

ВЫБОР МЕТОДА РАСЧЕТА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

А.С. АКУЛОВ, Ю.В. ГУДЗЬ, И.В. КРЕМЕР, С.С. ПОЛЕЖНЕВ, Ю.М. ПРОШИН

*ООО «ЭКЦ «Безопасность»,
350020, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Красных Партизан, 559,
электронная почта: bezopasnost_07@mail.ru*

В этой статье рассматриваются методы расчета остаточного ресурса зданий и сооружений при проведении экспертизы промышленной безопасности.

Ключевые слова: остаточный ресурс, категория технического состояния, капитальный ремонт, авария, критерии предельного состояния.

Оценка остаточного ресурса конструкций зданий является одной из ведущих задач в сфере обеспечения безопасности эксплуатации зданий и сооружений. В настоящее время в эксплуатации находится большое количество зданий промышленных предприятий, отработавших нормативный срок эксплуатации. Аварии этих объектов могут привести к нанесению ущерба окружающей среде.

Остаточный ресурс – это период эксплуатации объекта от момента контроля его технического состояния до перехода в предельное состояние [2].

Предельным состоянием называется состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

В рамках проведения экспертизы промышленной безопасности выполняются оценка параметров технического состояния и выбор определяющих параметров. Они осуществляются по результатам анализа технической документации и данных обследования.

В настоящее время основные подходы к определению остаточного ресурса, как физико-механической характеристики зданий и сооружений, связаны с использованием [5, 10, 11, 12]:

- детерминированных расчетов;
- теории вероятности.

При оценке остаточного ресурса здания в детерминированной постановке нет точного вида формулы, а выбираются готовые формулы, обычно многочлены различной степени. Однако многочлен слишком низкой степени даёт грубое описание процесса, а многочлен высокой степени не будет сглаживать отклонения. Зависимость, отображающая характер убывания функциональных качеств конструкции, должна быть достаточно обоснована. Волевой порядок выбора такой зависимости должен учитывать (при отсутствии или недостаточности информационного материала) хотя бы логически процесс потери способности конструкции с течением времени выполнять свои функции. В противном случае экстраполяция выбранного закона поведения конструкции по рассматриваемому параметру вплоть до её предельного состояния может привести к существенным ошибкам, иногда с тяжёлыми последствиями.

Применение вероятностных методов требует значительного объёма информации о внешних воздействиях, а также информации о материалах конструкций. Увеличение объёма необходимой информации обеспечивает большую достоверность выводов о надёжности и долговечности зданий и сооружений [4, 10].

При вероятностном подходе:

- внешние условия эксплуатации конструкции считаются случайными процессами;
- за основной показатель надёжности принимается вероятность пребывания параметров системы в некоторой допустимой области, нарушение нормальной эксплуатации приводит к выходу из этой области;
- выход конструкции из строя является, как правило, следствием постепенного накопления повреждений;
- оценка соответствия фактического риска аварии объекта предъявляемым требованиям конструкционной безопасности является составной частью определения остаточного ресурса [6].

Наиболее распространенным подходом к данному вопросу является использование принципа «безопасной эксплуатации по техническому

состоянию» [1, 7-9]. Определение остаточного ресурса осуществляется по определяющим параметрам технического состояния. В качестве последних принимаются параметры, изменение которых (в отдельности или в некоторой совокупности) может привести объект в неработоспособное или предельное состояние.

Параметрами технического состояния объекта служат:

- характеристики материалов (механические и химические);
- коэффициенты запасов прочности;
- технологические показатели.

Выбор ключевых параметров осуществляется по результатам анализа технической документации и результатов обследования. В отдельных случаях допустимо использовать результаты экспертной оценки, которая обязательно должна включать анализ условий эксплуатации, инструментальный контроль и поверочные расчеты.

Необходимо отметить, что все вышеописанные методы имеют ограниченную область применения, а также не учитывают такие существенные при определении остаточного ресурса факторы, как:

- резкое изменение условий эксплуатации и возможное воздействие особых нагрузок;
- наличие скрытых дефектов конструкций;
- качество изготовления конструкций;
- скорость деградации материалов конструкций и ее изменение.

Влияние негативных факторов снижается следующим образом:

- резкое изменение условий эксплуатации и возможное воздействие особых нагрузок – путем введения коэффициента надежности, определяемым на основании анализа текущих условий эксплуатации;
- наличие скрытых дефектов конструкций и качество их изготовления – путем введения понижающего коэффициента;
- скорость деградации характеристик материалов конструкций определяется в рамках научно-технического сопровождения строительства

путем проведения периодического инструментального контроля отдельных показателей строительных конструкций.

Расчеты остаточного ресурса, в зависимости от физического износа, по критериям предельных состояний проводятся следующим методом [9]:

Общая оценка поврежденности сооружения производится по формуле:

$$\varepsilon = \frac{\alpha_1 \cdot \varepsilon_1 + \alpha_2 \cdot \varepsilon_2 + \dots + \alpha_n \cdot \varepsilon_n}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n}, \quad (1)$$

где $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$ – максимальные повреждения отдельных конструкций;

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ – коэффициенты значимости отдельных видов конструкций.

Относительная оценка повреждаемости сооружения проводится по формуле:

$$\gamma = 1 - \varepsilon, \quad (2)$$

Постоянная износа определяется по данным обследования

$$\lambda = \frac{-\ln \gamma}{t_e}, \quad (3)$$

где t_e – срок службы в годах на момент проведения экспертизы.

Срок службы здания с начала эксплуатации до капитального ремонта определяется по формуле, в годах

$$t = \frac{0,16}{\lambda}, \quad (4)$$

Срок службы здания с начала эксплуатации до аварийного состояния определяется по формуле, в годах

$$t_0 = \frac{0,22}{\lambda}. \quad (4)$$

По результатам расчетов остаточного ресурса делается оценка ресурса отдельных конструктивных элементов здания, частей здания, либо здания в целом. При расчете остаточного ресурса по нескольким критериям ресурс назначается по минимальному значению.

Таким образом, выбранный метод расчета позволяет в заключении экспертизы промышленной безопасности зданий и сооружений опасных

производственных объектов указать срок службы здания с момента обследования до капитального ремонта и срок эксплуатации конструкций до аварийного состояния.

На основании данных по оценке технического состояния объекта и остаточного ресурса принимается обоснованное решение о возможности дальнейшей эксплуатации объекта в соответствии с остаточным или назначенным ресурсом, или его ремонте, снижении рабочих параметров, использованию по иному назначению или выводу из эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 № 116-ФЗ.

2. РД 09-102-95 Методические указания по определению остаточного ресурса потенциально опасных объектов, поднадзорных Госгортехнадзору России. Утв. пост. №57 Госгортехнадзора России от 17.04.1995.

3. ФНП в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности». Утв. Приказом Ростехнадзора от 14.11.2013 №538.

4. Болотин В.В. Методы теории вероятностей и теории надёжности в расчётах сооружений. – М.: Стройиздат, 1982. – 352 с.

5. Каверин А.А. Методика расчета остаточного ресурса сооружения по результатам обследования. // Обследование зданий и сооружений: проблемы и пути их решения: материалы научно-практической конференции. 18 октября 2013 г. – СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2013. – С. 33-38.

6. Мельчаков А.П. Расчёт и оценка риска аварии и безопасного ресурса строительных объектов. – Челябинск: ЮУрГУ, 2006. – 49 с.

7. Пермяков М.Б. Расчет и оценка остаточного ресурса зданий. // Современные строительные технологии, конструкции и материалы: Сб. науч. тр. / Под ред. М.Б. Пермякова. – Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И.Носова», 2011. – С. 17-22.

8. Пермяков М.Б. Методика расчета остаточного ресурса зданий на опасных производственных объектах. // Актуальные проблемы архитектуры, строительства и дизайна: материалы международной науч.-практ. конф. / под общ. ред. Пермякова М.Б., Чернышовой Э.П. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – С. 169-175.

9. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам. – М.: ЦНИИПРОМЗДАНИЙ, 2001.

10. Сущев С.П., Адаменко И.А., Самолинов Н.А. Остаточный ресурс конструкций здания (сооружения) и возможные методы его оценки // Электронный журнал: Предотвращение аварий зданий и сооружений. ООО «Велд», 2009. URL <http://www.pamag.ru/prensa/ostatok-resurs>.

11. Самолинов Н.А. Использование неразрушающих методов контроля прочности конструкций при определении остаточного ресурса зданий и сооружений. // Сейсмостойкое строительство, безопасность сооружений. – 2002. - №3.

12. Шматков С.Б. Способ расчёта остаточного ресурса строительных конструкций. – ТехНАДЗОР. – 2007. - №5.

REFERENCES

1. Federalnyy zakon «O promyshlennoy bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh obektov» ot 21.07.1997 № 116-FZ.

2. RD 09-102-95 Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu ostatochnogo resursa potentsialno opasnykh obektov, podnadzornykh Gosgortekhnadzoru Rossii. Utv. post. №57 Gosgortekhnadzora Rossii ot 17.04.1995.

3. FNP v oblasti promyshlennoy bezopasnosti «Pravila provedeniya ekspertizy promyshlennoy bezopasnosti». Utv. Prikazom Rostekhnadzora ot 14.11.2013 №538.

4. Bolotin V.V. Metody teorii veroyatnostey i teorii nadezhnosti v raschetakh sooruzheniy. – М.: Stroyizdat, 1982. – 352 s.

5. Kaverin A.A. Metodika rascheta ostatochnogo resursa sooruzheniya po rezultatam obsledovaniya. // Obsledovanie zdaniy i sooruzheniy: problemy i puti ikh

resheniya: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 18 oktyabrya 2013 g. – SPb.: Izd-vo Politekhnicheskogo universiteta, 2013. – S. 33-38.

6. Melchakov A.P. Raschet i otsenka riska avarii i bezopasnogo resursa stroitelnykh obektov. – Chelyabinsk: YuUrGU, 2006. – 49 s.

7. Permyakov M.B. Raschet i otsenka ostatochnogo resursa zdaniy. // Sovremennye stroitelnye tekhnologii, konstruksii i materialy: Sb. nauch. tr. / Pod red. M.B. Permyakova. – Magnitogorsk: FGBOU VPO «MGTU im. G.I.Nosova», 2011. – S. 17-22.

8. Permyakov M.B. Metodika rascheta ostatochnogo resursa zdaniy na opasnykh proizvodstvennykh obektakh. // Aktualnye problemy arkhitektury, stroitelstva i dizayna: materialy mezhdunarodnoy nauch.-prakt. konf. / pod obshch. red. Permyakova M.B., Chernyshovoy E.P. – Magnitogorsk: Izd-vo Magnitogorsk. gos. tekhn. un-ta im. G.I. Nosova, 2012. – S. 169-175.

9. Rekomendatsii po otsenke nadezhnosti stroitelnykh konstruksiy zdaniy i sooruzheniy po vneshnim priznakam. – M.: TsNIIPROMZDANIY, 2001.

10. Sushchev S.P., Adamenko I.A., Samolinov N.A. Ostatochnyy resurs konstruksiy zdaniya (sooruzheniya) i vozmozhnye metody ego otsenki // Elektronnyy zhurnal: Predotvrashchenie avariy zdaniy i sooruzheniy. OOO «Veld», 2009. URL <http://www.pamag.ru/prensa/ostatok-resurs>.

11. Samolinov N.A. Ispolzovanie nerazrushayushchikh metodov kontrolya prochnosti konstruksiy pri opredelenii ostatochnogo resursa zdaniy i sooruzheniy. // Seysmostoykoe stroitelstvo, bezopasnost sooruzheniy. – 2002. - №3.

12. Shmatkov S.B. Sposob rascheta ostatochnogo resursa stroitelnykh konstruksiy. – TekhNADZOR. – 2007. - №5.

CHOICE OF METHOD OF CALCULATION OF REMAINING LIFE OF BUILDINGS AND FACILITIES

A.S. AKULOV, YU.V. GUDZ, I.V. KREMER, S.S. POLEZHNEV, YU.M. PROSHIN

*LLC "Expert-consultative Center "Security"
559, Krasnykh Partizan str., Krasnodar, Russian Federation, 350020,
e-mail: bezopasnost_07@mail.ru*

This article discusses methods for calculating the residual life of buildings and structures during the examination of industrial safety.

Key words: Residual resource category technical condition, repair, accident, limiting state criteria.