

НОВЫЙ ПОДХОД К ОБОСНОВАНИЮ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ

Важнейшим требованием к любому проектируемому теплотехническому агрегату является его техногенная безопасность. Проблема обеспечения герметичности тепловых агрегатов требует постоянного внимания специалистов во всем мире в связи со все более жесткими требованиями к экологической безопасности. По многим направлениям ведется поиск и создание более совершенных конструкций для герметизации и уплотнения выбросоопасных зон. Разработаны и апробированы на практике сотни различных решений конструкций жестких, гибких, мягких, эластичных, пластичных и др. уплотнительных устройств. Однако проблема не может быть признана решенной окончательно в связи с недостаточным уровнем качества всех известных конструкций уплотнительных устройств по одной или нескольким характеристикам: стоимости, долговечности, компенсирующей способности, прочности и т.п. Для решения проблемы необходимо разработать методику определения эффективности герметизирующих устройств, позволяющую рассчитать значения критериев экологичности выбросоопасных узлов в любой период эксплуатации.

Для оборудования, применяемого в химическом, коксохимическом, металлургическом производствах, довольно сложно установить численные значения критерия герметичности, т.к. этот процесс находится под влиянием совокупности трудно учитываемых факторов, а именно нагрузки от давления перерабатываемого сырья, газов, образующихся в процессе переработки, от воздействия обслуживающих машин; температурных перепадов при загрузке - выгрузке материала и изменении тепловых потоков отопительной системы; воздействия агрессивной среды при высоких температурах и т. п.

Чтобы отразить влияние действующих факторов, необходимо назначить параметр, характеризующий особенности процесса разгерметизации. В качестве параметра принята утечка среды Q через единицу периметра за единицу времени.

Очевидно, что выбор конкретного параметра в определенном отношении сужает область применимости результатов исследования, что противоречит требованиям, определяющим ценность результатов. Это противоречие может быть ослаблено, если использовать рациональную форму представления результатов на основе методов обобщенного анализа, в частности, теорию подобия и анализа размерностей. Методы заключаются в замещении множества отдельных факторов совокупностью безразмерных комплексов, число которых, как правило, меньше общего числа первоначальных размерных факторов. Тем самым повышается степень общности результата без потери содержащейся в ней информации.

Согласно теоремам теории размерностей, всякое физическое соотношение между размерными величинами можно сформулировать как соотношение между безразмерными величинами. С использованием методов теории подобия и анализа размерностей разработан критерий герметичности выбросоопасных узлов тепловых агрегатов, в котором объединены все вышеперечисленные факторы - $Q_{ПДВ} \frac{\mu}{\Delta p B}$,

где μ - динамическая вязкость газопылевых эмиссий, Δp - перепад давления между внутренней и внешней средой, B - площадь зазора, возникающего в соединении элементов.

В критерии $Q_{ПДВ}$ – допустимая удельная утечка, $\frac{\Delta p B}{\mu}$ – утечка среды через щелевой зазор [1].

С учетом процесса разгерметизации соединений и старения элементов в процессе эксплуатации теплового агрегата герметичность выбросоопасных узлов обеспечена, если:

$$Q_{\text{ПДВ}} \left(\frac{\mu}{\Delta p V} \right) \cdot \frac{1}{K_Q} \geq 1,$$

где K_Q – критериальные функции, учитывающие влияние на герметичность узла вышеперечисленных факторов.

В общем виде критериальные функции представляют собой регрессионные уравнения. Коэффициенты регрессионных уравнений получены путем обработки результатов эксперимента об изменении герметичности соединений в процессе эксплуатации коксовых печей.

Рассматриваемая задача является многопараметрической, поэтому для получения достаточно полного представления о влиянии всех факторов на процесс разгерметизации потребуются большие затраты машинного времени. В таких условиях использование обобщенного анализа создает принципиальные преимущества, поскольку уменьшение числа аргументов задачи при переходе к безразмерным комплексам на одну или несколько единиц на столько же порядков снижает число значений искомой переменной.

Определение критериальных функций для основных агрегатов коксохимической промышленности – коксовых печей, и оценка герметичности по предложенному критерию показала, что выбросоопасность наиболее ответственных зон коксовой печи соответствует сроку эксплуатации 160 – 250 циклов печевыдач (рис.1).

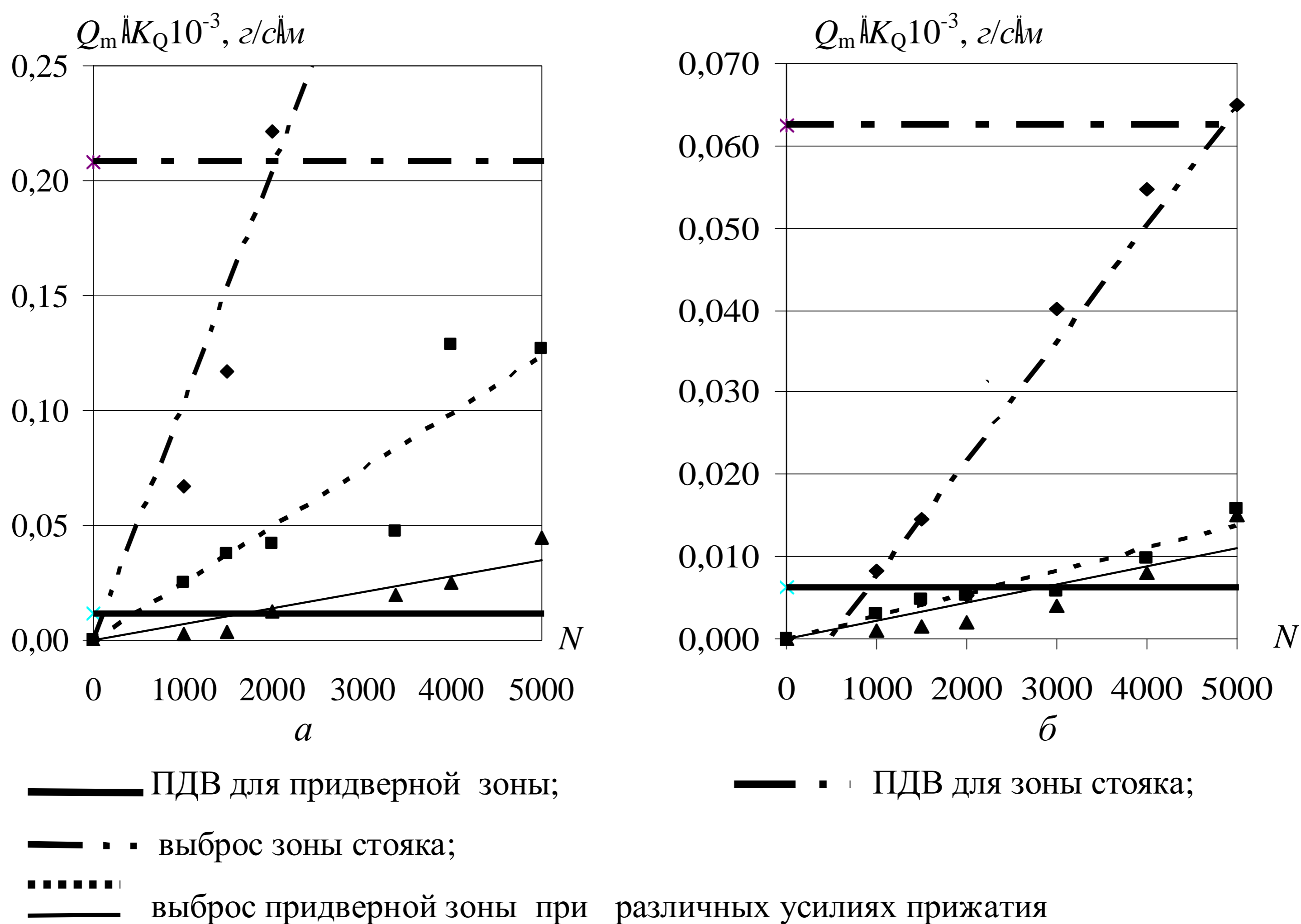


Рис. 1. Оценка выбросоопасных узлов по критерию герметичности: *a* – по бенз(а)пирену, *б* – по бензолу.

Для коксовых батарей с объемом печей $41,6 \text{ м}^3$ придверная зона теряет герметичность через 320 – 420 циклов печевыдач после ввода в эксплуатацию, а зона стояка - 160 циклов печевыдач из-за превышения предельно допустимого выброса по бенз(а)пирену. Значит, по истечении этого непродолжительного периода агрегат теряет герметичность, и в атмосферу систематически попадают канцерогенные вещества.

В соответствии с теорией подобия зависимости безразмерного критерия герметичности от безразмерных комплексных факторов, полученные в результате исследования процесса разгерметизации коксовой печи, справедливы не только для таких конструкций, но и для всех подобных объектов.

При проектировании новых конструкций тепловых агрегатов знание численных значений критериев герметичности выбросоопасных узлов коксовой печи позволит установить значение минимального зазора между уплотняемыми поверхностями, при котором эмиссии вредных веществ не будут превышать допустимые.

Перечень ссылок

1. Кондаков Л.А., Голубев А.И. Уплотнения и уплотнительная техника: Справочник. – М: Машиностроение, 1986. – 464 с.

Статья поступила 26 мая 2008 года