

Современные химические предприятия состоят из большого числа взаимосвязанных подсистем, между которыми существуют отношения соподчиненности в виде иерархической структуры. Каждый типовой процесс, осуществляемый в отдельном аппарате химико-технологического комплекса, рассматривается как подсистема, имеющая входы и выходы. Основу следующей ступени иерархии составляют агрегаты, т.е. взаимосвязанная совокупность отдельных типовых процессов и аппаратов, осуществляющая рекуперацию материальных и энергетических ресурсов. Последовательное сочленение аппаратов дает возможность рассматривать их как единую систему, точку приложения управляющих воздействий к которой следует искать во всех объектах этой системы. Характер функциональных связей в значительной степени зависит от типа аппаратов и особенностей их работы и оценивается, в конечном счете, по технико-экономическому критерию. Тенденции развития техники, связанной с удалением жидкостей связаны с разработкой новых решений, основанных на совмещении отдельных стадий процесса и конструированием комбинированных аппаратов. В литературе достаточно широко представлены примеры такого рода: удаление и улавливание растворителей понижением давления [1-3], комбинированные сушилки для трудносохнущих материалов, в которых на различных стадиях осуществляется сушка при разных гидродинамических режимах [4], сушка с измельчением и грануляцией [5], объединение в общий комплекс дозирующих устройств, сушильного оборудования и пылеуловителей [6] и т.д. При проведении процесса отделения жидкой фазы от осадка, осуществляемого в условиях производства с различными целями, наиболее эффективным является применение двухстадийного «обезвоживания», включающего механическое отделение жидкости и сушку влажного осадка. В связи с тем, что оба используемых процесса являются достаточно энергоемкими, то проблема определения оптимальных условий проведения процессов с целью снижения энергетических затрат, является актуальной и представляет интерес для исследований. Влагосодержание твердой фазы, с одной стороны, зависимо и чувствительно к изменениям конструктивных и режимных параметров аппаратов системы, а с другой - влияет на качественные показатели конечного продукта и экономические характеристики функционирования системы. С учетом этих обстоятельств возможно базирование критерия эффективности расчетов системы на указанном сквозном оптимизирующем параметре - влагосодержании (). На рис. 1 представлена функциональная схема процесса отделения жидкой фазы от осадка. Задачей оптимизации (при прочих равных условиях для конкурирующих вариантов) является выражение критерия эффективности (), как функции от влагосодержания продукта. В этом случае оптимальные значения переходных влагосодержаний и определяют экстремум целевой функции [7] . (1)

В качестве примера рассмотрим процесс удаления жидкой фазы из

тонкодисперсной суспензии в химико-технологической системе аппаратов «фильтрующая центрифуга - аппарат предварительной сушки - аппарат досушки». В качестве критерия эффективности примем величину удельных приведенных затрат, [руб/кг], которую необходимо минимизировать. На рис. 2 представлены условные зависимости затрат на процесс удаления жидкой фазы из влажного материала различными аппаратами, рассмотренные в работах [8, 9]. Анализ графиков показывает, что зависимость величины удельных приведенных затрат на проведение процесса отделения жидкой фазы от материала центрифугированием нелинейна и круто возрастает по мере приближения к некоторому значению - влагосодержанию материала, ниже которого при данных условиях проведения процесса (при данном факторе разделения) удаление жидкой фазы центрифугированием становится невозможным. Затраты на проведение процесса отделения жидкой фазы с помощью сушильных аппаратов линейно снижаются по мере уменьшения влагосодержания. Рассмотрение суммарной зависимости затрат удаления влаги на комплексе аппаратов (центрифуга + аппарат досушки) показывает, что существует четко выраженный минимум, что позволяет сделать вывод о возможности определения оптимальных параметров функционирования комплекса «центрифуга - сушилка», при которых можно достичь требуемого технологией влагосодержания при минимально-возможных затратах. С точки зрения снижения затрат на проведение процесса обезвоживания в целом целесообразно исходную суспензию или высоковлажный материал обрабатывать на центрифуге до достижения некоторой величины влагосодержания, а затем передавать на досушку в сушилку. Сушка в аппарате должна проводиться до влагосодержания, соответствующего пересечению прямых 2 и 3 - достижения второго переходного влагосодержания и, так как в интервале влагосодержаний [,] удельные затраты на отделение жидкой фазы на аппаратах предварительной сушки () больше аналогичных затрат, чем в аппарате досушки (), то материал необходимо направлять, во второй аппарат в котором обрабатывать его до конечного влагосодержания. Из анализа зависимостей вытекает, что указанная организация процесса является экономически наиболее эффективной, поэтому переходные влагосодержания и являются оптимальными и решение задачи оптимального расчета сводится к определению экстремума целевой функции по формуле (1). Для исходных реальных материалов с различными свойствами приведенная диаграмма может иметь различный вид. Для ряда образцов, вполне вероятно, что линии 2 и 3 могут не пересекаться и в этом случае будет вполне достаточно, если после механического отделения жидкой фазы, дальнейшее удаление жидкости проводить только в одном из сушилок (аппарате предварительной сушки или в аппарате досушки). Для упрощения анализа введем следующие обозначения: 1 - аппарат механического обезвоживания; 2 - аппарат с жестким режимом сушки; 3 - аппарат с мягким режимом сушки

(аппарат досушки). Рассмотрим возможные варианты компоновки комплекса аппаратов удаления жидкой фазы из суспензий и высоковлажных дисперсных материалов [3]: 1) 1 - 2 -3; 2) 1 - 2; 3) 1 - 3; 4) 2 - 3; 5) 1 - 3 -2. Первый вариант компоновки системы (рис.2) предполагает «классическую» последовательность соединения аппаратов. Исходный продукт - высоковлажный (суспензия), конечное влагосодержание его низкое, твердая фаза - термолабильна. Примером таких продуктов служат химфармпрепараты. Вариант компоновки 2: обработка высоковлажной дисперсной фазы или суспензии. Конечное влагосодержание продукта требуется сохранять высоким, в процессе сушки удаляется свободная влага. К промышленным материалам подобного рода можно отнести суспензии полимерных материалов - полиэтилена, полиамида, полипропилена. В системе аппаратов третьего варианта компоновки обрабатываются суспензии и высоковлажные материалы, твердая фаза которых после влагоотжима должна быть обработана без интенсивного теплового воздействия в «мягком» тепловом режиме. Это также суспензия химфармпрепаратов. При четвертом варианте компоновки системы аппаратов количество свободной влаги ограничено и применение механического отжима нецелесообразно, обезвоживание протекает в аппаратах сушки. Пятый вариант построения комплекса предполагает, что продукт, обезвоженный в аппарате механического отжима, обладает какими-то специфическими характеристиками, препятствующими обработке его в аппарате с активным гидродинамическим режимом. Таким образом, в зависимости от характеристик исходной суспензии, а также дисперсионной и дисперсной фаз, существующих условий производства, наличия имеющегося оборудования, финансовых возможностей предприятия, в немалой степени - от сложившихся традиций отрасли, компоновка системы аппаратов может быть весьма различной. Конкуренция при выборе систем аппаратов для любого исходного продукта возможна как между различными вариантами альтернативных технологических систем, так и в пределах одной схемы при варьировании параметров функционирования аппаратов, в ней содержащихся. Выбор оптимальной технологической схемы производится путем экономико-математического анализа процессов, протекающих в комплексах альтернативных технологических схем и, как ясно из вышеизложенного, в принципе заключается в определении , на основе экономико-математического анализа. Экономико-математический анализ, в свою очередь, опирается на математические описания процессов, протекающих в аппаратах систем. При этом аппараты назначаются в комплексы либо из имеющихся на предприятии в наличии, либо закупаются типовые установки. Однако первоначальной и важнейшей задачей выработки методики оптимального расчета систем является разработка основных принципов расчета таких систем, как инструмента экономико-математического анализа функционирования аппаратов, в них содержащихся.