исходных технологических воздействий.

КМЭ реализуются в различных технологических схемах обработки: электрохимического шлифования, электрохимического хонингования, электроэрозионно-электрохимической обработки, лазерно-электрохимической обработки и других схем. Взаимодействие подсистем приводит к формированию пространственно-временной гетерогенности поверхности заготовки и рабочей среды. Это приводит к диспергированию материала заготовки с различной скоростью по обрабатываемой поверхности