

Б. П. Сафонов д-р техн. наук, зав. кафедрой
(НИ РХТУ г. Новомосковск, Россия)

КРИТЕРИИ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОВЕРШЕНСТВА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В настоящее время в химической и других отраслях промышленности эксплуатируется однотипное оборудование (реакторы, теплообменники, силовые установки и др.), произведенное в разных странах. При этом отсутствуют объективные критерии сравнения технического совершенства однотипного оборудования, что затрудняет обоснованный выбор поставщика оборудования.

Вопросы оценки технического совершенства производственного оборудования находятся в поле зрения специалистов [1, 2]. При этом оценивается функциональность, надёжность, долговечность и другие компоненты технического совершенства оборудования. В общем случае техническое совершенство производственного оборудования можно оценить некоторым комплексным критерием KTC_{Σ}

$$KTC_{\Sigma} = \Sigma KTC_i, \quad (1)$$

здесь KTC_{Σ} – комплексный критерий технического совершенства производственного оборудования; KTC_i – компонента критерия технического совершенства производственного оборудования.

Значение критерия KTC_{Σ} , определяемое из выражения (1) следует рассматривать как некий показатель, состоящий из ряда разнородных компонентов, знак суммы в выражении (1) при этом имеет только смысловое значение. Основными компонентами KTC_{Σ} являются: KTC_{Φ} – критерий функциональности; $KTC_{Н}$ – критерий надёжности; $KTC_{Д}$ – критерий долговечности.

KTC_{Φ} является главным компонентом KTC_{Σ} , он показывает степень приближения рассматриваемого оборудования к достигнутому уровню функциональности для данного вида оборудования (технологическое оборудование, транспортирующее, дробильное и др.). Для определения KTC_{Φ} можно использовать метод прецедентов, при котором значение KTC_{Φ} представляет собой отношение величины выбранного показателя функциональности $ПФ_i$ (производительность, несущая способность и др.) для рассматриваемого варианта к величине показателя функциональности $ПФ_{л}$ признанных лидеров в данной области машиностроения.

$$KTC_{\Phi} = \frac{ПФ_i}{ПФ_{л}} \quad (2)$$

Критерий функциональности при этом должен быть меньше или равен единице $KTC_{\Phi} \leq 1$, в противном случае был ошибочно назначен

«лидер» для анализируемого технического объекта и, как результат, неверно выбрана величина ПФл. KTC_H определяется методами теории надёжности применительно к рассматриваемому объекту [3, 4]. Для анализируемого производственного объекта должно выполняться условие надёжности

$$KTC_{Hi} \geq [KTC_H], \quad (3)$$

здесь $[KTC_H]$ – нормативное значение коэффициента надёжности для определённой группы производственных объектов.

Следует отметить, что оценка технического объекта по критерию надёжности KTC_H в настоящее время не может быть в полной мере реализована, т.к. в настоящее время отсутствуют систематизированные данные по нормативному уровню показателей надёжности для различных групп технических объектов и общепринятые методики определения показателей надёжности для них.

Оценка технического совершенства производственного оборудования неразрывно связана с разработкой методов рационального выбора материала деталей, определяющих работоспособность оборудования в целом.

Для химического машиностроения характерен широкий спектр параметров условий работы оборудования: давление до 30 МПа и выше в аппаратах высокого давления, температуры до 1000-1200°C в печах и до -260°C в установках разделения воздуха, коррозионно-активные среды в технологических агрегатах и трубопроводах, скорости скольжения в опорах компрессоров до 100 м/с при частотах вращения валов до 50000 мин⁻¹. Причем возможны сочетания условий работы, делающие затруднительным выбор материала ответственных деталей, опираясь на свойства конструкционных материалов, определяемые стандартными методами (прочность и пластичность по ГОСТ1497-84, твердость по ГОСТ9013-59, ударная вязкость по ГОСТ9454-78, длительная прочность по ГОСТ10145-81 и др.).

При анализе условий работы деталей оборудования введено [5] понятие функциональной нагрузки, под которой предложено понимать некоторые внешние воздействия на конкретную деталь при штатных условиях эксплуатации. Функциональную нагрузку ΦN_{Σ} , воспринимаемую деталью в процессе эксплуатации технического устройства, предложено рассматривать состоящей из четырех компонентов нагружения – составляющих суммарной функциональной нагрузки:

$$\Phi N_{\Sigma} = \Phi N_M + \Phi N_T + \Phi N_X + \Phi N_K = \Sigma \Phi N_i \quad (4)$$

Механический компонент ΦN_M функциональной нагрузки имеет место, когда в процессе эксплуатации под действием приложенных к детали или передаваемых деталью сил происходит механическое воз-

действие на материал детали, приводящее к деформациям материала. Данный компонент функциональной нагрузки для большинства элементов технических устройств (обечайки, трубные решетки, валы, элементы передач, упругие элементы, опоры и др.) является основным, поскольку отказ, сопровождающийся разрушением материала детали разной степени локализации, происходит преимущественно в результате механического нагружения.

Наличие термического компонента $\Phi_{НТ}$ функциональной нагрузки материала детали обусловлено процессами старения материала под нагрузкой и выражается в разупрочнении или охрупчивании материала при рабочих температурах.

Химический компонент $\Phi_{НХ}$ функциональной нагрузки проявляется в химическом воздействии на материал детали со стороны рабочих и технологических сред, а в ряде случаев и атмосферного воздуха.

Контактный или трибологический компонент $\Phi_{НК}$ функциональной нагрузки обусловлен наличием в материале детали контактной деформации. Данный компонент функциональной нагрузки является основным для подвижных соединений (трибосопряжений) деталей машин.

Таким образом, оценка технического совершенства производственного оборудования является комплексной задачей, решение которой предполагается использовать комплексный критерий технического совершенства оборудования, характеризующий его функциональность, надёжность и долговечность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьева Т.А., Блиничев В.Н. Надёжность химико-технологических производств. Иван. гос. хим.-технол. ун-т.: Иваново, 2007. – 199 с.
2. Гольдштейн Г.Я. Инновационный менеджмент. Таганрог: изд-во ТРГТУ, 1998. 132 с.
3. Зубова А.Ф. Надёжность машин и аппаратов химических производств. Л.: Машиностроение, 1978. – 214 с.
4. Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.З. Надёжность машин. М.: Высшая школа, 1988. – 238 с.
5. Сафонов Б.П. Виды нагружения деталей и эксплуатационные свойства конструкционных материалов. Инженерная механика, материаловедение и надёжность оборудования. Сборник трудов НИ РХТУ, №5 (13), Новомосковск, 2004, с.15-22.