

**Classification of accidents at hazardous production facilities
Permyakov M.¹, Myshinskij M.², Davydova A.³, Stepochkin V.⁴,
Gibadullin R.⁵, Lapshin V.⁶, Sagitdinov R.⁷ (Russian Federation)**

**Классификация аварий на опасных производственных объектах
Пермяков М. Б.¹, Мышинский М. И.², Давыдова А. М.³, Степочкин В. М.⁴,
Гибадуллин Р. Ф.⁵, Лапшин В. В.⁶, Сагитдинов Р. А.⁷ (Российская Федерация)**

¹Пермяков Михаил Борисович / Permyakov Mikhail - доцент, кандидат технических наук, доктор наук Ph.D., директор

Института строительства, архитектуры и искусства,
заведующий кафедрой;

²Мышинский Максим Игоревич / Myshinskij Maxim - кандидат технических наук, доктор наук Ph.D., старший преподаватель;

³Давыдова Анастасия Михайловна / Davydova Anastasiya - научный сотрудник,
кафедра строительного производства,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
Высшего профессионального образования

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова;

⁴Степочкин Владимир Михайлович / Stepochkin Vladimir - инженер;

⁵Гибадуллин Роман Флюсович / Gibadullin Roman - инженер;

⁶Лапшин Валерий Вячеславович / Lapshin Valerij - инженер;

⁷Сагитдинов Ренат Айратович / Sagitdinov Renat - заместитель директора,
ЗАО «Магнитогорский центр технической экспертизы», г. Магнитогорск

Аннотация: в настоящее время в нашей стране эксплуатируется несколько десятков миллионов тонн строительных металлических конструкций. При этом наряду с высококачественными конструкциями и сооружениями имеются и такие, состояние которых затрудняет их эксплуатацию, а иногда приводит к авариям. Для решения этой проблемы необходимо всестороннее изучение аварий и поврежденных металлических конструкций.

Abstract: currently operated by several tens of millions of tons of metal structures in our country. At the same time, along with high-quality designs and constructions are also those whose condition makes it difficult to operate, and sometimes leads to accidents. To solve this problem, a comprehensive study of accidents and damage to metal structures.

Ключевые слова: ресурс, авария, предельное состояние, обследование, риск.

Keywords: resource, failure, maximum state, inspection, risk.

В работах разных авторов можно встретить попытки классификации аварий и их причин. Так, первая попытка классификации, принадлежавшая советскому учёному Ф. Д. Дмитриеву, была проведена в 1953 году. Дмитриев выделил 3 причины аварий [2]:

- стихийные силы природы
- несовершенство инженерно-технических знаний
- социально-экономические условия.

Конечно, сразу следует отметить, что, например, такую причину, как коррозия металла, с трудом можно подставить в данную классификацию.

Подход к составлению классификаций у разных авторов различный:

Мак Кейг: невежество; экономия; небрежность; стихийное бедствие.

Кикин А. И.: от силовых воздействий; от механических воздействий; от физических воздействий; от химических воздействий.

Мизюмский И. А.: ошибки проектирования; дефекты, возникающие в процессе производства работ; дефекты эксплуатации; недостаточная изученность условий работы и свойств материалов [3].

Лашенко М. Н.: Перегрузка в результате недооценки действующей нагрузки; Потеря устойчивости (общая, местная, изгибно-крутильная); неудачные проектные решения и отступления от проекта; неправильности, допущенные при изготовлении и монтаже конструкции; неправильности, допущенные при эксплуатации конструкций; аварии в результате усталости металла и вибраций; дефектность оснований, на которые установлены металлические конструкции; непредвиденные причины.

Ерёмин К. И., Ницета С. А.: ошибки проектирования; дефекты изготовления, транспортирования и монтажа; повреждения, полученные конструкциями при безответственной эксплуатации; аварийные состояния из-за безответственной эксплуатации оборудования; стихийные бедствия [4].

При ознакомлении с работами вышеприведённых авторов, явно прослеживается основной недостаток, присущий каждой из данных классификаций: это попытка «объять необъятное». То есть, в

один ряд ставятся и субъективные причины, и вид аварийного разрушения. Кроме того, некоторые авторы считают аварией именно резкое, аварийное разрушение конструкции, в то время как другие подразумевают любой выход конструкции из строя, даже обусловленный моральным износом.

Отдельно стоит отметить классификацию Кикина А. И.: при кажущейся однородности приведенных причин, нельзя не заметить разногласия, возникающие даже с точки зрения применяемых терминов. То есть, общеизвестно, что «механика» – это один из разделов физики, а «силовые воздействия» – один из объектов механики.

Так как причины аварий разнородны и разнообразны, более того, не существует двух идентичных аварий, то стоит проводить различную классификацию по разным параметрам.

Автором предлагается следующий подход к классификации аварий [5]:

1. По видам отказов:
 - аварийное разрушение, характеризующееся резким изменением состояния конструкции;
 - постепенный отказ.
2. По субъективности причин:
 - ошибки при проектировании конструкции;
 - ошибки при монтаже конструкции;
 - ошибки при эксплуатации.
3. Объективные причины:
 - стихийные бедствия;
 - аварии оборудования цехов;
 - износ конструкции при нормальной работе.
4. По типу наступившего предельного состояния:
 - наступление предельного состояния 1-го типа;
 - наступление предельного состояния 2-го типа.
5. По факторам, приведшим к наступлению предельного состояния:
 - факторы, способствовавшие уменьшению предельного значения параметра. Сюда входят: химические воздействия (включая коррозию); трещинообразование;
 - изменение физико-химических свойств материала в результате старения;
 - уменьшение геометрических характеристик сечения элемента (вырезы, погибы);
 - факторы, способствовавшие увеличению значений расчётных параметров. Сюда входят: увеличение собственной массы конструкции (чаще всего из-за ошибок проектирования); увеличение действующих нагрузок; изменение геометрической схемы конструкции.

Приведённая классификация причин аварий позволит дать более глубокий анализ причин и последствий аварий, избежать повторения аналогичных аварий на различных объектах и тем самым избежать остановки производства, экономических потерь и самое главное – человеческих жертв.

Для анализа разрушаемости эксплуатируемых промышленных зданий необходимо дать классификацию причин аварий и разрушений, приведенных различными авторами.

Аварии промышленных зданий в мирное время обуславливается следующими причинами:

- воздействием природных факторов, приводящих к старению и коррозии материалов конструкций и ухудшению их физико-механических характеристик: воздушной среды, атмосферной влаги, грунтовых вод, засоленных и просадочных грунтов, отрицательной температуры воздуха, блуждающих токов в грунте, биологических факторов, вызывающих гниение и разрушение материала, и др.;
- стихийными бедствиями, вызывающим разрушение: ураганами, бурями, смерчами, цунами, ливнями, наводнениями, затоплениями, землетрясениями, оползнями, селевыми потоками, снежными обвалами и др.;
- проектно-производственными дефектами зданий и установленных в них технических систем: ошибками при изыскании и проектировании, низким качеством выполнения строительных работ или строительных материалов и конструкций;
- воздействием технологических процессов на материалы и конструкции: дополнительных нагрузок, высоких температур, вибрации, окислителей, парогазовых и жидких агрессивных средств, минеральных масел и эмульсий;
- нарушением правил эксплуатации зданий, технических систем и возникающими в результате этого пожарами, взрывами и др. последствиями.

Разрушения и повреждения промышленных зданий подразделяются на 2 группы:

- повреждения здания в целом или изменение положения относительно его основания (просадки, наклоны, опрокидывания, смещения);
- повреждения отдельных конструкций, их элементов или узлов.

В зависимости от степени повреждения конструкции разрушенных зданий можно разбить на 3 группы:

- конструкции, совершенно непригодные для восстановления (такие конструкции расчленяются на части и удаляются за пределы объекта);
- конструкции, которые могут быть восстановлены в демонтированном виде;
- конструкции, которые могут быть восстановлены без демонтажа путем усиления или замены отдельных поврежденных элементов.

Существуют так же объективные причины износа и повреждений зданий, такие как режим работы конструкций, степень агрессивности среды, температурно-влажностный режим и др. И субъективные причины – не соблюдение правил технической эксплуатации со стороны технологического и ремонтного персонала. Механические воздействия на конструкции, складирование материалов на конструкции, либо в непосредственной близости от несущих конструкций, эксплуатация неисправного кранового оборудования и возникновения перекосов при движении кранов, допущение сверхнормативных нагрузок: снег, пыль и т.д.

Здания подвергаются как внешним, так и внутренним воздействиям. Все воздействия распределяются на физико-химические (радиация, температура, осадки, газы и химические вещества, электромагнитные волны, влажность и др.) и механические (воздушные потоки, нагрузки, морозное пучение, давление грунта и т.п.).

Дефекты зданий возникают из-за [7]:

- Ошибка заказчика - принципиально неверный выбор назначения и параметров объекта.
- Ошибка проекта – неправильно выбранное конструктивное решение.
- Ошибка строителей – нарушение технологии строительства, а так же низкое качество изготовления и монтажа конструкций.
- Неправильной эксплуатации здания. Накопленные на стадиях проектирования, изготовления, транспортировки, монтажа и эксплуатации недостатки, дефекты и повреждения в совокупности могут привести к аварийному разрушению наиболее ослабленных, либо наиболее нагруженных конструкций.

По результатам анализа проведенных обследований и по данным, полученным из имеющихся публикаций, авторами данной работы было установлено процентное соотношение причин аварийных обрушений металлических каркасов промышленных зданий. Наибольшее число аварий на опасных производственных объектах произошло по организационным причинам – 50,6%, по техническим причинам 44,55%, по прочим причинам 4,85%. В структуре организационных причин аварий преобладали причины, связанные с «человеческим фактором» (нарушение производственной дисциплины, неосторожные или несанкционированные действия исполнителей работ), а также с неэффективностью производственного контроля соблюдения требований промышленной безопасности [12].

В структуре технических причин аварий и несчастных случаев со смертельным исходом преобладали причины, связанные с неудовлетворительным состоянием основных производственных фондов, а также с несовершенством применяемых технологий и конструктивными недостатками технических устройств и оборудования. Причины произошедших аварий и несчастных случаев свидетельствуют о том, что на металлургических предприятиях неудовлетворительно осуществляется производственный контроль обеспечения промышленной безопасности.

На отдельных предприятиях не выполняются в технически обоснованные сроки и в необходимых объемах ремонты поврежденных конструкций, а так же капитальные ремонты и замена изношенного оборудования.

По степени последствий аварий и ущерба от них (экологический ущерб, экономический ущерб, ущерб здоровью и жизни людей) металлургические производства занимают в целом по промышленности первые места.

Практически во всех рассмотренных случаях произошедших аварий не оценивался риск возникновения аварийной ситуации из-за изменившихся условий эксплуатации и накопленных повреждений несущих конструкций.

Литература

1. *Веселов А. В., Пермяков М. Б., Трубкин И. С., Токарев А. А.* Сборно-монолитная составная свая и технология ее изготовления // Жилищное строительство. – 2012. – № 11. – С. 15-17.
2. *Chernyshova E. P., Permyakov M. B.* «Architectural town-planning factor and color environment». World applied sciences journal (indexed on Scopus <http://www.scopus.com/results/>), № 27(4), 2013. – pp. 437-443. – ISSN 1818-4952.
3. *Федосихин В. С., Воронин К. М., Гаркави М. С., Пермяков М. Б., Кришан А. Л., Матвеев В. Г., Чикота С. И., Голяк С. А.* Научные исследования, инновации в строительстве и инженерных коммуникациях в третьем тысячелетии // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2009. – № 2. – С. 49-50.

4. *Permyakov M. B.* «Building residual life calculation at hazardous production facilities» // *Advances in Environmental Biology* (экология, окружающая среда, безопасность жизнедеятельности) / Volume 8, Number 7, 2014. – pp. 1969-1973.
5. *Permyakov M. B.* «Methods of building residual life calculation» // *Advances in Environmental Biology* (экология, окружающая среда, безопасность жизнедеятельности) / Volume 8, Number 7, 2014. – pp. 1983-1986.
6. *Пермяков М. Б.* Анализ аварий производственных зданий и сооружений//Архитектура. Строительство. Образование. – 2014. – №1 (3). – С. 264-270.
7. *Пермяков М. Б., Чернышова Э. П.* Направления подготовки высшего профессионального образования в институте строительства, архитектуры и искусства//Архитектура. Строительство. Образование. – 2015. – № 1 (5). – С. 3-11.
8. *Пермяков М. Б., Тимофеев С. В.* Совершенствование технологии устройства противοfiltrационных завес способом «стена в грунте»//Архитектура. Строительство. Образование. – 2013. – № 2. – С. 129-138.
9. *Пермяков М. Б., Веселов А. В., Токарев А. А., Пермякова А. М.* Исследование технологии погружения забивных свай различных конструкций // Архитектура. Строительство. Образование. – 2015. – № 1 (5). – С. 12-17.
10. *Пермяков М. Б.* Методика расчета остаточного ресурса зданий на опасных производственных объектах // Архитектура. Строительство. Образование. – 2012. – № 1. – С. 169-176.
11. *Пермяков М. Б., Чернышова Э. П.* Архитектурно-строительному факультету Магнитогорского Государственного технического университета им. Г.И. Носова -70 лет//Жилищное строительство. – 2012. – №5. – С. 2-3.
12. *Mishurina O. A., Mullina E. R., Chuprova L. V., Ershova O. V., Chernyshova E. P., Permyakov M. B., Krishan A.L.* «Chemical aspects of hydrophobization technology for secondary cellulose fibers at the obtaining of packaging papers and cardboards» // *International Journal of Applied Engineering Research* / Volume 10, Number 24, 2015. – pp. 44812-44814. – ISSN 0973-4562.