

УДК 66.002

К вопросу оптимизации проектирования химико-технологического оборудования

Магистрант Игнаткович П.Е.

Научный руководитель - Новосельская Л.В.

Белорусский государственный технологический университет
г. Минск

В настоящее время при проектировании все большее значение приобретают вопросы оптимального выбора условий процесса и затрат материалов на изготовление оборудования. Однако в большинстве работ основное внимание уделяется математическим аспектам проектирования и решения уравнений, дающих возможность нахождения оптимума целевой функции на конкретном этапе расчета, что не может полностью удовлетворять потребностям проектировщиков [3]. Вместе с тем, использование эффективных математических средств, современных методологий, численных методов и алгоритмов, процессов выбора наилучших конструкций с точки зрения их технико-экономической эффективности позволяют получить принципиально новые решения поставленных задач. Особое внимание заслуживает конструирование в интерактивном режиме, когда пользователь имеет возможность оперативно взаимодействовать с ЭВМ на любом этапе проведения процесса расчета. При этом в результате использования диалога «человек – машина» появляется возможность изменять как число, так и тип варьируемых элементов, выбирать наиболее эффективный в сложившейся ситуации метод поиска, подстраивать конечные численные параметры путем влияния входящих параметров, посредством анализа промежуточных значений, к конкретным особенностям оптимизируемой функции.

Основная направленность представленной работы состоит в оптимизации технических (геометрических, функциональных и прочностных) и экономических (затраты на материалы и изготовление) параметров проектируемых объектов.

Анализируя основные методы оптимизации геометрических параметров различных аппаратов, можно прийти к следующему выводу о том, что они обладают одним существенным недостатком – эти методы не учитывают специфику технологических расчетов, а основываются так или иначе на решении дифференциальных уравнений, в основу которых положен принцип нахождения экстремума функции, выражающей зависимость веса аппарата либо его площади поверхности от диаметра (как одного из важнейших геометрических параметров) [4-6]. Метод графов дает подробную картину использования материала конструкции в зависимости от изменения различных технологических параметров и указывает их

связь с прочностными характеристиками. Однако, для его реализации необходимо решение матрицы смежности.

В качестве примера частичного применения вышеуказанного метода оптимизации рассматривается расчет процесса сушки гранул во взвешенном слое, используемый в производстве медпрепаратов на РУП «Борисовский завод медпрепаратов», и аппарата для его осуществления. Аппараты такого же типа используются на ЗАО «Атлант» для сушки гранулированных полимерных материалов.

Исходными параметрами в данном случае выбираются: давление в сушильном аппарате; температура цикла сушки; температура цикла регенерации теплоносителя; производительность установки; расход теплоносителя. В качестве конечных параметров определяются: диаметр сушильного бункера; высота аппарата; толщина стенки бункера; высота сепарационного пространства; максимальный вес аппарата; скорость теплоносителя.

На первом этапе решения задачи рассматривались технологические факторы, влияющие на возможность выбора оптимальных геометрических параметров для сушки гранулированных материалов на Борисовском заводе медпрепаратов. Исходя из сравнительного анализа конструкций сушилок и требований технологии проведения процесса, за исходную конструкцию принята сушилка во взвешенном слое. С учетом определяющих критериев Лященко, Архимеда, при соответствующих порозностях определялись и сравнивались различные значения диаметров, высот, форм аппарата. Затем производился предварительный расчет толщин стенок составляющих элементов. После проверки по допускаемым напряжениям принималось решение по выбору оптимальных геометрических параметров.

В ходе прочностного расчета основным этапом, окончательно влияющим на численное значение толщины стенки, а, значит, на расход металла, используемого для изготовления аппарата, является решение краевой задачи, поскольку в месте сопряжения «обечайка – днище» из-за резкого перелома образующих возникают дополнительные перерезывающие силы и моменты и как следствие появляются изгибающие моменты. Необходимо определить выдержит ли сосуд заданные нагрузки в опасном сечении. Так как у основания сосуда давление увеличивается на величину гидростатического и меняется форма сопрягаемых деталей, за опасное выбирается сварное соединение «обечайка – днище». Краевая задача положена в основу проверочного расчета сварного соединения «обечайка – днище». Поскольку одной из целей разрабатываемого метода оптимизации является проверка всех возможных вариантов расчета, то необходимо решить краевую задачу как для соединения «цилиндр – конус», так и для соединения «цилиндр – эллипс».

На основании метода графов была составлена соответствующая программа, позволяющая рассчитать сопряжения всевозможных вариантов частей аппарата и исправить недостатки и использовать достоинства вышеописанных методов, а также учитывающая особенности и ошибки, возникающие в процессе проектирования. Поэтому работа с этой программой, реализация которой ведется на ЭВМ, осуществляется в режиме диалога с пользователем. Основными особенностями, а главное достоинствами такой программы являются: возможность установки ее на любой персональный компьютер; наглядность и простота работы; постоянный диалог с пользователем, что способствует достижению наибольшего эффекта от использования программы; в процессе работы с программой существует возможность делать упор на усовершенствование выбранного параметра; использование стандартных значений в автоматическом режиме, что способствует ускорению и облегчению процесса расчета; расчет аппарата, работающего как под вакуумом, так и от действия внутреннего давления; возможность использования прочностного раздела для расчетов сосудов, используемых в других процессах; выбор определенной окончательной конфигурации аппарата в зависимости от поставленных целей проектирования; сравнение результатов расчетов, влияющих в конечном итоге на технико-экономические показатели, для всех конфигураций и всех вариантов.

Циклы расчетов, ответвления и пересечения этих циклов, приводят к усложнению задачи до такой степени, что вполне вероятным становится получение неверного ответа. Однако тщательный анализ структуры и алгоритма показывает, что этого пересечения можно избежать, благодаря многоуровневой конфигурации циклов и их разветвленности, и добиться хорошей сходимости. С целью устранения этих недостатков в программе предусмотрено дублирование участка цикла, участвующего в пересечении, и дополнительная его проверка по моментной и безмоментной теориям прочности.

Литература:

1. Романков П.Г., Рашковская Н.Б. Сушка во взвешенном состоянии. – Л., 1979.
2. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии – М.: Химия, 1973.
3. Батищев Д.И. Методы оптимального проектирования: Учеб. пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1984. – 248 с. ил.
4. Дитрих Я. Проектирование и конструирование: Системный подход. Пер. с польск. – М.: Мир, 1981. – 456 с., ил.
5. Уайлд Д. Оптимальное проектирование: Пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – 272 с., ил.
6. Джонс Дж. К. Методы проектирования: Пер. с англ. – 2-е изд., доп. – М.: Мир, 1986. – 326 с., ил.