

УДК 614.8

*М. В. Шовкун¹, А. И. Коровин², В. Ю. Востоков¹*¹Московский физико-технический институт (государственный университет)²Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России

К вопросу использования метода поэлементного расчета износа совокупности узлов, механизмов и агрегатов при оценке частоты возникновения чрезвычайной ситуации на опасном объекте

В работе представлен анализ, позволяющий сделать вывод о том, что при оценке частоты возникновения чрезвычайной ситуации на объекте хранения и/или технологического использования пожаровзрывоопасных и токсичных веществ износ совокупности узлов, механизмов и агрегатов объекта может быть принят равным износу «долгоживущего» оборудования объекта.

Ключевые слова: частота возникновения чрезвычайных ситуаций, совокупность узлов, механизмов и агрегатов, износ, физический износ оборудования.

Изменившиеся экономические и правовые условия хозяйствования привели к тому, что потребовались новые механизмы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. К числу таких механизмов в том числе можно отнести Федеральный закон от 27.07.10 № 225-ФЗ «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте». Для его внедрения на практике необходима методическая база, в рамках которой расчеты как промежуточные, так и основные показатели риска, должны производиться в оперативном порядке, а получаемые результаты — легко проверяемы и максимальным образом защищены от проявления субъективизма расчетчика.

Анализ подходов международного «Руководства по классификации и определению приоритетности рисков, связанных с крупными авариями на объектах перерабатывающей и смежных отраслей промышленности» [1], представленный в [2, 3], позволил предложить для оценки частоты возникновения чрезвычайных ситуаций на стационарных объектах, использующих пожаровзрывоопасные и токсичные вещества, алгоритм, удовлетворяющий указанным требованиям:

$$\lambda = N \cdot 10^{-N_0 + \frac{\eta^2}{2}}, \quad (1)$$

где N — число погрузочно-разгрузочных операций в течение года (для объектов хранения воспламеняющихся газов под давлением — число хранящихся газовых баллонов, цистерн); N_0 — базовый показатель вероятности чрезвычайной ситуации для конкретного типа вещества и рода деятельности (таблица 1);

η — «физический» износ оборудования объекта.

Под «физическим» износом конкретного узла, механизма или агрегата понимается отношение наработанного срока ($T^{\text{нар}}$) к нормативному сроку службы ($T^{\text{норм}}$) оборудования данного типа [4]:

$$\eta = \frac{T^{\text{нар}}}{T^{\text{норм}}}. \quad (2)$$

Т а б л и ц а 1
Базовые показатели вероятности чрезвычайной ситуации¹

Вид вещества	Род деятельности	
	Хранение	Использование
Взрывчатые вещества	8,5	7,5
Воспламеняющиеся газы , сжиженные давлением (подземные объекты)	8,5	7,5
Воспламеняющиеся газы , сжиженные давлением (наземные объекты)	7,5	6,5
Воспламеняющиеся газы , сжиженные охлаждением	7,5	—
Воспламеняющиеся газы под давлением (баллоны)	6,7	—
Горючие жидкости с давлением насыщенных паров менее 0,3 бар при 20 °С	9,5	8,5
Горючие жидкости с давлением насыщенных паров более 0,3 бар при 20 °С	8,5	7,5
Токсичные газы	7,5	6,5
Токсичные жидкости	6,5	5,5

Для определения износа совокупности узлов, механизмов и агрегатов (которую, по сути, представляет собой оборудование объекта) соотношение (2), естественно, неприменимо. Поэтому использование рассматриваемого алгоритма оценки частоты возникновения чрезвычайной ситуации на практике до решения задачи об определении «физического» износа оборудования объекта, как совокупности узлов, механизмов и агрегатов невозможно.

В отечественной литературе можно найти описание различных способов определения износа совокупности узлов, механизмов и агрегатов. Наиболее полный их обзор представлен в работе [5]. Анализ указанных способов определения износа совокупности узлов, механизмов и агрегатов, проведенный в [6], показал, что в рамках рассматриваемого алгоритма возможно использование только так называемого метода поэлементного расчета износа совокупности узлов, механизмов и агрегатов. Данный метод основан на определении физического износа для отдельных узлов машин и оборудования и суммировании полученных значений с учетом доли себестоимости узлов в себестоимости объекта оценки в целом:

$$\eta_{\Sigma} = \sum_i \alpha_i \eta_i, \quad (3)$$

где η_i — физический износ i -го узла, рассчитываемый с помощью соотношения (2), α_i — доля стоимости в общей стоимости объекта при его пуске, определяемая как

$$\alpha_i = \frac{C_i^{\text{нач}}}{\sum_i C_i^{\text{нач}}}.$$

Здесь $C_i^{\text{нач}}$ — стоимость i -го узла при пуске объекта.

Понятно, что на практике при оценке частоты возникновения чрезвычайной ситуации в оперативном порядке воспользоваться соотношением (3) практически невозможно, так как придется привлекать данные по каждому узлу, агрегату и механизму, количество которых на объекте может исчисляться тысячами единиц. Поэтому представляется целесообразным разделить все элементы рассматриваемой совокупности узлов, агрегатов и механизмов на несколько групп по их «времени жизни»²:

¹Существуют определенные замечания по поводу значений базового показателя для сжиженных воспламеняющихся газов. Но это никак не влияет на изложение представляемого материала.

²В работе [5] рекомендуется делить совокупность узлов, агрегатов и механизмов на две группы — «короткоживущие» и «долгоживущие».

- 1) «короткоживущие» ($i = 1$) с нормативным сроком службы $T_1^{\text{норм}} = 1$ год;
- 2) «среднеживущие» ($i = 2$) с нормативным сроком службы $T_2^{\text{норм}} = 5$ лет;
- 3) «долгоживущие» ($i = 3$) с нормативным сроком службы $T_3^{\text{норм}} = 25$ лет³.

Что касается значений α_i , то в литературе, например в уже упоминаемой работе [5], даются только оценки для α_3 — доли стоимости «долгоживущего» оборудования в общей стоимости объекта при его пуске, которое, как правило, колеблется в интервале (80–90)%.

Выбрав нижнюю границу указанного интервала и сохранив, для удобства, 5-кратный шаг изменения значения параметра при переходе от одной группы узлов, агрегатов и механизмов к другой, получим

$$\alpha_i = \begin{cases} 1/31 & \text{при } i = 1; \\ 5/31 & \text{при } i = 2; \\ 25/31 & \text{при } i = 3. \end{cases} \quad (4)$$

На представленных ниже рисунках даны зависимости износа совокупности узлов, агрегатов и механизмов от времени (в качестве «времени» используется износ «долгоживущего» оборудования), рассчитанные с помощью соотношений (3) и (4), в двух случаях:

- 1) рис. 1 — когда «короткоживущее» и «среднеживущее» оборудование заменяется новое по истечению нормативного срока службы;
- 2) рис. 2 — когда «короткоживущее» и «среднеживущее» оборудование до замены эксплуатируется два нормативных срока.

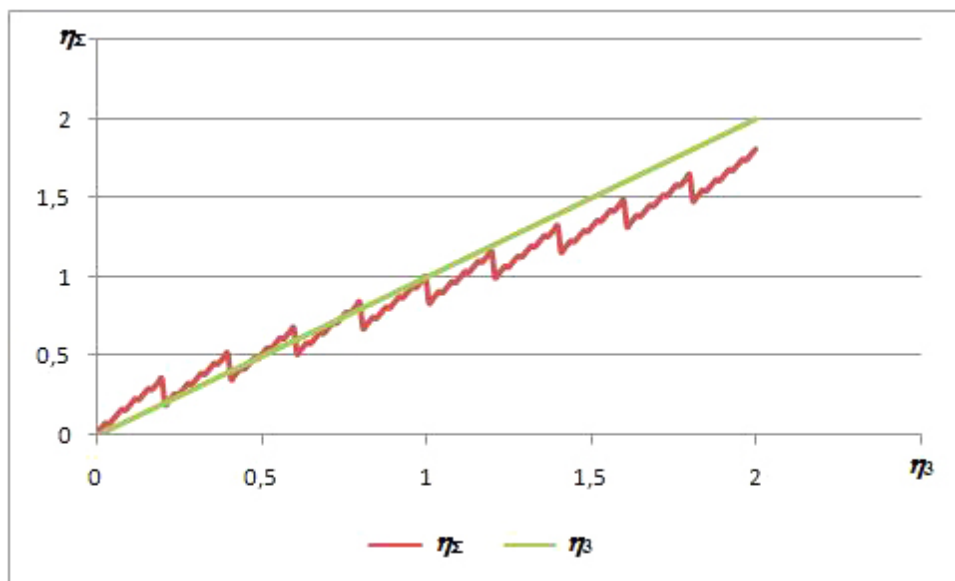


Рис. 1. Зависимость износа совокупности узлов, агрегатов и механизмов от времени при замене «короткоживущего» и «среднеживущего» оборудования по истечению нормативного срока службы

Как видим, для оценки износа совокупности узлов, агрегатов и механизмов «сверху» при значениях, превышающих 1, с успехом может использоваться значение износа «долгоживущего» оборудования. (Интерес к области значений износа, превышающих 1, определен видом функции, являющейся показателем степени в соотношении (1).)

В заключение представляется целесообразным, для справки, показать реальную картину износа «долгоживущего» оборудования в Российской Федерации (рис. 3).

³В соответствии с [4] нормативные сроки службы различных узлов, агрегатов и механизмов в Российской Федерации изменяются от 1 года до 30 лет.

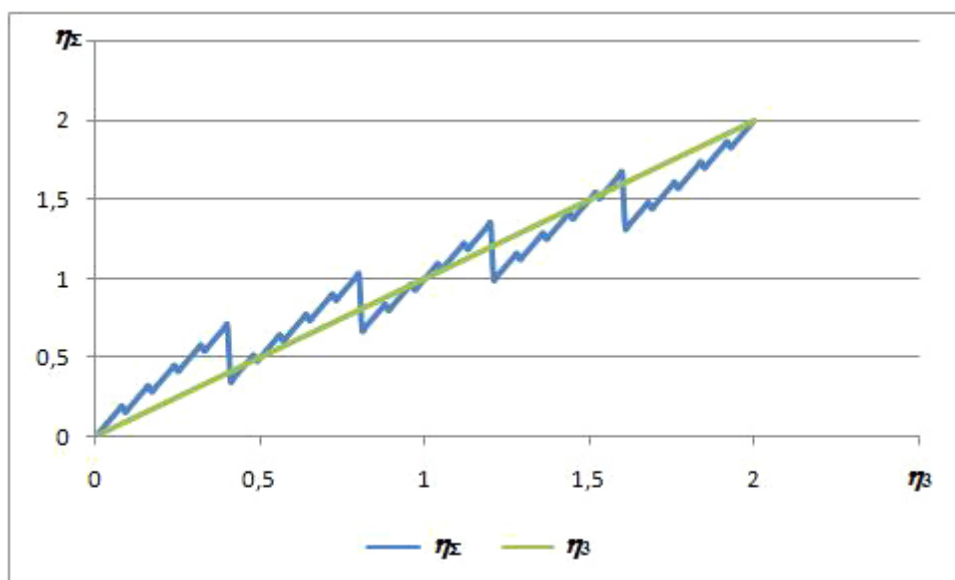


Рис. 2. Зависимость износа совокупности узлов, агрегатов и механизмов от времени при замене «короткоживущего» и «среднеживущего» оборудования по истечению двух нормативных сроков службы

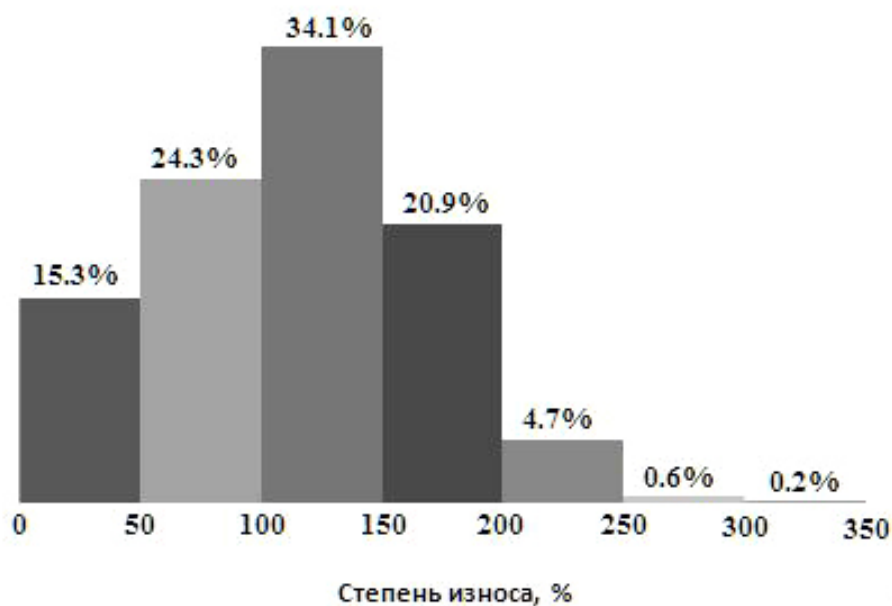


Рис. 3. Распределение генераторов теплоэлектростанций России по степени износа в 2008 году [4]

Статья рекомендована к публикации секцией «Высокие технологии в обеспечении безопасности жизнедеятельности» 55-й научной конференции МФТИ.

Литература

1. Manual for the classification and prioritization of risks due to major accidents in process and related industries. IAEA, Vienna, 1993. IAEA-TECDOC-727. ISSN 1011-4289.
2. *Востоков В.Ю.* К вопросу определения частоты аварийных ситуаций на объектах, осуществляющих деятельность с использованием пожаровзрывоопасных и аварийно химически опасных веществ // Проблемы анализа риска. – 2007. – Т. 4. – № 4.

3. *Востоков В.Ю., Захаров Ю.С., Коровин А.И.* Алгоритм оперативной оценки частоты возникновения чрезвычайной ситуации техногенного характера на стационарных объектах, осуществляющих деятельность с использованием пожаровзрывоопасных и токсичных веществ // Технологии гражданской безопасности. — 2011. — Т. 8. — № 4.
4. Постановление правительства РФ «О классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы» от 01.01.2002 г.
5. *Ковалев А.П., Еленева Ю.Я., Корниенко А.А.* Оценка рыночной стоимости машин и оборудования: учебно-практическое пособие / под общей редакцией В.М. Рутгайзера. — М.: Дело, 1998.
6. *Коровин А.И., Гладков А.А., Востоков В.Ю.* К вопросу оценки в оперативном порядке частоты возникновения чрезвычайной ситуации на опасном объекте // Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. XII научно-практическая конференция. 17-18 октября 2012 г. Доклады и выступления. — М.: ФКУ Центр «Антистихия», 2013.
7. Рэнкинг физического износа оборудования ТЭС: аналитический отчет. — М: ЗАО «Тейдер» & ЗАО «АйТи Энерджи Аналитика», 2008 (<http://www.teider.ru>).

Поступила в редакцию 29.11.2012.