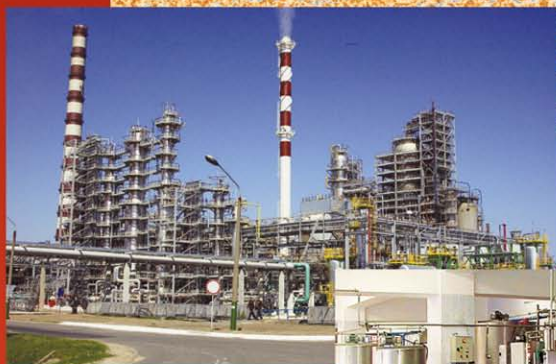


ВУЗ

студентам
высших
учебных
заведений

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Утверждено

Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений
по специальностям «Экономика и управление на предприятии»,
«Бухгалтерский учет, анализ и аудит», «Товароведение
и экспертиза товаров»

Под общей редакцией Д.П. Лисовской

УДК 658.51(075.8)
ББК 30.6я73
П80

Авторы: *Д.П. Лисовская, Е.В. Рощина, Л.А. Галун, Н.М. Кириленко*

Рецензенты: кафедра технологии пищевых производств Могилевского государственного университета продовольствия; доцент кафедры товароведения продовольственных товаров Белорусского государственного экономического университета, кандидат технических наук *Б.Е. Надин*

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или любой ее части не может быть осуществлено без разрешения издательства.

Производственные технологии : учебник / Д. П. Лисов-
П80 ская [и др.] ; под общ. ред. Д. П. Лисовской. — Минск :
Выш. шк., 2009. — 400 с.
ISBN 978-985-06-1711-8.

Рассматриваются естественные процессы производственных технологий, описываются технологии химической и нефтеперерабатывающей промышленности, технологии основных пищевых производств, даются сведения о прогрессивных технологиях: лазерной, ультразвуковой, мембранной, плазменной, элионной, электронно-лучевой, нанотехнологии, рассматриваются основные направления и перспективы научно-технического развития, включая вопросы экологической безопасности технологических процессов.

Для студентов экономических и товароведных специальностей вузов, аспирантов, магистрантов. Может быть использовано специалистами.

УДК 658.512(075.8)
ББК 30.6я73

ISBN 978-985-06-1711-8

© Издательство «Вышэйшая школа», 2009

Предисловие

Рыночная экономика требует от различных сфер материального и нематериального производства, повышения эффективности их деятельности на основе достижений научно-технического прогресса, эффективных форм управления. Качественно выполнить эту сложную работу можно после тщательного изучения процесса производства. Только осведомленный в этой отрасли специалист (коммерсант, экономист, товаровед) может объективно оценить результаты производства, дать полезные рекомендации по их улучшению.

Специалист должен иметь широкий кругозор, понимать научные принципы аппаратурно-технологических процессов, основные технико-экономические особенности работы оборудования и факторы, влияющие на ход процесса; уметь анализировать и выявлять резервы повышения интенсивности процессов с целью снижения расходных норм и себестоимости продукции.

Производство является базовым звеном, основой существования любого общества независимо от вида собственности. Технология и экономика – неотъемлемые части единого механизма воспроизводства условий существования общества, а технологическое развитие производства – база экономического роста.

Отдельные стадии технологических процессов базируются на фундаментальных законах и закономерностях химии, физики, экономической теории, социологии, экологии и других дисциплин. Это позволяет классифицировать производственные процессы по принципу аналогии и рассматривать однотипные процессы, а также методологию их проведения в специальной дисциплине «Производственные технологии». В этом курсе изучаются основные производственные процессы, типовые принципы работы.

Постепенное накопление знаний по отдельным производственным процессам потребовало объединения разрозненных сведений, что и привело к образованию самостоятельной дисциплины.

Изучение курса позволит получить представление о естественных процессах (гидрохимических, механических, тепловых, массообменных, физических, химических и биологических), технологии зерномучных товаров (мука, крупа, пищевые концентраты, хлеб, макаронные изделия), переработке картофеля, свежих овощей и плодов (сушка, замораживание, посол, квашение), крахмала и крахмалопродуктов, сахара, кондитерских товаров (шоколад, конфеты, мучные кондитерские товары), бродильных производств (этиловый спирт, водка, ликеро-водочные изделия, натуральные и специальные виноградные вина, пиво, безалкогольные и алкогольные напитки), растительных масел и маргарина, молочных продуктов (кисломолочные, сливочное масла, сыры), мясных продуктов (колбасные изделия и консервы), рыбных продуктов. Оно также дает возможность сформировать знания в области технологии химической и нефтеперерабатывающей промышленности, ознакомиться с основными направлениями и перспективами научно-технического прогресса, включая решение экологических проблем, автоматизации и информатизации производства. Из прогрессивных технологий в учебнике отражены технологии композиционных материалов, порошковой металлургии, электрофизические и электрохимические методы обработки сырья и материалов, лазерная, ультразвуковая, мембранная, радиационно-химическая, плазменная и элионная технологии, электронно-лучевая технология, технология керамических материалов, современная биотехнология, нанотехнология.

Курс состоит из следующих основных разделов.

□ Естественные процессы как основа производственных технологий.

□ Технологические схемы основных пищевых производств.

□ Основы технологии химической и нефтеперерабатывающей промышленности.

□ Научные основы производственных технологий.

В конце каждого раздела имеется краткий перечень вопросов.

Учебник подготовлен в соответствии с типовой программой дисциплины «Производственные технологии» и предназначен для студентов экономических и товароведных специальностей вузов.

Авторы

Введение

Общая характеристика курса

Производственные технологии основываются на использовании современных достижений науки и техники. Это требует привлечения знаний коммерсантов, товароведов-экспертов, экономистов самого высокого уровня. Только осведомленный в этой отрасли специалист может объективно оценить результаты производства, дать полезные рекомендации по их улучшению.

Специалист торговли должен иметь широкий кругозор, понимать научные принципы аппаратурно-технологических процессов, основные технико-экономические особенности работы оборудования и факторы, влияющие на ход процесса; уметь анализировать и выявлять резервы повышения интенсивности процессов с целью снижения расходных норм и себестоимости продукции.

Производство в экономике является базовым звеном, основой существования любого общества независимо от вида собственности. Технология и экономика — неотъемлемые части единого механизма воспроизводства условий существования общества, а технологическое развитие производства — база экономического роста.

Производственные технологии в большинстве своем сложны. Зачастую они представляют собой сочетание гидродинамических, тепловых, массообменных (диффузионных), биохимических, механических и других процессов. При разнообразии технологических процессов в промышленности многие из них являются общими для различных видов производств.

Отдельные стадии технологических процессов базируются на фундаментальных законах и закономерностях химии, физики, экономической теории, социологии, экологии и других дисциплин, что позволяет классифицировать производственные процессы по принципу аналогии и рассматривать однотипные процессы, а также методологию их проведения в специальной дисциплине «Производственные технологии».

В этом курсе изучаются основные производственные процессы, типовые принципы работы. Постепенное накопление знаний по отдельным производственным процессам потребовало объединения разрозненных сведений, что и привело к образованию самостоятельной дисциплины.

Целью изучения курса является получение знаний, позволяющих обеспечить наибольший выпуск конкурентоспособной продукции при наименьших затратах труда, времени, сырья, материалов и энергии.

Задача курса – дать представление о естественных процессах, основах технологии пищевых производств, ознакомить с прогрессивными технологиями, перспективами научно-технического развития, автоматизации производства. Важно уметь выявлять и изучать закономерности формирования, функционирования и развития производства.

Общественная потребность в товарах вызывает потребность в процессах их изготовления, т.е. в технологиях производства. Технологии производства требуют выполнения экономических видов деятельности, являющихся управленческим видом деятельности по отношению к технологии, основой, связывающей воедино естественные, технические и экономические науки.

Главная функция производства – обеспечение общества товарами и услугами. Производственный процесс изготовления продукта (товара или услуги) складывается из совокупности определенных материальных элементов, называемых *производственной системой*. Примерами производственных систем в сфере производства товаров могут служить промышленные организации; в сфере производства услуг – школы, университеты, больницы, театры и т.д.

Совокупность действий средств производства (оборудования) и людей по преобразованию сырья (предмета труда) в готовую товарную продукцию называется *производственным процессом*. Для обеспечения эффективного развития производственных процессов необходимо выявлять и изучать закономерности формирования и развития производства.

Для производства продукции выполняются как основные (функциональные), так и вспомогательные действия. К основным действиям относятся те действия, которые совершаются при преобразовании предмета труда в продукт, т.е. *технология производства*. Вспомогательными действиями являются опера-

тивное управление, учет, анализ, контроль деятельности, оплата труда и т.д.

Технологией производства управляет *экономическая деятельность*. Именно она способствует повышению качества и отдаче от используемой технологии. Следовательно, экономика и технология производства находятся в тесной взаимосвязи при производстве товаров.

Понятие и предмет технологии. «Технология» (от греч. *techne* – мастерство, искусство и *logos* – учение) в буквальном переводе является наукой (учением) о мастерстве, искусстве. Учитывая то, что мастерство нематериально, то для видоизменения сырья (материальный объект) в готовый продукт необходимо иметь схему этого процесса. Реализация программы производства осуществляется исходя из уровня мастерства людей при определенных трудозатратах.

Технология – наука, изучающая совокупность знаний (мастерства) о способах и средствах производственных процессов при обработке сырья и полуфабрикатов с целью получения готовой продукции.

В связи с созданием определенного материального продукта технология относится к материальным технологиям в отличие от социальных технологий, создающих нематериальные блага, оказывающих услуги (образование, культура и др.). В материальных технологиях велика роль машин, а в социальных – людей, их профессиональных качеств.

В задачи *предмета технологии как науки* входит изучение (анализ) содержания процессов производства товаров и услуг; взаимные внутренние связи между мастерством и трудозатратами; закономерности развития процессов производства на основе достигнутого уровня знаний человека. *Цель изучения*: обеспечение наибольшего выпуска качественных товаров при наименьших затратах.

Технология постоянно развивается в связи с тем, что потребности общества преобладают над возможностью их удовлетворения имеющимися средствами производства. Внедрение достижений науки в производство является источником развития технологии.

Технологические схемы производства товаров составляют с учетом принципов многочисленных фундаментальных и прикладных наук.

Технология является источником неограниченного развития производства и общества и может быть представлена упрощенной моделью связей (рис. 1.1).

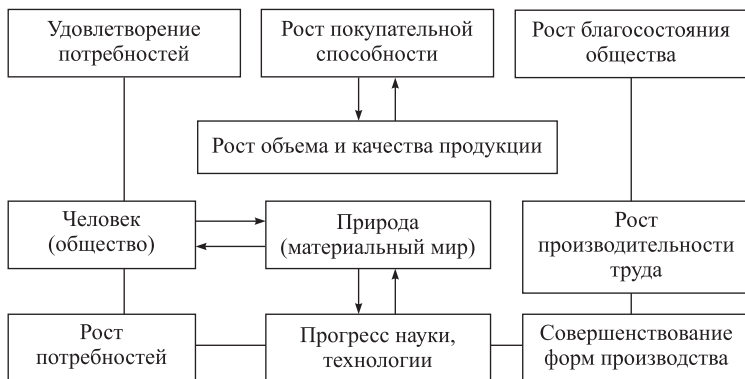


Рис. 1.1. Взаимодействие и связи в системе общественного производства

Технологический процесс представляет собой основную часть *производственного процесса*, когда исходное сырье в результате физического, механического и других воздействий превращается в пищевой продукт. При этом установлена строго определенная последовательность действий по созданию основной продукции, используя естественные (природные) процессы.

Под *основной продукцией* понимаются те продукты, для получения которых создано данное производство. По окончании технологического процесса основной продукт становится товарным, имеет нормативно-техническую документацию и цену.

В результате технологического процесса остаются *вторичные материальные ресурсы (ВМР)* — отходы производства и потребления, которые на данном этапе развития науки и техники могут быть использованы в народном хозяйстве в качестве дополнительного сырья (продукции). К вторичным материальным ресурсам не относятся возвратные отходы (повторно используемые в технологических процессах — источниках их образования без особой доработки), неизбежные технологические потери (от специфики технологии) и отбросы производства (сбросные шламы, грязь, неиспользуемые сточные воды и т.п.).

Технологические процессы описываются материальными и энергетическими балансами.

Материальный баланс отражает закон сохранения массы вещества в условиях производства. Масса сырья, поступившая для участия в технологическом процессе (ΣM_H), должна быть равна массе веществ (продуктов и отходов, отбросов), образовавшихся в результате технологического процесса (ΣM_K):

$$\Sigma M_H = \Sigma M_K + \Sigma M_{П.}$$

При этом учитываются неизбежные технологические потери ($\Sigma M_{П.}$) – безвозвратные потери производственных веществ (испарение, усушка, распыление, угар и т.п.). В условиях пищевой промышленности все эти потери строго нормируются.

На основании материального баланса определяют выход продукта, т.е. выраженное в процентах отношение полученного количества продукта к максимально возможному. Выход рассчитывают на единицу затраченного сырья. Материальный баланс составляют в единицах времени.

Энергетический баланс – это количественное выражение сохранения и превращения энергии в ходе осуществления технологического процесса.

Материальный и энергетический балансы составляются на единицу целевого продукта.

Разновидность энергетического баланса – тепловой баланс, который в общем виде отражается следующим образом:

$$\Sigma Q_H = \Sigma Q_K + \Sigma Q_{П.}$$

где Q_H – количество вводимой теплоты; Q_K – количество отводимой теплоты; $Q_{П.}$ – потери теплоты.

Вводимая в процесс теплота складывается из теплоты, поступающей с исходными материалами извне, и теплоты, возникающей в результате физических (например, экструзии) или химических превращений.

Параметры (показатели) технологического процесса условно подразделяют на следующие группы: частные, единичные и обобщенные.

Частные параметры позволяют сопоставить технологические процессы по выпуску одинаковой продукции по однотипной технологии. К ним относят: рецептурный состав исходного сырья, особенности использования оборудования, режимы проведения процесса (стерилизация, пастеризация, температура, давление) и т.д.

Единичные параметры позволяют сравнивать технологические процессы при выпуске одной и той же продукции с использовани-

ем разных технологий. К ним относят ресурсные показатели (материалоемкость, трудоемкость, энергетические затраты и др.), а также интегральный показатель (себестоимость продукции).

Обобщенные параметры позволяют сравнивать разные технологические процессы. К ним относят в первую очередь удельные затраты живого (человеческого) труда на единицу продукции и прошлого (овеществленного) машинного труда (в денежном выражении).

Качественную сторону технологического процесса отражает уровень технологии.

При разработке технологии производств учитываются не только условия протекания основных процессов, формирующих свойства и качественные показатели тех или иных продуктов, но и техника осуществления этих процессов, правила безопасности, экономическая целесообразность и т.д.

Технология считается *идеальной*, когда требуемые технологические действия выполняются, а затраты труда практически отсутствуют.

Историческими этапами развития систем технологических процессов являются следующие: кустарное производство, цеха ремесленников, мануфактурное производство, машинное производство, промышленные организации, объединения, комбинаты, отрасли народного хозяйства, концерны, наднациональные объединения.

На основе развития изобретательства, внедрения простейших механизмов, машин появились новые организационные формы, сочетающие цеховые и мануфактурные структуры — промышленные предприятия. На следующем этапе образуются структуры более высокого уровня — народнохозяйственный комплекс государства. В настоящее время технологические системы вышли за рамки государственных границ: образованы наднациональные объединения различных видов для решения общечеловеческих проблем.

Научные основы пищевой промышленности развиваются вместе с общим развитием научной и технической мысли. Всестороннее развитие науки о процессах и аппаратах получила в трудах А. Г. Касаткина, В. В. Кафарова, А. Н. Плановского, Н. И. Гальперина, А. С. Гинзбурга, Г. Д. Кафецкого, С. М. Гребенюка и др.

Основные направления научно-технического развития. Для развития промышленности характерны следующие тенденции: концентрация производства, механизация и автоматизация, рост производительности труда и повышение качества товаров.

В промышленности высокими темпами совершенствуется производство. Отдельные технологические операции выполняют непрерывно действующие поточные линии, в которых режимы и параметры процесса контролируются и регулируются автоматизированными устройствами и системами, включающими ЭВМ.

В осуществлении технического прогресса промышленность опирается на новейшие научно-технические разработки научных учреждений и организаций, обслуживающих различные отрасли индустрии. Научные исследования также ведутся в университетах и специализированных вузах.

Осуществлению технологических процессов способствует применение научных методов организации производства. Прирост выпуска товаров происходит в результате повышения производительности труда. Это достигается благодаря проведению комплекса мероприятий, обуславливающих технический прогресс в отраслях.

Неотъемлемой частью научно-технического прогресса является повышение качества и конкурентоспособности, особенно биологической ценности продуктов питания. В настоящее время решается задача достижения такого уровня производства основных пищевых продуктов на душу населения, при котором обеспечивалось бы рациональное питание, сбалансированное по незаменимым факторам. В пищевой промышленности определена тенденция на расширение ассортимента полуфабрикатов и готовых закусочных, первых, вторых и третьих блюд, особенно блюд быстрого приготовления, сухих завтраков. Расширяется выпуск продуктов детского и диетического питания, продуктов, предназначенных для различных групп населения.

Пищевые продукты вырабатываются из продуктов растениеводства и животноводства, имеющих сложный химический состав и строение. Сложны и технологические процессы превращения этого сырья в продукты питания. Высокое качество продовольственных товаров достигается благодаря применению современных методов обработки, основанных на законах физики и химии, механики и теплофизики, биохимии и микробиологии.

Наука о производственных технологиях призвана играть большую роль в интенсификации развития отраслей промышленности и тем самым способствовать удовлетворению потребностей населения в товарах.

1 ЕСТЕСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ КАК ОСНОВА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

1.1. Общие принципы классификации естественных процессов

Естественный процесс – это последовательные и закономерные изменения в системе (продукте, материале), приводящие к возникновению в ней новых свойств. Ряд приемов, проводимых для получения из исходного сырья продукта с заранее заданными свойствами, называют *технологическим процессом* (*технологией*). Для осуществления технологических процессов используются аппараты и машины.

Аппаратом называется устройство или приспособление, предназначенное для проведения того или иного технологического процесса (варочный котел, кипятильник и др.). *Машина* – это механизм (или сочетание механизмов и вспомогательных устройств), предназначенный для преобразования механической энергии в полезную работу. Технологические машины преобразуют форму, свойства и положение обрабатываемого материала (дробилка, резательная машина и др.).

При всем разнообразии технологических процессов в пищевых или химических производствах многие из них являются *общими* для различных производств. В любом производстве встречается, например, перемешивание, необходимое для обеспечения контакта между реагирующими веществами. В сахарном, ликеро-водочном, спиртовом и многих других производствах применяется выпаривание с целью повышения концентрации сухих веществ в растворах. Процесс сушки является завершающим этапом в производстве сухарей, макарон, сахара, многих кондитерских изделий, сухих молочных продуктов, овощей и фруктов, витаминов, влажного зерна и др. Во всех пищевых производствах применяются процессы охлаждения и нагревания. Однако имеются *специфические* процессы, присущие только данному виду производства. Они обусловлены целевым на-

значением. Например, нагрев продуктов при пастеризации или стерилизации предназначен для подавления или уничтожения жизнедеятельности микроорганизмов (используется в молочной и консервной промышленности); варка, жарка продуктов проводится с целью доведения их до готовности. Такие процессы, как брожение, характерны для спиртового или хлебопекарного производства, дефекация — для сахарного и др.

Многообразие технологических процессов, используемых в производственной деятельности, *с точки зрения их естественной (природной) сущности* условно можно разделить на три группы: физические, химические и биологические процессы. *Физические* процессы связаны с преобразованиями, при которых не происходит существенных изменений с химической структурой исходных веществ. *Химические* процессы обусловлены необратимыми изменениями химической структуры (формулы) исходных веществ и свойств. *Биологические* процессы связаны с использованием живых микроорганизмов с целью получения требуемых продуктов (традиционная биотехнология) или с воспроизведением в искусственных условиях процессов, протекающих в живой клетке (современная биотехнология).

Естественные процессы пищевой технологии *в зависимости от закономерностей их протекания* можно подразделить на ряд основных групп: гидромеханические, механические, теплообменные, массообменные, физические, биологические. *Гидромеханические процессы* — это процессы в жидкостных или газовых системах, скорость которых определяется законами механики и гидродинамики. Основой гидромеханических процессов является гидростатическое или гидромеханическое воздействие на сырье и материалы. К ним относят процессы транспортирования жидкостей и газов, разделения жидкостных и газовых систем, перемешивания в жидких средах, диспергирования, пенообразования и псевдооживления, отстаивания, фильтрования, центрифугирования и сепарирования. Движущей силой гидромеханических процессов является перепад давления.

Механические процессы — это процессы чисто механического взаимодействия тел. Они являются физическими процессами и связаны с преобразованием формы, положения, размеров, соотношения твердых тел в смесях. К ним относят процессы измельчения, резания, прессования, смешивания, сортирования неоднородных сыпучих систем и др. Механические процессы

описываются законами механики твердых тел, движущей силой которых является сила механического давления, или центробежная сила, разность усилий в различных точках обрабатываемого объекта.

Теплообменные процессы — это процессы, связанные с переносом теплоты от более нагретых тел (или сред) к менее нагретым. К ним относят процессы нагревания, пастеризации, стерилизации, охлаждения, конденсации, выпаривания и т.п. Скорость тепловых процессов определяется законами теплопередачи, их движущей силой является разность температур.

Массообменные, или диффузионные, процессы — это процессы, связанные с переносом вещества в различные агрегатные состояния из одной фазы в другую. К ним относят абсорбцию, адсорбцию, экстракцию, ректификацию и перегонку, сушку, кристаллизацию, растворение и др. Движущая сила разнообразных массообменных процессов представляет собой разность концентраций вещества в различных фазах.

Физические процессы — это процессы переработки пищевых продуктов, основанные на законах физики в сочетании с другими процессами. Так, гель-фильтрацию и обратный осмос можно отнести к гидромеханическим процессам. Особо следует рассмотреть обработку в электростатическом поле, электродиализные процессы.

Биологические процессы — это процессы, осуществляемые с помощью живых микроорганизмов и подчиняемые биологическим законам их жизнедеятельности. К таким процессам относят брожение, микробиологический синтез, ферментацию и т.п.

? Контрольные вопросы

1. Что такое естественный процесс?
2. Что вы понимаете под термином «технология»?
3. Какими терминами в технологии называют устройство, механизм?
4. Какие вы знаете примеры общих процессов в технологии пищевых производств?
5. Какие известны специфические процессы в технологии пищевых производств?
6. Каковы основные группы процессов в технологии пищевых производств?

1.2. Гидромеханические процессы

1.2.1. Характеристика дисперсных систем

Неоднородной, или гетерогенной, считается система, которая состоит из двух или нескольких фаз. Каждая фаза имеет свою поверхность раздела, которую можно механически разделить.

Неоднородная система состоит из дисперсной (внутренней) фазы и дисперсионной (внешней) среды, окружающей частицы дисперсной фазы.

Системы, в которых внешней фазой являются жидкости, называются неоднородными жидкими системами, а системы, в которых внешней фазой являются газы, — неоднородными газовыми системами. Гетерогенные системы часто называют дисперсными системами.

Различают следующие виды неоднородных систем: суспензии, эмульсии, пены, пыли, дымы, туманы.

Суспензия — это система, состоящая из жидкой дисперсионной фазы и твердой дисперсной фазы (например, соусы с мукой, крахмальное молоко, патока с кристаллами сахара). Суспензии в зависимости от размеров частиц делятся на грубые (размер частиц более 100 мкм), тонкие (0,1–100 мкм) и коллоидные (0,1 мкм и менее).

Эмульсия — это система, состоящая из жидкости и распределенных в ней капель другой жидкости, не смешивающейся с первой (например, молоко, смесь растительного масла и воды). Под действием силы тяжести эмульсии расслаиваются, но при незначительных размерах капель (менее 0,4–0,5 мкм) или при добавлении стабилизаторов эмульсии становятся устойчивыми, не способными к расслоению в течение продолжительного периода.

Увеличение концентрации дисперсной фазы может вызвать ее переход в дисперсионную фазу, и наоборот. Такой взаимный переход называется *инверсией фаз*.

Имеются газовые эмульсии, в которых дисперсионная среда — жидкость, а дисперсная фаза — газ.

Пена — это система, состоящая из жидкой дисперсионной фазы и распределенных в ней пузырьков газа (газовая дисперсная фаза) (например, кремы и другие взбитые продукты). Пены по своим свойствам близки к эмульсиям.

Для эмульсий и пен характерна инверсия фаз.

Пыли, дымы, туманы представляют собой аэрозоли. *Аэрозолями* называют дисперсную систему с газообразной дисперсионной средой и твердой или жидкой дисперсной фазой, которая состоит из частиц от квазимолекулярного до микроскопического размера, обладающих свойством находиться во взвешенном состоянии более или менее продолжительное время (например, мучная пыль, образуемая при измельчении зерна, просеивании, транспортировке муки; сахарная пыль, образуемая при сушке сахара, и др.). Дым образуется при сжигании твердого топлива, туман — при конденсации пара.

В аэрозолях дисперсионной средой является газ или воздух, а дисперсной фазой в пыли и дыме — твердые вещества, в туманах — жидкость.

Размеры твердых частиц пыли составляют 3–70 мкм, дыма — 0,3–5 мкм.

Туман — это система, состоящая из газовой дисперсионной среды и распределенных в ней капель жидкости (жидкая дисперсная фаза). Размер жидких капель, образовавшихся в результате конденсации в тумане, составляет 0,3–3 мкм. Качественным показателем, характеризующим однородность частиц аэрозоля по размеру, является *степень дисперсности*. Аэрозоль называют монодисперсным, когда составляющие его частицы имеют одинаковый размер, и полидисперсным при содержании в нем частиц разного размера. Монодисперсных аэрозолей в природе практически не существует. Лишь некоторые аэрозоли по размерам частиц приближаются к монодисперсным системам (гифы грибов, специально получаемые туманы и др.).

Дисперсные, или гетерогенные, системы в зависимости от количества дисперсных фаз могут быть *одно- и многокомпонентными*. Например, многокомпонентной системой являются молоко (имеет две дисперсные фазы: жир и белок); соусы (дисперсными фазами являются мука, жир и др.).

? Контрольные вопросы

1. Что является движущей силой гидромеханических процессов?
2. Как определяется понятие неоднородной системы?
3. Какие известны виды неоднородных систем?
4. В чем заключается отличие между суспензиями, эмульсиями и пенами и что у них общее?
5. В чем заключается отличие между пылью, дымом и туманом?
6. Какие виды неоднородных систем называют аэрозолями?

1.2.2. Перемешивание

Технологическое назначение перемешивания в жидкой среде разнообразно. Этот процесс применяют в пищевой промышленности для интенсификации химических, тепловых и массообменных процессов, а также для приготовления растворов, эмульсий и суспензий. При создании суспензий обеспечивается равномерность распределения твердых частиц в объеме жидкости, при образовании эмульсий и аэрации достигается равномерное распределение и дробление до заданных размеров частиц жидкости в жидкости или газа в жидкости. Процесс перемешивания используется для интенсификации нагревания или охлаждения обрабатываемых масс, интенсификации массообмена (растворение и др.).

Способы перемешивания определяются агрегатным состоянием перемешиваемых материалов и целью перемешивания.

Основными показателями, характеризующими процесс перемешивания, являются интенсивность и эффективность перемешивания, а также расход энергии на проведение процесса. *Интенсивность перемешивания* определяется количеством энергии, вводимой в единицу объема перемешиваемой среды за единицу времени, т.е. временем достижения заданного технологического процесса при минимальных энергетических затратах.

Технологический эффект процесса перемешивания, или *эффективность перемешивания*, является характеристикой качества процесса. Эта характеристика выражается по-разному, в зависимости от технологического назначения перемешивания.

При применении перемешивания *для интенсификации тепловых, диффузионных и биохимических процессов* эффективность перемешивания характеризуется отношением коэффициентов скорости процессов при перемешивании и без перемешивания.

Эффективность перемешивания и смешивания жидких, пластичных, сыпучих сред оценивается степенью однородности получаемой смеси.

При применении перемешивания в процессах получения суспензий или эмульсий эффективность этого процесса можно характеризовать равномерностью распределения фаз в них. Равномерность распределения фаз может изменяться от 0 до 1 (при несмешивании равномерность равна 0, при полном смешивании — 1). При получении эмульсий эффективность перемешивания также характеризуется размером образующихся

частиц дисперсной фазы. Для конкретных процессов могут быть приняты различные решения в отношении используемых методов оценки эффективности перемешивания.

Для *перемешивания жидких сред* используют следующие способы: пневматический, циркуляционный, статический, механический.

Пневматическое перемешивание осуществляется путем пропускания сжатого газа (обычно воздуха) через слой перемешиваемой жидкости. В качестве перемешивающих устройств в аппаратах используют газораспределительные решетки, пористые пленки, трубы, барботеры или эрлифты.

Барботер представляет собой трубу (либо их систему) с отверстиями, свернутую в кольцо или спираль, по которой пропускается сжатый воздух. Пузырьки сжатого газа, равномерно поднимаясь вверх через жидкость, перемешивают ее.

Эрлифт (воздушный подъемник) действует за счет сжатого газа, поступающего в нижнюю часть аппарата и образующего там воздушно-водяную смесь, плотность которой меньше плотности воды.

Пузырьки воздуха, двигаясь по центральной трубе, расширяются вследствие уменьшения давления, а скорость воздушно-водяной смеси увеличивается. При этом смесь сыпучего материала с водой поднимается на требуемую высоту и выводится из аппарата. При необходимости цикл повторяется.

Пневматическое перемешивание рекомендуется применять для вступления газа (кислорода воздуха) в химическую реакцию с жидкостью.

Пневматическое перемешивание сжатым инертным газом или воздухом используют в тех случаях, когда перемешиваемая жидкость обладает высокой коррозионной активностью и быстро разрушает механические мешалки. Перемешивание сжатым газом — процесс малой интенсивности и требует больших, чем при механическом перемешивании, затрат энергии.

Циркуляционное перемешивание производится многократным прокачиванием жидкости через систему «аппарат (смеситель) — циркуляционный насос — аппарат (смеситель)». Интенсивность перемешивания обеспечивается кратностью циркуляции, т.е. отношением подачи циркуляционного насоса в единицу времени к объему жидкости в аппарате.

Статическое смешивание используется для жидкостей невысокой вязкости, а также для газа с жидкостью; осуществляется

в статических смесителях за счет кинетической энергии жидкостей или газов.

Статические смесители могут быть со вставками (последовательно встык) элементов из разнозакрученных пластин нержавеющей стали. При увеличении вязкости жидкости число пластин также увеличивается. Эти смесители применяются для газа и жидкости. Для получения эмульсий жирофосфатидной смеси в обезжиренном молоке (заменитель цельного молока) используется вихревой статический смеситель. При таком способе смешивания эмульсия с размером частиц до 3 мкм не расслаивается в течение суток.

Потоки могут смешиваться на диафрагмах со смещенными отверстиями, рассекателях, полуперегородках. Поточное перемешивание требует затраты большого количества энергии и применяется в случае взаимной растворимости и низкой вязкости компонентов.

Механическое перемешивание используется для интенсификации гидромеханических процессов (диспергирования), тепло- и массообменных, биохимических процессов в системах «жидкость — жидкость», «газ — жидкость» и «газ — жидкость — твердое тело». Осуществляется оно с помощью мешалок различного типа: лопастных, рамных, якорных, листовых, шнековых пропеллерных, турбинных, специальных (для сыпучих и пластичных масс).

Лопастные мешалки с наклонными (к плоскости вращения) лопастями применяют при перемешивании суспензий, содержащих твердые частицы, скорость осаждения которых невелика. При работе таких мешалок усиливаются вертикальные токи жидкости, что способствует подъему твердых частиц со дна аппарата. Лопасти в лопастных мешалках могут быть различной конфигурации: двух-, трех-, шестилопастные.

При перемешивании лопастными мешалками достаточно густых жидкостей основная масса жидкости вращается вместе с лопастями, в связи с чем эффективность процесса очень незначительна. С целью увеличения эффективности перемешивания в аппарате устанавливают режущие приспособления, неподвижные перегородки. Это усиливает турбулизацию потока, улучшает условия перемешивания. Однако мешалки при этом потребляют больше энергии, а при очень большой вязкости жидкости у перегородок могут образовываться застойные зоны.

Содержание

Предисловие	3
Введение	5
1. ЕСТЕСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ КАК ОСНОВА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	12
1.1. Общие принципы классификации естественных процессов	12
1.2. Гидромеханические процессы	15
1.2.1. Характеристика дисперсных систем	15
1.2.2. Перемешивание	17
1.2.3. Диспергирование	22
1.2.4. Пенообразование и псевдооживление	24
1.2.5. Центрифугирование	27
1.2.6. Фильтрация	29
1.2.7. Разделение газовых неоднородных систем	34
1.3. Механические процессы	42
1.3.1. Измельчение и резание	42
1.3.2. Прессование	49
1.3. Смешивание и сортирование	53
1.4. Тепловые процессы	58
1.4.1. Способы тепловой и холодильной обработки	61
1.4.2. Виды теплообмена	63
1.4.3. Пастеризация и стерилизация	66
1.4.4. Выпаривание	68
1.4.5. Варка и обжаривание	73
1.4.6. Охлаждение, замораживание и размораживание	75
1.5. Массообменные процессы	85
1.5.1. Понятие массообменного процесса	85
1.5.2. Экстракция	85
1.5.3. Абсорбция, десорбция и адсорбция	91
1.5.4. Перегонка и ректификация	96
1.5.5. Сушка	102
1.5.6. Кристаллизация и растворение	111
1.6. Мембранная технология. Электрофизические процессы в технологии	116
1.6.1. Мембранные технологии	116
1.6.2. Электрофизические процессы в технологии	123
1.7. Биологические процессы в технологии	125
1.7.1. Брожение (ферментация)	125
1.7.2. Микробиологический синтез и ферментация	130
1.8. Химические процессы в технологии	134

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ОСНОВНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ	144
2.1. Технология производства зерномучных продуктов	144
2.1.1. Основы производства муки	144
2.1.2. Понятие о помоле зерна и выходах муки	145
2.1.3. Производство крупы	151
2.1.4. Производство зерномучных концентратов	156
2.1.5. Производство хлеба	159
2.1.6. Технология выработки макаронных изделий	164
2.2. Технология переработки картофеля, свежих овощей и плодов	170
2.2.1. Сушка свежих овощей и плодов	170
2.2.2. Замораживание овощей и плодов	174
2.2.3. Посол, квашение плодов и овощей	178
2.2.4. Изготовление плодоовощных консервов	181
2.3. Производство крахмала и крахмалопродуктов	185
2.3.1. Схема производства картофельного крахмала	185
2.3.2. Производство крахмальной патоки	186
2.4. Технологическая схема производства сахара	189
2.4.1. Технология получения сахара-песка из сахарной свеклы	189
2.4.2. Технология получения сахара-рафинада	192
2.5. Технология производства кондитерских изделий	195
2.5.1. Производство шоколада	195
2.5.2. Технология производства конфет	200
2.5.3. Технология производства карамели	203
2.5.4. Основы производства мучных кондитерских изделий	206
2.6. Технология производства продуктов брожения	209
2.6.1. Производство этилового спирта	209
2.6.2. Особенности приготовления водки, ликеро-водочных напитков	214
2.6.3. Технологические схемы приготовления виноградных вин	216
2.6.4. Технология производства пива	228
2.6.5. Производство слабоалкогольных и безалкогольных напитков	233
2.7. Технология производства растительных масел и жиров	241
2.7.1. Производство растительных масел	241
2.7.2. Производство гидрированных жиров	244
2.8. Технология производства молочных продуктов	249
2.8.1. Технология производства кисломолочных продуктов	249
2.8.2. Технологические схемы производства сливочного масла ...	254
2.8.3. Основные технологии выработки сыров	261

2.9. Основы технологии производства мясных продуктов	266
2.9.1. Технология производства колбасных изделий	266
2.9.2. Технология производства мясокопченых изделий	274
2.9.3. Технология производства мясных консервов	275
2.10. Технология производства рыбных продуктов	277
2.10.1. Технология обработки рыбы	277
2.10.2. Рыбные кулинарные изделия и полуфабрикаты	287
2.10.3. Икра	288
2.10.4. Консервы и пресервы рыбные	289
2.10.5. Продукты из нерыбных объектов промысла	291
3. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ХИМИЧЕСКОЙ И НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	294
3.1. Общие сведения о химической технологии	294
3.2. Основы технологии производства минеральных удобрений	295
3.3. Основы технологии переработки топлива	304
4. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	310
4.1. Экологические проблемы технологического прогресса	310
4.1.1. Общая характеристика изменений в окружающей среде ...	310
4.1.2. Современные технологии переработки сырья и материалов	314
4.1.3. Основы безотходной технологии в пищевой промышленности	317
4.2. Прогрессивные технологии автоматизации и информатизации производства	323
4.2.1. Общие сведения об автоматизированных системах управления (АСУ ТП), их роль в обеспечении комплексной автоматизации и компьютеризации производства	323
4.2.2. Основы гибкой автоматизированной технологии	327
4.2.3. Основы робототехники и робототехнологии	330
4.2.4. Основы роторной технологии обработки изделий	333
4.2.5. Основы информационной технологии в управленческой и проектно-конструкторской деятельности	334
4.3. Прогрессивные технологии производства и обработки новых конструкционных материалов и изделий	338
4.3.1. Электронно-лучевая технология	338
4.3.2. Лазерная технология	339
4.3.3. Основы мембранной технологии и области ее применения	345
4.3.4. Технология порошковой металлургии	350
4.3.5. Основы технологии композиционных материалов	354
4.3.6. Керамические композиционные материалы	361

4.3.7. Электрофизические и электрохимические методы обработки изделий	363
4.3.8. Основы ультразвуковой технологии и области ее применения	370
4.3.9. Основы радиационно-химической технологии	375
4.3.10. Основы плазменной и эионной технологии	379
4.3.11. Общие сведения о нанотехнологии	382
4.3.12. Современная биотехнология, сущность, области использования	385
Литература	396

Учебное издание

Лисовская Дина Петровна
Рощина Елена Васильевна
Галун Людмила Александровна
Кириленко Наталья Михайловна

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Учебник

Редактор *П.И. Новодворский*. Художественный редактор *В.А. Ярошевич*. Технический редактор *М.В. Бригер*. Корректоры *Е.З. Липень, Т.К. Хваль, В.П. Шкредова*.
 Компьютерная верстка *Н.В. Шабуня*.

Подписано в печать 21.09.2009. Формат 84×108/32. Бумага офсетная. Гарнитура «Нimbus».
 Офсетная печать. Усл. печ. л. 21. Уч.-изд. л. 23,03. Тираж 2000 экз. Заказ 2976.

Республиканское унитарное предприятие «Издательство “Вышэйшая школа”».
 ЛИ № 02330/0494062 от 03.02.2009. Пр. Победителей, 11, 220048, Минск.
<http://vshph.com>

Филиал № 1 открытого акционерного общества «Красная звезда».
 ЛП № 02330/0494160 от 03.04.2009. Ул. Советская, 80, 225409, Барановичи.