

А.В. Кошельник, А.Е. Морозов

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,  
г. Харьков, Украина

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ РАСЧЕТОВ И КОМПОНОВКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ СИСТЕМ

*Розглянуто основні принципи оцінки надійності пластинчастих теплообмінних апаратів, що дозволяє виконувати аналіз методик розрахунку теплообмінних апаратів та намітити шляхи підвищення надійності їх розрахунків.*

*Рассмотрены основные принципы оценки надежности пластинчатых теплообменных аппаратов, что позволяет выполнять анализ методик расчета теплообменных аппаратов и наметить пути повышения надежности их расчетов.*

The basic principles of estimation of reliability of plate heat exchangers are considered, that allows to execute the analysis of methods of calculation of heat exchangers and set the ways of increase of reliability of their calculations.

При проектировании химико-технологических линий, в состав которых входят системы из теплообменных аппаратов, необходимы как общая оценка научно-технического уровня разработок [1], так и описание процессов в каждом из них – с целью обеспечения надежности прогнозирования качества получаемого конечного продукта.

Отбор моделей, описывающих процессы тепловой обработки сред возможно проводить методом информационной энтропии  $H(x)$ , где реальные законы распределения параметров могут быть представлены равномерными значениями [2 – 4].

Вначале из выбранной совокупности различных моделей, описывающих один и тот же процесс, выбираются только обладающие наименьшим  $H(x)$ . Затем выделяется параметр – коэффициент теплоотдачи  $\alpha$ , – вводимый в методики из обобщенных критериальных уравнений, обладающих «смещенностью» и высоким значением  $H(x)$ . В смоделированных условиях теплообмена уточняется значение  $\alpha$ .

При сопоставлении уровня описания различных процессов используется условие «необходимого разнообразия» Эшби, оцениваемое «мерой относительной организации» пары (двух установленных последовательно аппаратов). Оба этапа реализуются в предположении о независимости случайных величин (параметров).

После выбора осуществляется расчет ожидаемого качества продукта методом Монте-Карло – в виде закона распределения [4]. Для построения системы, конструирования сличаемых величин используется блок генератора случайных чисел. Вероятностные характеристики всех параметров (с учетом реального вспомогательного оборудования) вводятся в виде распределений.

Анализ выходного распределения позволяет с достаточной для инженерной практики надежностью рассчитать параметры аппаратов и режимы их функционирования.

Таким образом, методика позволяет:

- производить оценку методик расчета теплообменных аппаратов используя информационную энтропию  $H(x)$ ;
- выявить по  $H(x)$  «слабые» параметры и наметить пути повышения надежности методики расчета;

- позволяют алгоритмизировать решение поставленной задачи.

Подобные алгоритмы оценки теплообменной аппаратуры реализованы в многочисленных программных продуктах [5], главной целью которых является: быстрая оценка входных данных и подбор оптимальных вариантов создания теплообменной аппаратуры с экономической точки зрения.

Основными входными данными здесь являются: температуры «охлаждаемой» и «нагреваемой» сред; их расходы; общая «тепловая нагрузка» и допустимые потери давления. Так же необходимо для корректного расчета знать теплофизические свойства используемых сред, максимальное давление и максимальную температуру в системе для грамотного подбора прокладок и пластин, а так же обеспечения эксплуатационных гарантий.

Изменение лишь одного параметра может значительно повлиять на ценообразование теплообменной аппаратуры. Например, пластины с меньшим  $D_u$  будут при изготовлении дешевле, а общая форма пластины и высота ее гофры, соответственно, сильно повлияет на надежность и общий запас площади поверхности теплообмена. Соответственно, для «грязных сред» нужно использовать пластины с высокой гофрой. В аппаратах, где есть небольшие потери давления, можно использовать теплообменники в несколько ходов, что в свою очередь резко уменьшает количество используемых пластин в аппарате, но требует большего объема под монтаж теплообменной аппаратуры (рис. 1).



Рисунок 1 –Теплообменный аппарат  
фирмы «Анкор-теплоэнерго»

Для каждого отдельного случая теплообменник подбирается и оценивается индивидуально. Ценообразующими факторами для аппарата является общая площадь аппарата, а соответственно, цена пластины, цена прокладки, которая (в среднем) составляет 35 – 55 % от цены пластины, толщины и габаритные размеры опорных плит, а также сложность исполнения теплообменника.



Рисунок 2 – Модуль теплообменный на базе сварных пластин «Анкор-теплоэнерго»

Харьковская фирма «Анкор-теплоэнерго» разработала серию пластин для сварных и полусварных аппаратов (Н0,1; Н0,25; Н0,5). Преимуществом сварных и полусварных аппаратов является то, что их можно применять для более агрессивных сред, а так же для более высоких давлений (рис. 2). Преимуществом этих аппаратов является также разборный корпус, что допускает их механическую очистку по одной из сред. Такие аппараты широко применяются в промышленности, в частности, для нефтехимии и нефтепереработки.

Следует отметить, что на рынке представлено достаточно широкое количество пластин зарубежных фирм-производителей: Tranter, Gea, Alfa Laval и др. (рис. 3, 4).



Рисунок 3 – Разборный теплообменник на базе пластин Tranter GX 118



Рисунок 4 – Теплообменники на базе пластин фирм Tranter и Gea

Таким образом, в сегодняшних рыночных условиях для эффективной компоновки теплообменной аппаратуры необходимо иметь широкий выбор пластин и прокладок, что выполнить достаточно сложно, так как это требует больших капитальных затрат на оборудование для производства пластин. Получается, что в ряде случаев, выгоднее закупать уже готовые пластины у специализированных фирм производителей, а собирать аппараты непосредственно перед продажей по оптимальным схемам. Именно такая мобильная форма сотрудничества является наиболее выгодной в нынешних условиях, а правильная и быстрая оценка необходимой аппаратуры, а, следовательно, и своевременное оформление коммерческих предложений, является залогом успешной коммерческой деятельности фирм-производителей теплообменной аппаратуры.

#### Список литературы

1. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М. Наука, физматгиз, 1978. – 400 с.
2. Герасимов М.К., Голубев Л.Г. Анализ информативности инженерных методик расчета с использованием энтропийного метода при разработке тепло-массообменных аппаратов // Материалы Всесоюзн. научн. конф. «Повышение эффективности, совершенствование процессов и аппаратов химических производств». – Харьков, 1985. – С. 8.
3. Шеннон К.Э. Работы по теории информации и кибернетики. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1963. – 830 с
4. Ермаков С.М. Метод Монте-Карло и смежные вопросы. – М.: Наука, 1971. – 471 с.
5. <http://www.ankor.kharkov.ua/info/news1.html> - ЧПНФ «Анкор Теплоэнерго», блочные тепловые пункты для минимизации расходов в сфере ЖКХ, 2010