

заводов и конструкторских бюро исследовательских институтов. В дальнейшем развитие химической промышленности и увеличение объема проектных работ вызвало специализацию отдельных групп: технологов, строителей и т.д. Затем были созданы комплексы, куда вошли отраслевые научно-исследовательские, проектные и строительно-монтажные организации [1].

Проектирование производств химической и смежных с ней отраслей промышленности представляет собой сложный, многообразный и трудоемкий процесс, который необходимо рассматривать как совокупность целого ряда социально-организационных и инженерно-технических стадий. Такой системный подход к решению проектных задач обеспечивает высокий социально-экономический уровень функционирования промышленных объектов. Этот подход выработан в процессе развития проектного дела [2].

В предлагаемом учебном пособии приведены сведения об организации и общих принципах проектирования промышленных предприятий, основных строительных материалах, конструктивных элементах зданий, методах автоматизированного проектирования; рассмотрены особенности проектирования химических предприятий, в том числе целлюлозно-бумажных, лесохимических, биотехнологических и нефтеперерабатывающих предприятий. Оно предназначается для использования в учебном процессе подготовки бакалавров по следующим направлениям:

15.03.02 – «Технологические машины и оборудование» (профиль Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов);

18.03.01 – «Химическая технология»;

19.03.01 – «Биотехнология»;

24.04.06 – «Химическая технология переработки древесины».

Профессиональные компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Проектирование предприятий»:

– способен участвовать в разработке технологических проектов в составе авторского коллектива;

– готов использовать современные системы автоматизированного проектирования;

– способен проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива;

– способен обеспечить выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда.

Список литературы

1. Беркман Б.Е. Основы технологического проектирования производств органического синтеза. – М.: Химия, 1970. – 368 с.

2. Дворецкий С.И., Кормильцин Г.С., Калинин В.Ф. Основы проектирования химических производств: учебное пособие. – М.: Изд-во «Машиностроение-1», 2005. – 280 с.

МАШИНЫ И АППАРАТЫ МАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ (учебное пособие)

Сарилов М.Ю., Тягушев П.М.

ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре
государственный технический университет»,
Комсомольск-на-Амуре, e-mail: sarilov@knastu.ru

Массообмен осуществляется в результате хаотичного движения молекул. Включает массоотдачу (перенос вещества от границы раздела в глубь фазы) и массопередачу (перенос вещества из одной фазы в другую через поверхность раздела фаз). Различают эквимолярный массообмен (напр., ректификация), при котором через поверхность раздела фаз в противоположных направлениях переносится одинаковое количество компонентов, и неэквимолярный (напр., абсорбция). Массообмен лежит в основе разнообразных процессов разделения и очистки веществ, объединяемых в класс массообменных процессов. Многие тепловые процессы, такие, как прокаливание, конденсация, выпаривание, испарение – сопровождаются массообменом. При проведении химических процессов массообмен определяет скорость подвода вещества в зону реакции и удаления продуктов реакции. В большинстве случаев в массообмене участвуют две или более фаз, в которых концентрации целевого компонента при равновесии различаются. При взаимодействии двух фаз в соответствии со вторым началом термодинамики их состояние изменяется в направлении достижения равновесия, которое характеризуется равенством температур и давлений фаз, а также равенством химических потенциалов каждого компонента в сосуществующих фазах.

Массообмен осуществляется также под действием градиентов электрических потенциалов (при электрофорезе, в электрохимических процессах), температуры (например, в термодиффузионной колонне для разделения изотопов) и другого. Однако на практике движущую силу массообмена обычно выражают через градиент концентраций, что значительно упрощает связь между скоростью процесса и составом технологических потоков. В ряде случаев использование концентрации движущей силы можно обосновать теоретически.

Учет условий существования данного количества фаз и законов распределения компонентов в них, определяемых фаз правилом и законами равновесия, необходимо для понимания и анализа любого процесса массообмена. Термодинамическая теория фазовых равновесий разработана достаточно хорошо, хотя для практических расчетов, когда это возможно, в ряде случаев надежнее использовать экспериментальные данные, приводимые в справочной литературе. Условия контактирования фаз в процессах массообмена исключительно

разнообразны. Так, при дистилляции в непосредственном контакте находятся насыщенный пар и кипящая жидкость, что способствует переносу менее летучих компонентов из пара в жидкость и более летучих – из жидкости в пар. В процессах адсорбции газовая или жидкая смесь разделяется в результате предпочтительной сорбции одного из компонентов на поверхности твердого адсорбента. Кристаллизацию используют для выделения кристаллизующейся твердой фазы из резервуара путем создания условий перенасыщения по нужному компоненту. Мембранные процессы разделения основаны на способности некоторых тонких пленок или пористых перегородок пропускать одни соединения и задерживать другие. Операции сушки зависят от переноса как жидкости, так и пара внутри твердого тела и затем пара в осушающий газ. Все эти процессы, а также ионный обмен, сублимация и др. объединяются общими кинетическими закономерностями, определяющими скорость межфазного переноса массы. Последняя зависит от скорости молекулярной диффузии в неподвижной среде и скорости конвективной диффузии – в движущейся среде, а также от специфических условий на границе раздела фаз.

Массообменные процессы играют важную роль при переработке нефти, различных углеводородных и других смесей. Путем *ректификации* из нефти получают различные продукты: бензин, керосин, дизельное топливо, мазут, масляные фракции, узкие (по температурам кипения) бензиновые фракции. При ректификации сжиженных газов выделяют этилен, этан, пропан, бутан и другие компоненты. Путем *перегонки* в вакууме получают специальные масла.

Абсорбцию жидкими поглотителями и *адсорбцию* твердыми веществами используют для извлечения из природных и попутных газов, а также из газов нефтеперерабатывающих заводов пропан-пропиленовой, бутан-бутиленовой, бензиновой фракций, которые служат сырьем для нефтехимической промышленности.

Для извлечения ароматических углеводородов из бензиновых фракций при производстве масел и очистке нефтепродуктов применяется процесс *экстракции*.

Процесс *сушки* нашел применение в производстве катализаторов и адсорбентов.

Даже такой неполный перечень использования массообменных процессов в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности свидетельствует об их широком распространении и важности решаемых с помощью этих процессов технологических задач.

Приступая к конструированию оборудования для химических предприятий, специалисты в первую очередь оценивают возможности использования существующих образцов машин и аппаратов аналогичного назначения в качестве отправной точки. Рассматриваются действующие вариан-

ты кинематических схем, приводов, рабочих инструментов и степень свободы принятия собственных решений (факторов решения).

Проектирование химического и любого другого оборудования производится на единой нормативно-технической базе, которая устанавливает требования к порядку разработки, содержанию и оформлению документации.

Создание эффективного оборудования невозможно без качественно подготовленной документации, для разработки которой используются единые системы стандартов для каждого этапа проектных работ:

- конструкторская документация – ЕСКД;
- технологическая документация – ЕСТД;
- защита материалов и изделий от коррозии и старения – ЕСЗКС;
- допуски и посадки – ЕСДП;
- безопасность труда – ССБТ и другие.

При создании современного промышленного оборудования для химических производств используют такие направления, как:

- унификация – использование в различных отраслях химической промышленности аналогичных (очень похожих) по конструкции машин и аппаратов;
- интенсификация – резкое повышение интенсивности и эффективности производственного оборудования в силу некоторого увеличения масштаба того или иного химического производства;

– повышение надежности – механическую надежность, бесперебойную и длительную работу химического оборудования определяют такие свойства оборудования, как прочность, жесткость, герметичность, устойчивость и долговечность;

– эргономика – в связи с тем, что технологические процессы постоянно механизмируются и автоматизируются, изменяя условия труда, очень важно, чтобы человеку было удобно работать с новым оборудованием;

– укрупнение оборудования – в связи с тем, что сегодня многотоннажные производства все больше требуют увеличения единичной мощности химического оборудования, появляется необходимость создания укрупненных, то есть крупногабаритных машин, комбинированных устройств и совмещенных аппаратов.

В учебном пособии подробно рассмотрены колонные аппараты массообменных процессов, они подразделяются на колонные и насадочные.

Так же уделено внимание экстракционным аппаратам, аппаратам для процессов адсорбции, оборудованию диффузионных процессов и сушильному оборудованию.

Предлагаемое учебное пособие написано в соответствии с требованиями Государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования. В химическом и нефтехимическом производствах находят широкое

применение различные по характеристикам и конструкции массообменные аппараты. В данном учебном пособии классифицированы массообменные процессы. Рассмотрены вопросы, касающиеся требований предъявляемых к массообменному оборудованию. В пособии приведены нормативные документы, используемые при проектировании массообменного оборудования.

Пособие изложено в доступной форме, теоретический материал поясняется простыми по форме рисунками, приведено множество примеров.

ОБОРУДОВАНИЕ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА (учебное пособие)

Сариллов М.Ю., Коблуков П.Е.

ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре
государственный технический университет»,
Комсомольск-на-Амуре, e-mail: sarilov@knastu.ru

Все оборудование химической технологии в зависимости от закономерностей протекания процесса условно подразделяют на пять групп.

К *первой группе* относится оборудование для проведения механических процессов: измельчения, транспортирования, сортировки и смешения твердых материалов. Процессы этой группы проводят в специально сконструированных машинах и аппаратах (например, измельчителях, классификаторах, дозаторах и др.).

Вторая группа – оборудование для гидромеханических процессов, интенсивность которых определяется законами гидродинамики – законами о движении жидкостей и газов. К этой группе оборудования относятся трубопроводы для перемещения жидкостей и газов, осадительные камеры, циклоны и гидроциклоны и др.

Третья группа – оборудование для тепловых процессов, скорость протекания которых зависит от скорости теплопередачи. В данную группу входят холодильники, подогреватели, испарители, выпарные установки, холодильные агрегаты, печи и др.

Четвертая группа включает в себя оборудование для массообменных процессов, скорость которых зависит от скорости массопередачи. Это абсорберы, адсорберы, колонны для перегонки, ректификации, экстракции, кристаллизации, аппараты для сушки и др.

Пятая группа – химические реакторы, в которых происходит химическая реакция – превращение веществ с изменением их химических свойств. Конструкции реакторов разнообразны: реакторы с мешалками, с неподвижным или псевдооживленным слоем катализатора и др.

В данном учебном пособии рассматриваются машины для измельчения твердых материалов, центрифуги, смесители, экструдеры, сепараторы, сушилки и др.

Процессы измельчения материалов широко применяются в химической промышленности.

Темпы развития химической и других смежных отраслей промышленности требуют совершенствования конструкций оборудования для измельчения, повышения его надежности и работоспособности.

При изучении машин для измельчения материалов следует уяснить необходимость применения в химической промышленности большого разнообразия типов и размеров дробильно-размольных машин, реализующих различные способы измельчения материалов. Необходимо научиться решать задачу выбора способа измельчения твердых материалов и типа дробильно-размольного оборудования, а также уметь обосновывать применение соответствующих конструкций.

Выбор рациональной конструкции машины для измельчения материалов базируется на анализе свойств материала как объекта измельчения с учетом размеров измельченного материала и различных требований к крупности готового продукта. К основным физико-механическим свойствам исходного материала относятся прочность, хрупкость, абразивность. Необходимо обратить внимание на основные свойства и назначение дробилок и мельниц; кроме того, следует усвоить специфические особенности различных схем организации процесса измельчения, а также многостадийного измельчения; объяснить целесообразность применения предварительной и промежуточной сортировки материалов при их измельчении.

С целью обеспечения эффективности измельчение материала от исходной до конечной крупности осуществляется, как правило, в несколько приемов, последовательным переходом от крупного дробления к более мелкому и к помолу с постадийным разделением материала по классам. Следовательно, процесс измельчения целесообразно осуществлять последовательно на нескольких измельчителях. Каждый отдельный измельчитель выполняет часть общего процесса, называемую стадией измельчения.

В то же время следует отметить, что увеличение стадий дробления приводит к повышению капитальных затрат на строительство заводов, переизмельчению материала и к удорожанию эксплуатации завода. Поэтому выбор схемы измельчения следует осуществлять из условия обеспечения минимального числа стадий дробления. Однако в ряде случаев только применение многостадийных схем (четырёх- и пятистадийных) обеспечивает получение готового продукта в необходимом объеме и высокого качества.

Энергозатраты, нагрузки на элементы измельчителей и качество продукта зависят от прочности, хрупкости, твердости, упругости, абразивности и плотности твердых материалов.

Материал, изложенный в учебном пособии, является одной из составных частей курса «Конструирование и расчет машин и аппаратов