

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕНТРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО БЛОКА УСТАНОВОК НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

Манайчева В.А., Хуснияров М.Х.

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Одним из основных методов снижения взрывоопасности установок нефтепереработки является разделение всей технологической схемы установки на технологические блоки. Технологические параметры аппаратов одного блока различаются. При проведении оценки взрывоопасности необходимо определить параметры, которые будут использованы в расчетах. Проведенные исследования показывают, что применение метода анализа иерархий позволяет выделить основной аппарат в блоке, по технологическим параметрам которого будет проводиться оценка взрывоопасности блока.

Современное предприятие нефтепереработки и нефтехимии представляет собой сложный комплекс, состоящий из технологических установок, на которых перерабатывается углеводородное сырье различных видов и производится большое количество товарных нефтепродуктов. В качестве сырья, продуктов и полуфабрикатов установок нефтепереработки выступают смеси углеводородов, взрывопожароопасные свойства которых характеризуются следующими показателями: концентрационные пределы распространения пламени, температура воспламенения, температурные пределы воспламенения, температура вспышки и т.д.

Взрывоопасность установок нефтепереработки определяется не только физико-химическими свойствами углеводородов и их смесей, но также параметрами технологического процесса. Чем выше температура и давление процесса, тем благоприятнее условия для образования взрывопожароопасного облака, образованного в результате разгерметизации оборудования и выброса технологической среды в атмосферу.

Одним из основных методов снижения взрывоопасности установок нефтепереработки является разделение всей технологической схемы установки на отдельные группы оборудования - технологические блоки. Технологические блоки отделяются друг от друга быстродействующими отсекающими устройствами. Это позволяет ограничить выбросы горючих веществ в атмосферу

при аварийной разгерметизации за счет ограничения поступления технологической среды от «смежных» блоков к аварийному.

К сожалению, в настоящее время четких рекомендаций и методов объединения оборудования по технологическим блокам не существует. По этому каждый специалист, принимающий участие в этой работе, принимает решение, о компоновке блока основываясь на своих знаниях и опыте.

Современные технологические схемы установок нефтепереработки позволяют компоновать различные по своему составу технологические блоки, и вариантов компоновки может быть достаточно много. При компоновке технологического блока по взрывоопасности необходимо определить основной аппарат (центр блока). Это необходимо для проведения расчетов по оценке энергетического потенциала, т.к. при расчете по нему будут приниматься технологические параметры. В случае определения энергетического потенциала по параметрам выше фактических происходит завышение энергетических показателей и необходимости финансовых затрат по обеспечению блока оборудования системами противоаварийной защиты. При занижении показателей взрывоопасности возможно недооценка опасности блока, что может привести к катастрофическим последствиям.

Взрывоопасность установок нефтепереработки оценивается с помощью общего энергетического потенциала. Для классификации установок по взрывоопасности пользуются величинами относительного энергетического потенциала, приведенной массы паров и радиусами зон разрушений.

Величина общего энергетического потенциала E определяется суммой: энергии адиабатического расширения и сгорания парогазовой фазы, находящейся непосредственно в аварийном блоке E'_1 , энергии сгорания ПГФ, поступившей к разгерметизированному участку от смежных блоков E'_2 , энергии сгорания, образующейся за счет энергии перегрева жидкой фазы рассматриваемого блока и поступившей от смежных блоков E''_1 , энергии сгорания ПГФ, образующейся из ЖФ за счет тепла экзотермических реакций E''_2 , энергии сгорания ПГФ, образующейся из жидкой фазы за счет теплопритока от внешних теплоносителей E''_3 , энергии сгорания парогазового облака, образующегося из пролитой на

твердую поверхность жидкой фазы за счет теплоотвода от окружающей среды E''_4 .

$$E = E'_1 + E'_2 + E''_1 + E''_2 + E''_3 + E''_4$$

Относительный энергетический потенциал взрывоопасности технологического блока (стадии) Q_B является количественным показателем уровня возможных разрушений, он определяется:

$$Q_B = \frac{1}{16,534} \sqrt[3]{E}.$$

Условный радиус полных разрушений рассчитывается по формуле:

$$R = K \times \frac{\sqrt[3]{W}}{\sqrt[6]{1 + \left(\frac{3180}{W}\right)^2}}$$

Задачи наилучшего выбора изучает теория принятия решений. С ее помощью можно осуществить выбор более обоснованно, эффективно используя имеющуюся в наличии информацию о предпочтениях.

Чрезвычайно широкий и крайне важный с практической точки зрения класс задач выбора составляют многокритериальные задачи, в которых качество принимаемого решения оценивается по нескольким критериям одновременно.

Одним из методов теории принятия решений является метод анализа иерархий. Метод анализа иерархий создан американским ученым Т. Саати. Общая структура метода анализа иерархий может включать несколько иерархических уровней со своими критериями.

Метод состоит из совокупности следующих этапов:

1. Первый этап заключается в структуризации задачи в виде иерархической структуры с несколькими уровнями.

2. На втором этапе выполняются попарные сравнения элементов каждого уровня.

3. Вычисляются коэффициенты важности для элементов каждого уровня. При этом проверяется согласованность суждений.

4. Подсчитывается комбинированный весовой коэффициент и определяется наилучшая альтернатива.

Задачу выбора центра блока, которым является наиболее опасный аппарат в блоке, можно рассматривать как задачу принятия решения, следовательно, для принятия решения возможно применение метода анализа иерархий. Анализ технологических схем и проведенные расчеты показывают, что на величину энергетического потенциала аппарата в большей степени оказывают влияние такие параметры как наличие и количество парогазовой фазы, количество жидкой фазы, физико-химические свойства веществ и т.д. На основе этого были сформулированы пять критериев: количество парогазовой фазы в аппарате (K_1); количество жидкой фазы в аппарате (K_2); степень перегрева жидкой фазы (K_3); количество парогазовой фазы, которое может вернуться из смежных аппаратов (K_4); количество жидкой фазы, которое может вернуться из смежных аппаратов (K_5).

Рассмотрим решение этой задачи для блока №102 установки Г-43/107, изображенного на рисунке 1.

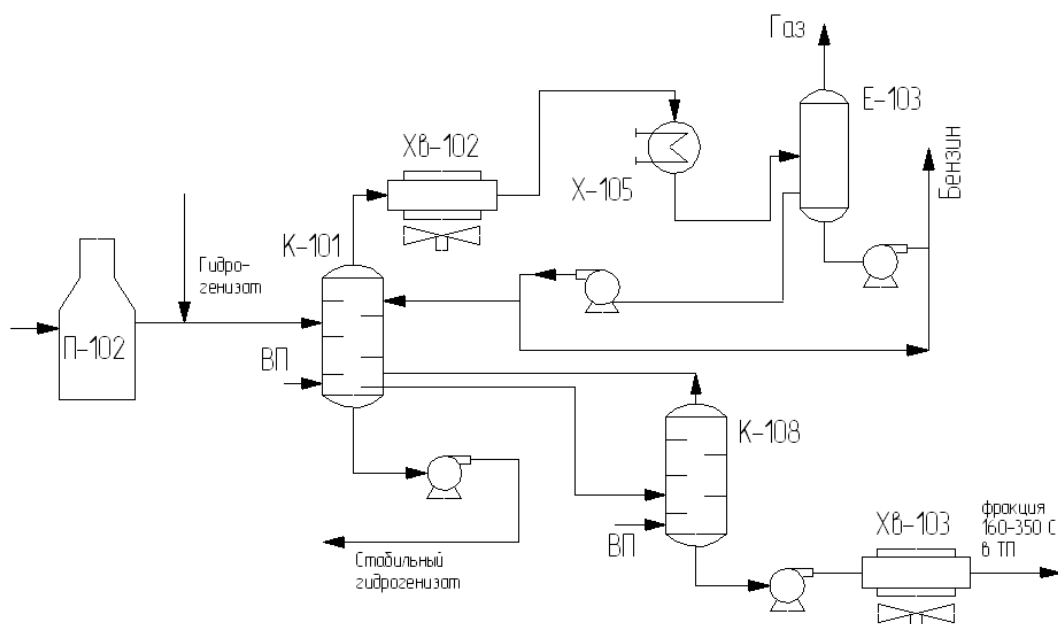


Рисунок 1. Технологическая схема блока

Центром блока в данном случае может являться любой аппарата блока, т.е.: П-102, К-101, ХВ-102, Х-105, Е-103, К-108, ХВ-103.

Для проведения сравнений по заданным критериям были рассчитаны следующие параметры для каждого аппарата: масса ЖФ и ПГФ; масса ЖФ и

ПГФ, которые могут вернуться из смежных аппаратов, коэффициент парообразования, если ЖФ находится в аппарате в перегретом состоянии.

Матрица парных сравнений, которая представляет собой второй уровень иерархии приведена в табл. 1. При попарных сравнениях используем шкалу относительной важности от 1 до 9, приведенной в /2/. Например, критерий K_1 существенно важнее критерия K_2 , поэтому в соответствующую ячейку внесено число 5; $1/5$ автоматически заносится в симметричную относительно диагонали клетку, что соответствует противоположному сравнению.

Таблица 1

Матрица сравнений для критериев

Критерий	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	Собственный вектор	Вектор приоритетов
K_1	1	5	1	3	7	2,53	0,37
K_2	1/5	1	1/3	1/3	5	0,64	0,09
K_3	1	3	1	3	5	2,14	0,32
K_4	1/3	3	1/3	1	5	1,11	0,17
K_5	1/7	1/5	1/5	1/5	1	0,25	0,03

Далее были вычислены вектор приоритетов, который приведен в табл. 1, максимальное собственное значение λ_{\max} , индекс согласованности и отношение согласованности.

Расчет максимального собственного значения λ_{\max} осуществляется по матрице парных сравнений следующим образом: суммируется каждый столбец суждений, затем сумма первого умножается на величину первой компоненты нормализованного вектора приоритетов, сумма второго столбца – на вторую компоненту и т.д. затем полученные числа суммируются /1/.

Индекс согласованности определяем по следующей формуле:

$$ИС = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1),$$

где n – число сравниваемых элементов (размер матрицы).

Подсчитываем среднее значение индекса согласованности для полученной матрицы. Если разделить ИС на число, соответствующее случайной согласованности, получаем отношение согласованности (ОС). Для матрицы размера $n = 5$ случайная согласованность $СС = 1,12$. Вычисляем отношение согласованности по следующей формуле:

$$ОС = ИС / СС$$

Отношения согласованности полученной матрицы $OS = 0,08$. Уровень согласованности считается допустимым при $OS \leq 0,1$. Если уровень согласованности превышает 0,1, то необходим пересмотр суждений. В данном случае этого не требуется.

Далее переходим к парным сравнениям на нижнем уровне. Сравнимые попарно элементы – это возможные варианты выбора центра блока. Получаем пять матриц суждений размерностью 7×7 , поскольку имеется пять критериев на втором уровне и семь аппаратов, которые попарно сравниваются по каждому из критериев.

Полученные матрицы позволяют рассчитать коэффициенты важности соответствующих элементов иерархического уровня. Для этого были вычислены собственные вектора матрицы, а затем они пронормированы. Получены следующие вектора приоритетов по каждому критерию, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Вектора приоритетов для уровня 3

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5
П-102	0,19	0,32	0,33	0,03	0,31
К-101	0,36	0,29	0,33	0,32	0,31
ХВ-102	0,08	0,06	0,16	0,25	0,025
Х-105	0,02	0,05	0,02	0,03	0,025
Е-103	0,14	0,15	0,02	0,03	0,02
К-108	0,19	0,09	0,12	0,32	0,16
ХВ-103	0,02	0,04	0,02	0,03	0,15

Для обнаружения несогласованности полученных матриц уровня 3 также были рассчитаны: максимальное собственное значение λ_{\max} , индекс согласованности и отношение согласованности.

Для матрицы размера $n = 7$ случайная согласованность $CS = 1,32 / 3$.

Отношение согласованности для матриц парных сравнений уровня 3 составило: по критерию $K_1 - 0,07$, $K_2 - 0,06$, $K_3 - 0,09$, $K_4 - 0,001$, $K_5 - 0,05$. Полученные значения OS приемлемы, и, следовательно, пересмотра для улучшения согласованности не требуется.

Определение наилучшей альтернативы осуществляется по формуле:

$$V_j = \sum_{i=1}^n w_i V_{ji}$$

где V_i – вес качества j -й альтернативы; w_i – вес i -го критерия; V_{ij} – важность j -й альтернативы по i -ому критерию.

Для каждого аппарата блока определяем весовой коэффициент и получаем следующие значения:

$$V_{П-102} = 0,23$$

$$V_{К-101} = 0,33$$

$$V_{Хв-102} = 0,13$$

$$V_{Х-105} = 0,03$$

$$V_{Е-103} = 0,08$$

$$V_{К-108} = 0,18$$

$$V_{Хв-103} = 0,03$$

Таким образом, вышеприведенные расчеты позволяют определить весовой коэффициент каждого аппарата по заданным критериям и выявить из них наибольший, по параметрам которого будут рассчитаны показатели взрывоопасности. В данном случае таким аппаратом является колонна К-101, весовой коэффициент которой $V_{К-101}=0,33$.

Литература

1. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений, а также хроника событий в Волшебных странах: Учебник. Изд. второе, перераб. и доп. – М.: Логос, 2003.
2. Ногин В. Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.
3. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993.
4. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. М.: Радио и связь, 1991.