

Я. С. Мухтаров, Р. Ш. Суфиянов

ПРИНЦИПЫ ОПТИМАЛЬНОГО РАСЧЕТА СИСТЕМ АППАРАТОВ УДАЛЕНИЯ ЖИДКОЙ ФАЗЫ*Ключевые слова: определение оптимальных параметров, декомпозиционно-гипотетический принцип.**Рассмотрена иерархическая структура систем аппаратов для обезвоживания осадков и основные этапы их оптимального расчета.**Keywords: the determination of the optimum parameters, the decompositional- hypothetical principle.**Considered hierarchical systems of devices for sludge dewatering and milestones optimal calculation.*

Для повышения эффективности процессов обезвоживания осадков, отделения жидкой фазы от дисперсных материалов и других аналогичных технологических процессов, необходимо определение оптимальных параметров процессов центрифугирования и сушки.

Известно [1], что для постановки оптимальной задачи необходимы следующие условия:

- а) выявление цели оптимизации;
- б) наличие ресурсов оптимизации;
- в) количественная оценка оптимизируемой величины с помощью критерия оптимальности (эффективности).

Целью оптимизации, в данном случае, является определение оптимальных конструктивных и режимных параметров аппаратов систем удаления жидкой фазы из суспензий и высоковлажных дисперсных материалов. Ресурсами оптимизации для достижения указанной цели служат режимные и конструктивные параметры элементов системы, между комбинациями которых производится поиск оптимального варианта компоновки системы и режимов функционирования [2].

Наиболее универсальным критерием эффективности может служить экономический критерий приведенных затрат на основе которого возможно построение целевой функции и проведение экономико-математического анализа процесса удаления жидкой фазы.

Технологические процессы, осуществляемые на предприятиях нефтехимического комплекса, согласно работам школы В.В. Кафарова [3] могут быть разделены на иерархические уровни. Рассмотрим аппараты удаления жидкой фазы в качестве химико-технологической системы и проведем декомпозицию системы (рис. 1).

В первый уровень иерархической структуры включены рабочие органы и узлы машин и аппаратов системы, имеющие определяющее значение при проведении экономико-математического анализа. Таковыми, к примеру, являются конические роторы центрифуг с центробежной и инерционной выгрузкой осадка. Отметим, что на данном уровне иерархии на экономический показатель влияют главным образом конструктивные параметры объектов исследования.

На втором уровне иерархии рассматриваются собственно аппараты обезвоживания во всей совокупности их конструктивных и режимных параметров. В данном случае и те, и другие в равной

степени могут влиять на экономические показатели.

Третий уровень иерархической структуры содержит системы аппаратов удаления жидкой фазы, расположенных непосредственно друг за другом



Рис. 1 - Функциональная схема отделения жидкой фазы

(таковыми, к примеру, являются система «центрифуга–сушилка» при обезвоживании хлопкового шрота или система обезвоживания угольного концентрата «ленточный фильтр–сушилка»). Рассмотрению подлежат как конструктивные, так и режимные параметры аппаратов во взаимосвязи их между собой в единой функциональной схеме.

Четвертый уровень иерархической структуры предполагает рассмотрение сложных химико-технологических систем, включающих в себя помимо аппаратов удаления жидкой фазы и другие – размола, отсева и др. Примером такого комплекса может служить известная система обезвоживания активного ила удаления жидкой фазы и другие – размола, отсева и др. Примером такого комплекса может служить система обезвоживания активного ила «фильтр–пресс–дробилка–сушилка».

Благодаря такой организации иерархии сложной химико-технологической системы возможно:

- при необходимости модернизации оптимизировать конструкцию рабочих органов конкретного аппарата;
- при конструировании либо модернизации единичного аппарата удаления жидкой фазы производить расчет его оптимальных конструктивных и наиболее рациональных режимных параметров;
- рассчитывать оптимальные параметры функционирования систем удаления жидкой фазы и

сложных химико-технологических систем, содержащих такие системы.

Технически расчет высших ступеней иерархической структуры производится путем решения задачи оптимального расчета по низшим уровням с последующим усложнением расчета за счет учета взаимодействия элементов между собой. Соответственно, в этом случае в качестве критерия эффективности выступает общий показатель, однако уже с суммарными характеристиками.

В качестве методологической основы оптимального расчета систем, содержащих аппараты обезвоживания [4] наряду с декомпозиционным принципом целесообразно развивать и интегрально-гипотетический подход [5], включающий в себя два этапа:

1. Создание гипотетической обобщенной технологической структуры химико-технологической системы;

2. Анализ и оптимизация гипотетической обобщенной технологической структуры химико-технологической системы.

При этом применяется коэффициент структурного разделения потоков, используемый как инструмент достижения оптимальных в некотором смысле параметров функционирования системы.

Однако интегрально-гипотетический принцип синтеза пригоден лишь для оптимального расчета конкретной гипотетической системы, а в случае альтернативного поиска оптимального варианта компоновки химико-технологической системы неприменим. Поэтому в данном случае представляет интерес первый этап интегрально-гипотетического подхода, а именно создание гипотетических обобщенных технологических схем на основе произведенной ранее декомпозиции систем аппаратов, предназначенных к оптимальному расчету. Анализ же и оптимизацию, синтез оптимальной технологической системы из ряда альтернативных в настоящее время, вследствие стремительного развития вычислительной техники, можно проводить без использования коэффициента разделения потоков путем либо прямого перебора (при небольших размерностях задачи), либо с применением иных, более современных вычислительных методов.

Кроме указанного выше принципа оптимального расчета сложных химико-технологических систем весьма полезным может быть, как на стадии формирования альтернативных гипотетических технологических схем, так и при их расчетах, использование основ эвристического метода синтеза. В первом случае подход реализуется в тривиальной форме – как интуитивная компоновка наиболее целесообразных с точки зрения практики гипотетиче-

ских технологических схем, во втором же случае выдвинутые идеи помогают значительно сократить объем вычислений.

Таким образом, оптимальный расчет сложных химико-технологических систем, содержащих систему удаления жидкой фазы из суспензий и высоковлажных дисперсных материалов, согласно предложенному декомпозиционно-гипотетическому принципу в наиболее обобщенном виде включает в себя следующие этапы:

1. Назначение (выбор) конкурирующего аппаратного оформления процессов механического обезвоживания и сушки на основе интуитивных подходов;

2. Экономико-математический анализ процессов обезвоживания, протекающих в назначенных аппаратах удаления жидкой фазы;

3. Синтез (в не кибернетическом смысле) альтернативных гипотетических технологических схем процессов удаления жидкой фазы;

4. Расчет альтернативных гипотетических технологических схем, выбор оптимального состава системы удаления жидкой фазы, конструктивные параметры аппаратов которой и режимы функционирования, обеспечивают оптимальность принятого критерия эффективности.

В зависимости от поставленной задачи оптимального расчета известно несколько вариантов синтеза химико-технологической системы, при этом последовательность этапов в них может меняться. Так, в некоторых случаях, при известной (заданной) технологической схеме производится лишь выбор оптимального режима функционирования системы. В ряде же случаев, целесообразно произвести первоначально компоновку альтернативных гипотетических технологических схем процессов и лишь потом производить экономико-математический анализ их функционирования.

Литература

1. А.И. Бояринов, В.В. Кафаров, *Методы оптимизации в химической технологии*. Химия, Москва, 1975. 520 с.
2. Я.С. Мухтаров, Р.Ш. Суфиянов, В.А. Лашков, *Вестн. Казан. технол. ун-та*, **17**, 3, 242-244 (2014).
3. В.В. Кафаров, В.Л. Перов, В.П. Мешалкин, *Принципы математического моделирования химико-технологических систем. (Введение в системотехнику химических производств)*. Химия, Москва, 1974. 344 с.
4. Я.С. Мухтаров, Р.Ш. Суфиянов, В.А. Лашков, *Вестн. Казан. технол. ун-та*, **17**, 3, 230-232 (2014).
5. В.В. Кафаров, В.П. Мешалкин, В.Л. Перов, *Математические основы автоматизированного проектирования химических производств*. Химия, Москва, 1979. 320 с.