

СОВРЕМЕННАЯ НАУКА :
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИЕСТЕСТВЕННЫЕ И
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№ 13 2015 (декабрь)

Учредитель журнала
Общество с ограниченной ответственностью
«НАУЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**Редационный совет**

- А.В. Царегородцев** – д.т.н., профессор Российский государственный гуманитарный университет
- Ю.Б. Миндлин** – к.э.н., доцент Московский государственный машиностроительный университет
- М.М. Безрукова** – д.б.н., профессор, директор Института возрастной физиологии РАО
- Н.Н. Грачев** – профессор Московского государственного института электроники и математики (технический университет), доктор высшей ступени в области технических наук (Doctor Habilitatus),
- А.И. Гусева** – д.т.н., профессор Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ"
- А.Я. Качанов** – д.воен.н., профессор Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ)
- А.И. Квасов** – д.т.н., профессор, академик Казахской Национальной Академии естественных наук, Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева
- С.М. Надежкин** – д.б.н., профессор Всероссийского НИИ селекции и семеноводства овощных культур Россельхозакадемии
- Б.А. Прудковский** – д.т.н., профессор, эксперт по высшему образованию группы компаний "ИНТЕРСЕРТИФИКА",
- С.Э. Саркисов** – д.м.н., профессор Научного центра акушерства, гинекологии и перинатологии
- В.В. Сергиевский** – д.х.н., профессор Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ"
- А.П. Симоненков** – д.м.н., профессор Института хирургии им. Вишневского РАМН

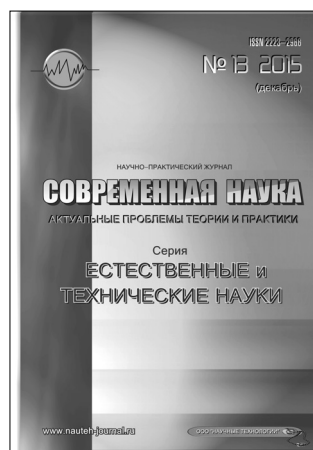
Издатель:

Общество с ограниченной ответственностью
«Научные технологии»
Адрес редакции и издателя:
109443, Москва, Волгоградский пр-т, 116-1-10
Тел/факс: 8(495) 755-1913
E-mail: redaktor@nauteh.ru
http://www.nauteh-journal.ru
http://www.vipstd.ru/nauteh

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере
массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия.

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС 77-44912 от 04.05.2011 г.

Scientific and practical journal

**В НОМЕРЕ:**ПОЖАРНАЯ
И ПРОМЫШЛЕННАЯ
БЕЗОПАСНОСТЬ
(ПО ОТРАСЛЯМ)

Журнал издается с 2011 года

Редакция:

Главный редактор

А.В. Царегородцев

Выпускающий редактор

Ю.Б. Миндлин

Верстка

VIP Studio ИНФО (<http://www.vipstd.ru>)Подписной индекс издания
в каталоге агентства «Пресса России» – 80016В течение года можно произвести
подписку на журнал непосредственно в редакции.

Авторы статей несут полную ответственность
за точность приведенных сведений, данных и дат.

При перепечатке ссылка на журнал
«Современная наука: Актуальные проблемы
теории и практики» обязательна.

Журнал отпечатан в типографии
ООО «КОПИ-ПРИНТ»
тел./факс: (495) 973-8296

Подписано в печать 26.12.2015 г.
Формат 84x108 1/16
Печать цифровая
Заказ № 0000
Тираж 2000 экз.

ISSN 2223-2966



ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

В.В. Тазов, М.А. Горюнов, С.М. Шарыгин, В.А. Бегинин, Г.В. Прияткин – Анализ опасности функционирования газораспределительных пунктов
V. Tazov, M. Goryunov, S. Sharygin, V. Beginin, G. Priyatkin – Risk analysis of gas distribution points3

В.В. Тазов, М.А. Горюнов, С.М. Шарыгин, В.А. Бегинин, Г.В. Прияткин – Экспертиза промышленной безопасности систем газоснабжения
V. Tazov, M. Goryunov, S. Sharygin, V. Beginin, G. Priyatkin – Examination of industrial safety of gas supply systems 6

Ф.М. Бомко, О.Н. Ротарь, К.А. Баданов – Оценка рисков последствий аварий газового оборудования
F. Bomco, O. Rotar, K. Badanov – Assessment risks of consequences accidents witch gas equipment 8

В.В. Тазов, М.А. Горюнов, С.М. Шарыгин, В.А. Бегинин, Г.В. Прияткин – Характеристика факторов безопасности эксплуатации оборудования котельных цехов
V. Tazov, M. Goryunov, S. Sharygin, V. Beginin, G. Priyatkin – Boiler departments operating safety factor 11

В.В. Тазов, М.А. Горюнов, С.М. Шарыгин, В.А. Бегинин, Г.В. Прияткин – Оценка безопасности функционирования малых котельных
V. Tazov, M. Goryunov, S. Sharygin, V. Beginin, G. Priyatkin – Safety assessment of miniboilers 16

М.Г. Биркин, В.Г. Ручий, М.Н. Третьяк, А.П. Самборский, А.А. Гуцин – Эффективность применения оперативной диагностики для определения технического состояния металлургических машин и механизмов
M. Birkin, V. Ruchii, M. Tretiak, A. Samborsky, A. Gushchin – Efficiency application of expeditious diagnostics for definition technical condition for metallurgical machins & mechanisms 21

И.Я. Кулешов, Э.М. Бютнер, Г.В. Прияткин, О.А. Якимова, Д.Г. Желонкин – Техническое диагностирование магистральных газопроводов
I. Kuleshov, E. Butner, G. Priyatkin, O. Yakimova, D. Zhelonkin – Technical diagnostics of gas mains 24

С.Н. Вотяков, Е.А. Иващенко, А.В. Чистяков, Ф.М. Бомко, О.В. Макаревич, Р.А. Чайка – Оценка рисков эксплуатации производственного оборудования предприятий нефтегазовой промышленности
S. Votyakov, E. Ivashenkov, A. Chistyakov, F. Bomco, O. Makarevich, R. Chaika – Assessment risks operation of the production equipment enterprises oil and gas industry 27

О.В. Макаревич, Д.Л. Гладиллов, Ф.М. Бомко, Е.Н. Прохоров, О.Н. Ротарь – Информационное обеспечение в системном подходе к управлению уровнем безопасности эксплуатации оборудования для химического производства
O. Makarevich, D. Gladilov, F. Bomco, E. Prokhorov, O. Rotar – Information support in system approach to management level of safety operation equipment for chemical production 30

В.В. Тазов, М.А. Горюнов, С.М. Шарыгин, В.А. Бегинин, Г.В. Прияткин – Оценка факторов опасности расположения объектов нефтехимической промышленности
V. Tazov, M. Goryunov, S. Sharygin, V. Beginin, G. Priyatkin – Hazard assessment of petrochemical industry object location 32

В.В. Тазов, М.А. Горюнов, С.М. Шарыгин, В.А. Бегинин, Г.В. Прияткин – Анализ влияния природных и антропогенных факторов на функционирование нефтехимических предприятий
V. Tazov, M. Goryunov, S. Sharygin, V. Beginin, G. Priyatkin – Analysis of natural & anthropogenic influence on the petrochemical industries functioning 36

В.В. Тазов, М.А. Горюнов, С.М. Шарыгин, В.А. Бегинин, Г.В. Прияткин – Определение факторов риска эксплуатации кранового оборудования
V. Tazov, M. Goryunov, S. Sharygin, V. Beginin, G. Priyatkin – Risk factors of crane equipment 40

В.В. Тазов, М.А. Горюнов, С.М. Шарыгин, В.А. Бегинин, Г.В. Прияткин – Анализ мер по повышению безопасности грузоподъемного оборудования
V. Tazov, M. Goryunov, S. Sharygin, V. Beginin, G. Priyatkin – Safety improvements of lifting equipment analysis 43

Сырятов В.Г., Д.В. Титов, К.Н. Гусинский, Ф.М. Бомко, А.А. Пакудин – Прогнозная модель долговечности подъемного сооружения
V. Siryatov, D. Titov, K. Gusinsky, F. Bomco, A. Pakudin – Predictive models durability of lifning equipment 45

Сырятов В.Г., Д.В. Титов, К.Н. Гусинский, Ф.М. Бомко, А.А. Пакудин – Вероятностная модель физического износа конструктивных элементов подъемного сооружения
V. Siryatov, D. Titov, K. Gusinsky, F. Bomco, A. Pakudin – Stochastic model physical wear of structural components lifting equipment 49

Сырятов В.Г., Д.В. Титов, А.А. Пакудин, А.П. Самборский, Д.Л. Гладиллов – Влияние усталости на безопасную эксплуатацию грузоподъемных машин
V. Siryatov, D. Titov, A. Pakudin, A. Samborsky, D. Gladilov – Effects of fatigue on the safe operation of lifting equipment 53

Сырятов В.Г., Д.В. Титов, А.А. Пакудин, Д.Л. Гладиллов, А.А. Гуцин – Роль экспертизы промышленной безопасности в обеспечении безопасной эксплуатации грузоподъемных машин
V. Siryatov, D. Titov, A. Pakudin, D. Gladilov, A. Gushchin – Role of industrial safety expertise in ensuring the safe operation of lifting equipment 55

Сырятов В.Г., Д.В. Титов, А.А. Пакудин, О.В. Ванякин, Е.С. Ковалева – Коррозия канатов грузоподъемных машин и методы защиты от нее
V. Siryatov, D. Titov, A. Pakudin, O. Vanakin, E. Kovaleva – The rope corrosion of hoisting equipment and the methods of protection against it 58

С.П. Рязанцев, А.А. Богданов, Н.Г. Мокропуло, А.А. Самборский, П.В. Марков – Безопасность проведения тепловых процессов в химической технологии
S. Ryazantsev, A. Bogdanov, N. Makropulo, A. Samborsky, P. Markov – Safety of thermal processes in chemical technology 60

ИНФОРМАЦИЯ

Наши Авторы / Our Authors 64

Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале 66

АНАЛИЗ ОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ

RISK ANALYSIS OF GAS DISTRIBUTION POINTS

V. Tazov
M. Goryunov
S. Sharygin
V. Beginin
G. Priyatkin

Annotation

The risk analysis of gas distribution points functioning was made. To analyze the causes of gas distribution point's equipment failure "fault tree" was built.

Keywords: industrial safety, gas distribution point, the accident.

Тазов Виталий Валерьевич

Директор

ООО "Дефектоскопия и Экспертиза"

Горюнов Михаил Александрович

Директор

ООО "Спасательное формирование – "Десант"

Шарыгин Сергей Маркелович

Директор ООО НП "ЦИД"

Бегинин Виктор Александрович

Ген. директор. Эксперт.

ООО "ГСЭ–Оренбург"

Прияткин Георгий Викторович

Эксперт

ООО "Интеграл–эксперт"

Аннотация

Проведен анализ опасности функционирования газораспределительных пунктов, а также причин нарушения работы газораспределительного пункта в результате отказа оборудования. Построено "дерево отказов" для анализа причин отказа газораспределительного пункта в результате отказа оборудования.

Ключевые слова:

Промышленная безопасность, газораспределительный пункт, авария.

Аварийность на объектах газораспределения имеет тенденцию к росту. Это связано с износом оборудования, а также с несоблюдением правил безопасности проведения работ персоналом. Значительное количество аварий происходит в результате утечки газа с последующим формированием взрывопожароопасных смесей. Повреждение газопроводов приносит значительный экономический и экологический ущерб, а также затраты на организацию работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций, что позволяет говорить об актуальности проблемы анализа опасности функционирования газораспределительных пунктов.

В настоящее время функционирование газораспределительных пунктов происходит, в том числе, на объектах теплоснабжения городов, таких как теплоэлектроцентрали, крупные котельные и малые котельные, а также промышленные, промышленно – отопительные и отопительные котельные различных ведомств. Недостатками систем теплоснабжения является наличие в составе крупных теплоисточников оборудования, выработавшего свой ресурс на 70...90%, при этом, тепловая мощность данного оборудования составляет до 30% тепловой мощности [1].

Для снабжения газом потребителей на территории городов оборудуются газорегуляторные пункты или установки, сооружаются необходимые для эксплуатации газопроводов контрольные пункты и другое оборудование.

Основная причина аварий и несчастных случаев при функционировании газораспределительных пунктов – организационная:

- ◆ недостаточная проработка плана производства работ;
- ◆ низкая производственная и технологическая дисциплина;
- ◆ нарушение производственной инструкции персоналом;
- ◆ отсутствие практических навыков;
- ◆ халатность.

Возможные техногенные причины и факторы, способствующие возникновению и развитию аварий при функционировании газораспределительных пунктов, связаны с неисправностями и нарушениями в работе оборудования. На рис. 1 приведены возможные причины и факторы, способствующие возникновению и развитию техноген-



Рисунок 1. Основные причины, связанные с отказом оборудования газораспределительных пунктов.

ных аварий при функционировании газораспределительных пунктов [1].

Проведен анализ опасности функционирования газораспределительных пунктов, а также причин нарушения работы (отказа) газораспределительного пункта в результате отказа оборудования.

Анализ информации об отказах оборудования газораспределительного пункта проводился по следующим критериям:

- ◆ видам (элементам) оборудования;
- ◆ причинам отказов оборудования.

При анализе аварий, отказов оборудования газораспределительного пункта рассмотрены основные виды оборудования:

- ◆ трубопроводы (газопроводы);
- ◆ технологические аппараты;
- ◆ компрессоры;
- ◆ электрооборудование, а также приборы контроля и автоматики.

Причины отказов оборудования газораспределительного пункта:

- ◆ несовершенство установленных правил эксплуатации;
- ◆ нарушение установленных правил эксплуатации;
- ◆ естественные процессы старения, износа;
- ◆ процессы коррозии;
- ◆ процессы усталостного разрушения;
- ◆ прочие (производственный брак и др.) [2].

Для проведения анализа опасности функционирования газораспределительных пунктов построено "дерево отказов" для нарушения работы (отказа) газораспределительного пункта в результате отказа оборудования (рис. 2).

Головное, исходные и промежуточные события обозначены:

А – головное событие, отказ газораспределительного пункта;

- В – отказ оборудования;
- С – ошибка оператора при контроле;
- Д – отказ магистрального трубопровода;
- Е – отказ технологических аппаратов;
- F – отказ компрессоров;
- G – отказ электрооборудования;
- Н – отказ приборов контроля и автоматики;
- І – другие причины (чрезвычайная ситуация природного характера и др.);
- J – коррозия, усталостное (механическое) разрушение металла трубопровода, сварного шва;
- К – нарушение правил эксплуатации;
- L – разгерметизация трубопровода;
- M – естественный и коррозионно-эрозионный износ материала;
- N – нарушение герметичности фланцевых и резьбовых соединений;
- О – срабатывание блокировки по аварийному отключению;
- P – нарушение правил эксплуатации;
- Q – разгерметизация уплотнительных узлов;
- R – износ материала, дефект изготовления;
- S – нарушение технологического режима;
- T – нарушение правил эксплуатации;
- U – естественный и коррозионный износ;
- V – пробой изоляции, обрыв кабеля;
- W – дефект изготовления деталей, узлов, износ;
- X – ложное показание датчика;
- Y – нарушение правил эксплуатации.

Вероятности исходных событий определены методом экспертных оценок и представлены на рис. 2.

События D, E, F, G, H рассматриваются как исходные события с известной вероятностью, хотя каждое из этих событий определяется рядом элементарных событий, конкретизирующих отказ того или иного вида оборудования.

Параметры дерева отказов оборудования газораспределительного пункта приведены в табл. 1.

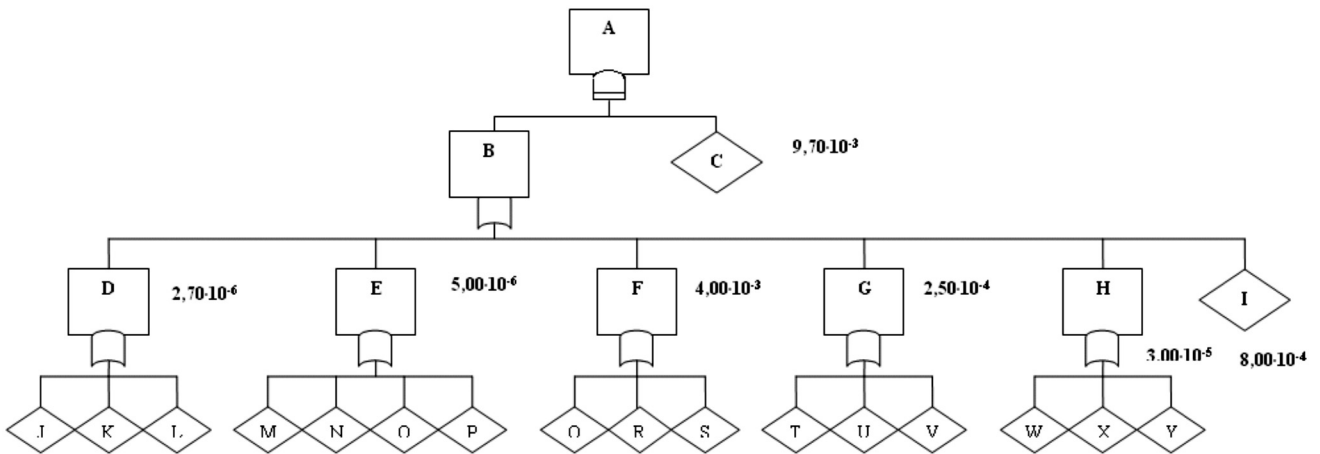


Рисунок 2. Дерево отказов для головного события - оборудования газораспределительного пункта.

Таблица 1. 1. Параметры дерева отказов оборудования газораспределительного пункта.

| Код исходного события | m (модальное число) | $\alpha=\beta=0,125m$ |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| C | $9,70 \cdot 10^{-3}$ | $1,21 \cdot 10^{-3}$ |
| D | $2,70 \cdot 10^{-6}$ | $0,33 \cdot 10^{-6}$ |
| E | $5,00 \cdot 10^{-6}$ | $0,62 \cdot 10^{-6}$ |
| F | $4,00 \cdot 10^{-3}$ | $0,50 \cdot 10^{-3}$ |
| G | $2,50 \cdot 10^{-4}$ | $0,31 \cdot 10^{-4}$ |
| H | $3,00 \cdot 10^{-5}$ | $0,37 \cdot 10^{-5}$ |
| I | $8,00 \cdot 10^{-4}$ | $1,00 \cdot 10^{-4}$ |

Вычисленная вероятность отказа газораспределительного пункта составляет $P_A = (4,93 \cdot 10^{-5}; 1,23 \cdot 10^{-5}; 1,23 \cdot 10^{-5})$, при этом вероятность отказа оборудования составляет $P_B = (5,08 \cdot 10^{-3}; 6,34 \cdot 10^{-4}; 6,34 \cdot 10^{-4})$.

Для снижения опасности функционирования оборудования газораспределительного пункта необходимо проводить следующие мероприятия:

- ◆ своевременный контроль состояния оборудования;
- ◆ тщательная проверка дефектов изготовления;
- ◆ осуществление профилактических мероприятий

по предупреждению коррозионных процессов, усталостного разрушения металла трубопровода и сварных швов или замена соответствующих элементов оборудования;

- ◆ строгое соблюдение правил техники безопасности при проведении работ, технологического регламента и правил эксплуатации оборудования.

Анализ вероятностей отказов различного оборудования газораспределительного пункта (величина вероятности отказа, причины, вызывающие отказ) позволил выявить и оценить опасности при функционировании газораспределительных пунктов.

Таким образом, проанализированы причины аварийности на объектах систем газораспределения. Выявлено, что основные причины аварий и несчастных случаев – организационные. Такие как недостаточная проработка планов производства работ, низкая производственная и технологическая дисциплина, нарушения производственных инструкций персоналом.

Для проведения анализа опасности функционирования газораспределительных пунктов построено "дерево отказов" для нарушения работы (отказа) газораспределительного пункта в результате отказа оборудования. Анализ вероятностей отказов различного оборудования газораспределительного пункта (величина вероятности отказа, причины, вызывающие отказ) позволил выявить и оценить опасности при функционировании газораспределительных пунктов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов Б.А. Газовое топливо и газовое оборудование. – М.: ГУЦ "Профессионал". –2001. – 154 с.
 2. Абдурашитова З.З., Ахтямов Р.Г. Оценка устойчивости зданий и сооружений при внутреннем взрыве в результате разгерметизации газопровода // Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием "Проблемы безопасности и защиты населения и территорий от ЧС (Безопасность – 2013)". – С. 83–94.

ЭКСПЕРТИЗА ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

EXAMINATION OF INDUSTRIAL SAFETY OF GAS SUPPLY SYSTEMS

V. Tazov
M. Goryunov
S. Sharygin
V. Beginin
G. Priyatkin

Annotation

Gas supply systems were and are objects that have a higher risk of accidents and incidents at hazardous production facilities. Ensuring safe operation of such facilities is a major task, regulated at the legislative level. Examination of industrial safety is one of the major events to ensure industrial safety of gas supply systems. This article was devoted to the issue of the examination of industrial safety of gas supply systems. The basic problems of industrial safety examination of such facilities were presented. In summary, it is worth noting that the examination of industrial safety has been and remains the only tangible measures ensuring industrial safety of gas supply systems. However, the imperfection of the regulatory framework in this area is a very significant disadvantage which should be eliminated in the nearest future.

Keywords: examination, gas supply, industrial safety.

Тазов Виталий Валерьевич
Директор ООО "Дефектоскопия и Экспертиза"
Горюнов Михаил Александрович
Директор
ООО "Спасательное формирование – "Десант"
Шарыгин Сергей Маркелович
Директор ООО НП "ЦИД"
Бегинин Виктор Александрович
Ген. директор. Эксперт. ООО "ГСЭ–Оренбург"
Прияткин Георгий Викторович
Эксперт ООО "Интеграл–эксперт"

Аннотация

Системы газоснабжения были и остаются объектами, которые обладают повышенной опасностью возникновения аварий и инцидентов на опасных производственных объектах. Обеспечение безопасной эксплуатации таких объектов является основной задачей, регулируемой на законодательном уровне. Экспертиза промышленной безопасности является одним из основных мероприятий по обеспечению промышленной безопасности систем газоснабжения. В данной статье рассмотрены вопросы экспертизы промышленной безопасности систем газоснабжения. Проанализированы основные проблемы проведения экспертизы промышленной безопасности таких объектов. Резюмируя вышесказанное, стоит отметить, что экспертиза промышленной безопасности была и остается практически единственным весомым мероприятием, обеспечивающим промышленную безопасность систем газоснабжения. Однако несовершенство нормативной базы в данном направлении представляет собой очень весомый недостаток, который должен быть устранен в самое ближайшее время.

Ключевые слова:

Экспертиза, газоснабжение, промышленная безопасность.

Системы газоснабжения были и остаются объектами, которые обладают повышенной опасностью возникновения аварий и инцидентов на опасных производственных объектах. Обеспечение безопасной эксплуатации таких объектов является основной задачей, регламентируемой ФЗ–116 [1]. Экспертиза промышленной безопасности является одним из основных мероприятий по обеспечению промышленной безопасности систем газоснабжения.

Экспертиза промышленной безопасности систем газоснабжения проводится в соответствии с ФЗ–116 [1] и Федеральными нормами и правилами "Правила проведения экспертизы промышленной безопасности" [2]. Основные требования безопасной эксплуатации систем газораспределения и газопотребления изложены в Федеральных нормах и правилах "Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления" [3].

Одним из основных компонентов систем газоснабжения являются газопроводы, которые служат для подачи

газа широкому кругу потребителей. Также в состав таких систем входят газораспределительные пункты и газораспределительные станции.

Среди экспертиз промышленной безопасности большую долю занимает экспертиза промышленной безопасности технических устройств, которые входят в системы газоснабжения. На начальном этапе проводится сбор информации об объекте экспертизы на основании анализа ряда документов: эксплуатационная документация, паспорт технического устройства, технологическая документация; данные о ранее проведенных ремонтах, восстановлении, модернизациях и т.п.; данные о ранее проведенных экспертизах промышленной безопасности.

На основании анализа документации формируются основные сведения об объекте экспертизы (газопроводе, газовом оборудовании и т.п.):

- ◆ Номер устройства;
- ◆ Год введения в эксплуатацию и фактический срок эксплуатации;

- ◆ Геометрические параметры объекта. Для газопроводов устанавливаются фактическую длину всех участков и их диаметр, включая наличие запорной арматуры, предохранительных устройств и т.п.;

- ◆ Материал, из которого изготовлен объект;

- ◆ Расчетные параметры работы объекта (температура, давление, скорость транспортирования газа и другие);

- ◆ Наличие дефектов и результаты их устранения;

- ◆ Результаты испытаний на прочность и герметичность.

Следующим этапом экспертизы промышленной безопасности является проведение технического диагностирования объекта. Визуальный и измерительный контроль позволяет дать информацию о наличии внешних повреждений, деформаций технических устройств, целостности устройств автоматики, защиты и контроля.

Более детальную информацию о техническом состоянии объекта дает неразрушающий контроль.

Неразрушающий контроль проводят с использованием следующих основных методов:

- ◆ Ультразвуковая толщинометрия. Метод дает информацию об изменении толщины стенки технического устройства, что указывает на области, в которых объект подвергается интенсивному коррозионному износу;

- ◆ Капиллярный контроль. Метод используется для идентификации поверхностных дефектов, которые не были обнаружены по результатам визуального осмотра;

- ◆ Ультразвуковая дефектоскопия. С помощью данного вида дефектоскопии определяется наличие внутренних дефектов металла, таких как наличие трещин, пор, раковин, шлаковых включений;

- ◆ Метод магнитной памяти металла. Метод позволяет обнаружить места повышенной концентрации напряжений в технических устройствах. Такие области в большей мере подвержены влиянию коррозионного растрескивания, что является одним из наиболее частых повреждений, существенно снижающих срок службы объектов в системах газораспределения и газопотребления.

В обязательном порядке экспертиза промышленной безопасности рассматриваемых объектов включает проверку их на герметичность, проведение прочностного расчета и прогнозирование остаточного срока службы. Последнее мероприятие представляется очень важным, поскольку устанавливает срок, в течение которого эксплуатация объекта может считаться безопасной. Оценка остаточного срока службы делается на основе данных об основных повреждениях, обнаруженных при проведении

неразрушающего контроля.

По результатам экспертизы формируется заключение экспертизы промышленной безопасности, в котором дается заключение относительно безопасности эксплуатации объектов систем газоснабжения на опасных производственных объектах.

Помимо экспертизы промышленной безопасности технических устройств, реже проводится экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений. Как правило, это здания и сооружения, в которых располагается газораспределительное оборудование. Экспертиза промышленной безопасности проводится практически по тому же алгоритму, что и предыдущая, только техническое диагностирование заменяется обследованием технического состояния зданий и сооружений. Особо важными аспектами является проверка фактических параметров эксплуатации зданий и сооружений с данными проектной документации. Большой упор делается на оценку устойчивости конструкций при возникновении аварий, оценку взрывобезопасности объектов, эффективность работы систем вентиляции и дымоудаления, пожаротушения и системы защиты от загазованности. Стоит отметить, что здания и сооружения объектов газораспределения должны обладать легкообрасываемыми конструкциями, которые соответствуют определенной величине взрывоустойчивости.

Стоит выделить огромный недостаток актуальной нормативной документации, посвященной проведению экспертизы промышленной безопасности систем газоснабжения. Существующие Федеральные нормы и правила носят достаточно общий характер и никак не отражают специфику объекта в проведении экспертизы промышленной безопасности. Именно поэтому должны быть разработаны актуальные и расширенные требования к проведению экспертизы промышленной безопасности объектов систем газораспределения.

Резюмируя вышесказанное, стоит отметить, что экспертиза промышленной безопасности была и остается практически единственным весомым мероприятием, обеспечивающим промышленную безопасность систем газоснабжения. Однако несовершенство нормативной базы в данном направлении представляет собой очень весомый недостаток. Разработка новой актуальной нормативно-технической базы в области проведения экспертизы промышленной безопасности позволит в значительной степени повысить уровень безопасности в рассматриваемой области и уменьшить число аварий на опасных производственных объектах.

ЛИТЕРАТУРА

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон Российской Федерации от 21.07.1997 № 116-ФЗ
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила проведения экспертизы промышленной безопасности".
3. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления".

ОЦЕНКА РИСКОВ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ ГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ASSESSMENT RISKS OF CONSEQUENCES ACCIDENTS WITH GAS EQUIPMENT

*F. Bomco
O. Rotar
K. Badanov*

Annotation

In this article are related the questions with the analysis safety of functioning pipelines of gas distribution. The work operations with gas pipelines on which transportation of organic fuel is made, is a production activity, which is connected, are considered with constant risks. Technological stops and malfunctions of the gas equipment are characterized by economic damage and possible social complications. Heavy incidents on the main gas pipelines in the form of accidents and accidents promote a serious loss environment in the considerable territory. Questions of ensuring industrial safety at operation of elements of the gas equipment are considered with application of mathematical models and methods.

Keywords: pipeline, potentially dangerous territory, technogenic risk, environmental risk, mathematical model, risks assessment, tree of events.

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом вопросов обеспечения безопасности функционирования элементов сетей газового распределения. Эксплуатация газопроводов, по которым производится транспортировка органического топлива, является производственной деятельностью, которая связана с постоянными рисками. Технологические остановки и неисправности газового оборудования характеризуются экономическим ущербом и возможными социальными осложнениями. Тяжелые происшествия на магистральных газопроводах в виде аварий и катастроф способствуют серьезному урону окружающей среде на значительной территории. Вопросы обеспечения промышленной безопасности при эксплуатации элементов газового оборудования рассматриваются с применением математических моделей и методов, позволяющих получить адекватную оценку технологических и экологических рисков для проектируемых и эксплуатируемых газопроводов.

Ключевые слова:

Газопровод, потенциально опасная территория, техногенный риск, экологический риск, математическая модель, оценка рисков, дерево событий.

Система газового оборудования в форматах магистральных трубопроводов, обеспечивающих доставку различных видов углеводородного топлива (в том числе и сжиженные углеводородные газы) от расположения соответствующего природного месторождения до источников потребления газа населенных пунктов (городской газораспределительной станции) или перерабатывающего предприятия химической или газовой отрасли [1,2].

Функционирование газового оборудования в формате магистрального трубопровода (газопровода) сопровождается практически постоянной опасностью проявлений негативных факторов (аварий). По этой причине рассматриваемый технологический элемент структуры газового оборудования характеризуется, как потенциально опасный объект, а территория (или участок местности), по которой проходит газопровод ? потенциально опасной тер-

риторией [3,4].

Количественным выражением опасности производственных процессов, связанных с эксплуатацией газового оборудования (газопровода) являются техногенный и экологический виды рисков [5].

Обобщенная аналитическая зависимость для определения количественного значения техногенного риска может быть представлена в виде:

$$R_T = \frac{N(t)}{Q(f)} \quad (1)$$

где:

R_T расчетное (количественное) значение техногенного риска;

$N(t)$ показатель частоты проявления негативных фак-

торов (аварий) в течение некоторого анализируемого периода времени, например, год⁻¹;

$Q(t)$ общее количество элементов газового оборудования (например, километров газопроводов), которые подвержены общему для них фактору риска f .

Обобщенная аналитическая зависимость для определения количественного значения экологического риска может быть представлена в виде:

$$R_{\text{э}} = \frac{N(t)}{T(f)} \quad (2)$$

где:

$R_{\text{э}}$ расчетное (количественное) значение экологического риска;

$T(f)$ общее количество элементов окружающей среды (например, квадратных километров потенциально опасной территории), которые подвержены общему для них фактору риска f .

Анализом рисков негативных (аварийных) последствий, связанных с эксплуатацией газового оборудования (газопроводов), является методическое исследование опасностей и их количественная оценка, с применением системного подхода [4,5].

Количественная оценка рисков предполагает выявление (идентификацию) опасностей (материальных источников потенциального ущерба или производственных процессов, характеризующихся возможностью для нане-

сения ущерба) и определение соответствующих характеристик опасностей по следующей структурной схеме, представленной на Рис. 1:

При возникновении разгерметизации (аварийном выбросе компонентов транспортируемого углеводородного топлива) возникает образование облаков топливо-воздушной смеси, которые способны перемещаться на значительные расстояния. К угрозе экологического загрязнения добавляется способность и возможность воспламенения.

Для оценки рисков последствий аварийного фактора в виде выброса некоторого объема углеводородного топлива допустимо использование аналитического аппарата "дерева событий" ? графического алгоритма построения возможных событий и связей переходов между событиями и аналитической оценки возможности (вероятности) принятых для анализа конечных состояний. "Деревья событий" представляют собой индуктивные логические модели. При индуктивном подходе предполагается, что определенное событие произошло, и после этого определяется его воздействие на всю систему. ДС описывают развитие аварийной последовательности, начиная с проявления исходного события (отказа), и показывают результаты реакции элементов модели.

Формат схемы "дерева событий" для анализа последствий проявления аварийного фактора "выброс углеводородного топлива из газопровода с образованием облака топливо-воздушной смеси" представляет собой ие-

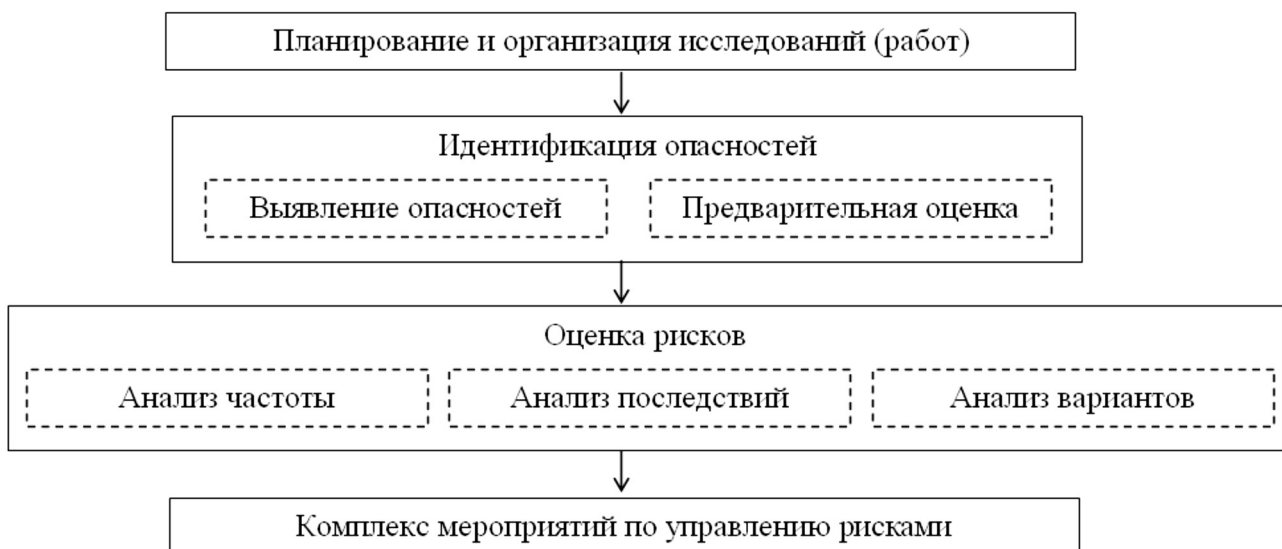


Рисунок 1. Структурная схема анализа рисков газового оборудования.



Рисунок 2. Структурная схема анализа рисков газового оборудования.

иерархическую и направленную структуру, направленную от исходного события (проявления аварийного фактора) к возможным конечным событиям (Рис. 2).

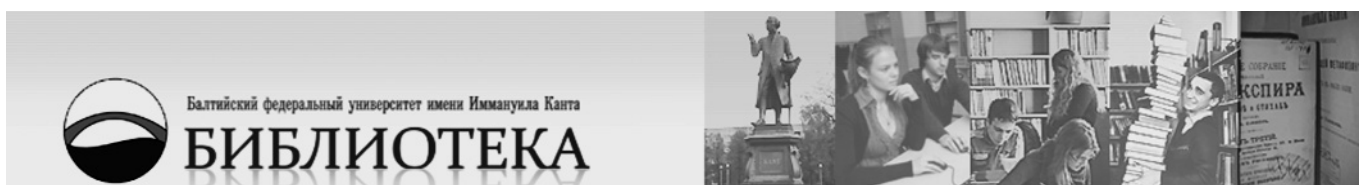
Формат "дерева событий" позволяют аналитически

моделировать развитие аварийной ситуации, анализировать пути протекания процессов, определять характеристики взаимодействия элементов модели газопровода и получать простое представление полученных результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Млодек Б.И. Устройство, монтаж и эксплуатация газорегуляторных пунктов. – Л.: Недра. 1975. – 167 с.
2. Линник Ю.Н. Нефтегазовый комплекс. Производство, экономика, управление. Учебник для вузов. – М.: Экономика. 2014. – 717 с.
3. Федеральный закон "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" от 21 июля 1997г., № 116-ФЗ. В редакции от 13.07.2015г.
4. РД 03-315-99. Методические рекомендации по составлению декларации промышленной безопасности опасного производственного объекта. – М.: Госгортехнадзор России. 2000. – 18 с.
5. Руководство по безопасности "Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектов нефтегазоперерабатывающей, нефте- и газохимической промышленности" – М.: Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. 2013. – 44 с.
6. Ветошкин А.Г. Техногенный риск и безопасность: Учебное пособие. – М.: Инфра-М. 2015. – 319 с.

© Ф.М. Бомко, О.Н. Ротарь, К.А. Баданов, (fm_botco@mail.ru), Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»,



ХАРАКТЕРИСТИКА ФАКТОРОВ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ КОТЕЛЬНЫХ ЦЕХОВ

BOILER DEPARTMENTS OPERATING SAFETY FACTOR

V. Tazov
M. Goryunov
S. Sharygin
V. Beginin
G. Priyatkin

Annotation

Failure analysis of the boiler department devices shows that the most dangerous are failures of control and automation systems. The results can be used to assess the degree of boilers operated equipment reliability.

Keywords: industrial safety, boiler department, accident.

Тазов Виталий Валерьевич
Директор ООО "Дефектоскопия и Экспертиза"
Горюнов Михаил Александрович
Директор
ООО "Спасательное формирование – "Десант"
Шарыгин Сергей Маркелович
Директор ООО НП "ЦИД"
Бегинин Виктор Александрович
Ген. директор. Эксперт.
ООО "ГСЭ–Оренбург"
Прияткин Георгий Викторович
Эксперт ООО "Интеграл–эксперт"

Аннотация

Анализ отказов устройств котельного цеха показывает, что наиболее опасны отказы системы контроля и автоматики технологического оборудования газораспределительного устройства, так как они приведут к сильному снижению надёжности других видов оборудования. Полученные результаты могут быть использованы для оценки степени надёжности эксплуатируемого оборудования котельных.

Ключевые слова:

Промышленная безопасность, котельный цех, авария.

Использование системного подхода для анализа факторов безопасности эксплуатации оборудования котельных цехов, в частности отказов в работе технологического оборудования, трубопроводов, систем управления, противоаварийной защиты позволяет снизить возможные последствия аварий в котельных цехах, ущерб и число пострадавших людей, оставшихся без теплоснабжения.

Осуществление превентивных мероприятий, направленных на повышение устойчивости функционирования котельных, надёжности эксплуатируемого оборудования предполагает инвестирование средств. При этом общество всегда ограничено в своих возможностях, поэтому встаёт вопрос о том, какие мероприятия по повышению безотказности оборудования, по снижению негативного воздействия на окружающую среду в результате эксплуатации котельных цехов целесообразно осуществлять в первую очередь, а какими можно пренебречь. Принятия подобного рода решений возможно с использованием системного анализа.

Декомпозиция проблемы факторов обеспечения про-

мышленной и экологической безопасности эксплуатации оборудования котельных цехов позволяет выделить ряд мероприятий, способствующих уменьшению числа отказов котельных, реализована в виде дерева целей (рисунк 1).

При рассмотрении вопроса безопасности котельных цехов все мероприятия можно разделить на две категории:

- ◆ мероприятия инженерно–технического характера;
- ◆ мероприятия организационно–правового характера.

Инженерно–технические мероприятия, касающиеся топлива, технологии, оборудования и повышения устойчивости функционирования котельных, являются мерами по снижению опасности источника, а мероприятия, касающиеся размещения котельных – это меры, обеспечивающие снижение промышленной и экологической безопасности котельных для элементов окружающей среды [1].

Наиболее перспективной и актуальной, для снижения количества отказов оборудования и обеспечению безопасности функционирования котельных цехов, является группа мер, которые можно скомпоновать по направлениям:

- ◆ ориентация на эксплуатацию трубопроводов из стойких к коррозии материалов;
- приоритетность внедрения полимерных материалов и теплоизоляции из невлагоёмких высокоэффективных утеплителей;
- ◆ внедрение полностью автоматизированных устройств, что поможет решить проблему повышения эффективности работы инженерной инфраструктуры путём регулирования и оптимизации работы агрегатов;
- ◆ из технологической цепи следует исключить ненадёжные устройства вращательного действия, заменить бойлеры установками нового поколения, например, на трансзвуковые струйно-форсуночные аппараты, не содержащие трущихся деталей;
- ◆ использование новых технологий подготовки воды и очистки от отложений на внутренних поверхностях теплообменников и котлов, применение новых методов прочистки подземных сетей тепло- и водоснабжения, в том числе бестраншейным способом;
- ◆ приоритетность применения более надёжной расходно-запорной арматуры.

Организационно-правовые мероприятия обеспечения безопасности функционирования котельных цехов можно разделить на три группы:

- ◆ организационные, такие как разработка планов работы котельных в зависимости от характеристик отапливаемых объектов, времени года и метеорологических условий, контроль над соблюдением правил техники безопасности, своевременная утилизация отходов;
- ◆ экономические: проведение аудита и страхования, установление лимитов на выбросы в атмосферу и размещение отходов, взимание платы за загрязнение окружающей среды;
- ◆ разработка прогнозов воздействия на окружающую среду в районе функционирования котельных: расчет влияния котельных на атмосферу, расчет риска возникновения токсических эффектов в результате загрязнения атмосферы у населения [1].

При построении дерева целей был выделен блок инженерно-технических мероприятий и повышения безопасности функционирования котельных (рис. 1).

Отказы оборудования котельных цехов могут привести к следующим негативным последствиям:

- ◆ техногенные аварии;
- ◆ чрезвычайной ситуации;
- ◆ простой оборудования;
- ◆ потеря работоспособности оборудования: частичная или полная.

Наиболее нежелательным событием при нормальном функционировании котельной является аварийная ситуация, вызванная возникновением пожара, которая может повлечь за собой поражение персонала и значительный материальный ущерб. Другим и наиболее распространённым вариантом аварийной ситуации является нарушение работы котельной по причине отказов оборудования, в результате чего жители отапливаемого района останутся без отопления и горячего водоснабжения. Вероятности этих событий рассчитаны с помощью дерева отказов методом нечетких чисел [2].

На рисунке 2 приведен анализ причин возникновения пожара в котельном цеху, одной из причин которого явилась разгерметизация газопровода при помощи метода построения "дерева отказов".

Главное, исходные и промежуточные события обозначены:

- A – главное событие, возникновение пожара в котельном цеху;
- B – разгерметизация магистрального газопровода;
- C – попадание искры;
- D – нарушение технологического регламента;
- E – механическое разрушение магистрального газопровода;
- F – превышение допустимого давления;
- G – отказ приборов контроля и автоматики;
- H – отказ предохранительного устройства;
- I – износ и повреждение металла газопровода;
- J – отказ соединений;
- K – коррозионные процессы;
- L – производственный брак;
- M – повреждение фланцевых соединений;
- N – потеря прочности сварочных соединений;
- O – ошибка при контроле;
- P – нарушение правил эксплуатации электрооборудования;
- Q – нарушение правил техники безопасности;
- R – другие причины (отсутствие разрешающих документов и др.);
- S – выход газа в помещение котельной в концентрационных пределах воспламенения.

Вероятности исходных событий определены методом экспертных оценок и представлены на рис. 2.

Исходные данные для оценки факторов безопасности и анализа причин возникновения пожара в котельном цеху при помощи метода построения "дерева отказов" приведены в табл. 1.

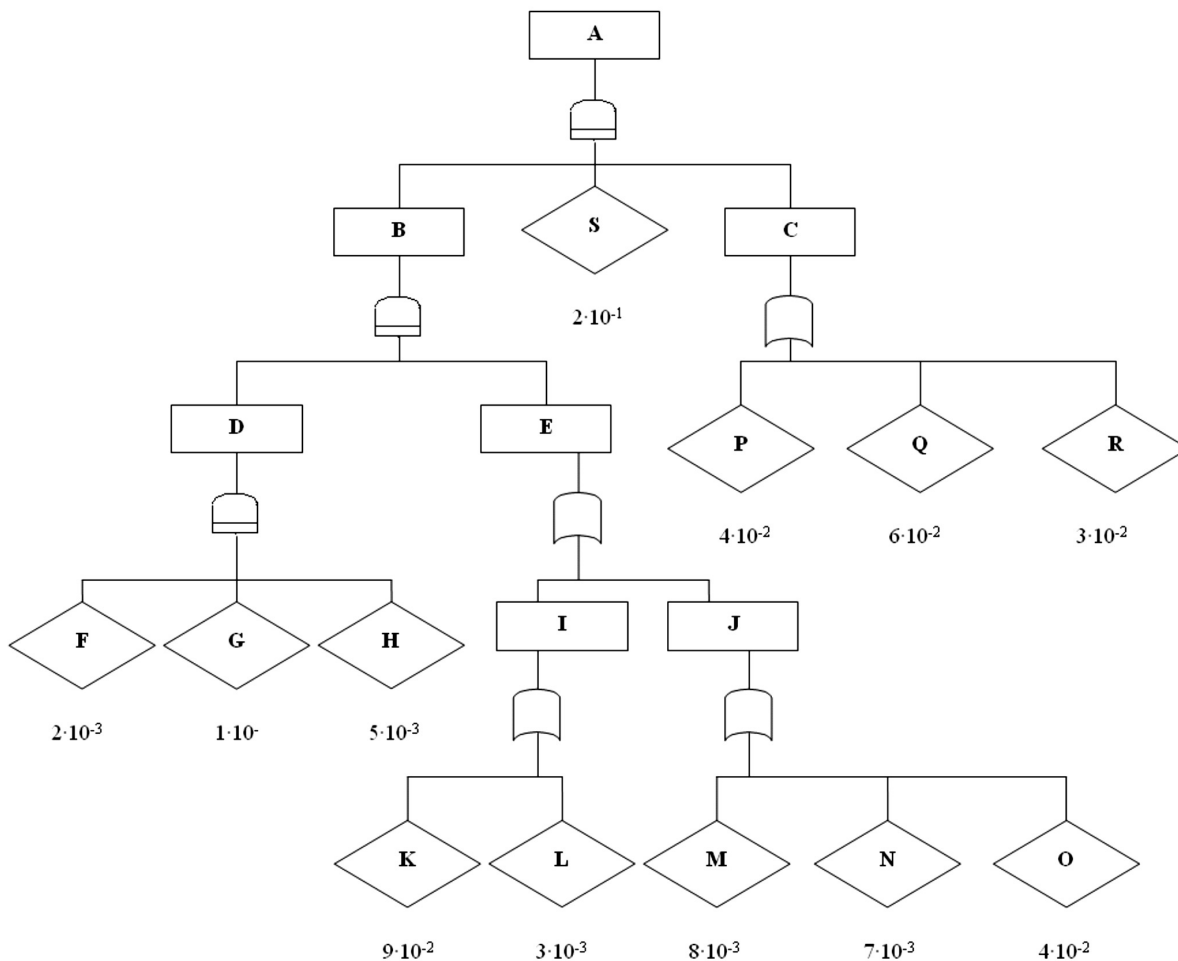


Рисунок 2. Анализ причинвозникновения пожара в котельном цеху при помощи метода построения "дерева отказов".

Таблица 1.

Исходные данные для построения "дерева отказов".

| Код исходного события | m (модальное число) | $\alpha = \beta = 0,125m$ |
|-----------------------|----------------------|---------------------------|
| F | $2,00 \cdot 10^{-3}$ | $0,25 \cdot 10^{-3}$ |
| G | $1,00 \cdot 10^{-3}$ | $0,12 \cdot 10^{-3}$ |
| H | $5,00 \cdot 10^{-3}$ | $0,62 \cdot 10^{-3}$ |
| K | $9,00 \cdot 10^{-2}$ | $1,12 \cdot 10^{-2}$ |
| L | $3,00 \cdot 10^{-3}$ | $0,37 \cdot 10^{-3}$ |
| M | $8,00 \cdot 10^{-3}$ | $1,00 \cdot 10^{-3}$ |
| N | $7,00 \cdot 10^{-3}$ | $0,87 \cdot 10^{-3}$ |
| O | $4,00 \cdot 10^{-2}$ | $0,50 \cdot 10^{-2}$ |
| P | $4,00 \cdot 10^{-2}$ | $0,50 \cdot 10^{-2}$ |
| Q | $6,00 \cdot 10^{-2}$ | $0,75 \cdot 10^{-2}$ |
| R | $3,00 \cdot 10^{-2}$ | $0,37 \cdot 10^{-2}$ |
| S | $2,00 \cdot 10^{-1}$ | $0,25 \cdot 10^{-1}$ |

Вычисленная вероятность возникновения пожара в котельном цеху составляет $PA = (3,50 \cdot 10^{-11}; 1,60 \cdot 10^{-11}; 1,60 \cdot 10^{-11})$. Для уменьшения вероятности пожара, наиболее эффективным является снижение вероятности попадания искры, которая составляет $PC = (1,25 \cdot 10^{-1}; 1,49 \cdot 10^{-2}; 1,49 \cdot 10^{-2})$ и обуславливается человеческим фактором, при разгерметизации магистрального газопровода. В этой связи необходимо строгое соблюдение оператором правил эксплуатации электрооборудования и правил техники безопасности. Для снижения вероятности разгерметизации газопровода, приводящей к возникновению пожара и составляющей $PB = (1,38 \cdot 10^{-9}; 6,87 \cdot 10^{-10}; 6,87 \cdot 10^{-10})$, необходимо соблюдение технологического регламента при его эксплуатации и своевременный контроль над состоянием металла газопровода и соединений, при необходимости ремонт и замена.

Анализ отказов устройств котельного цеха показывает, что наиболее опасны отказы системы контроля и автоматики технологического оборудования газораспределительного устройства, так как они приведут к сильному снижению надёжности других видов оборудования.

Полученные результаты могут быть использованы при оценке факторов безопасности и степени надёжности эксплуатируемого оборудования котельных, проведения организационно-технических мероприятий по повышению безотказности оборудования, снижения риска аварий и простоя оборудования котельных цехов, а также для разработки и реализации комплекса мер по модернизации производства с целью повышения безопасности эксплуатации котельных цехов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Внуков А.К. Режимно-наладочные испытания котлов малой мощности, работающих на газе // Теплоэнергетика. – 2005. – №9. – с.11-15.
2. Куюнджич С.М. Разработка и анализ моделей надёжности и безопасности систем. – М.: Физматлит, 2001. – 387с.

© В.В. Тазов, М.А. Горюнов, С.М. Шарыгин, В.А. Бегинин, Г.В. Прияткин, (vv_tazov@mail.ru), Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»,

24-27 мая
Уфа-2016






Газ. Нефть. Технологии

XXIV международная выставка

Место проведения
ВДНХ ЭКСПО
ул. Менделеева, 158



#ГАЗНЕФТЬТЕХНОЛОГИИ #БВК
www.gntexpo.ru



БАШКИРСКАЯ
ВЫСТАВОЧНАЯ
КОМПАНИЯ

(347) 246 41 77, 246 41 93
e-mail: gasoil@bvkeexpo.ru

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МАЛЫХ КОТЕЛЬНЫХ

SAFETY ASSESSMENT OF MINIBOILERS

V. Tazov
M. Goryunov
S. Sharygin
V. Beginin
G. Priyatkin

Annotation

The analysis of mini boiler equipment failures was made. The results of analysis can be used to assess the reliability of mini boiler equipment.

Keywords: industrial safety, mini boiler, directed graph.

Тазов Виталий Валерьевич
Директор ООО "Дефектоскопия и Экспертиза"
Горюнов Михаил Александрович
Директор
ООО "Спасательное формирование – "Десант"
Шарыгин Сергей Маркелович
Директор ООО НП "ЦИД"
Бегинин Виктор Александрович
Ген. директор. Эксперт.
ООО "ГСЭ–Оренбург"
Прияткин Георгий Викторович
Эксперт ООО "Интеграл–эксперт"

Аннотация

Проведен анализ отказов оборудования малой котельной, показано, что наиболее опасны отказы системы контроля и автоматики и системы дренажа избыточной воды, так как они приведут к снижению надёжности другого оборудования. Результаты проведенного анализа могут быть использованы при оценке степеней надежности оборудования малых котельных, проведения комплекса технических мероприятий по повышению безопасности функционирования оборудования малых котельных.

Ключевые слова:

Промышленная безопасность, малые котельные, оргграф.

В настоящее время одним из путей децентрализации муниципальных систем теплоснабжения является строительство и эксплуатация газовых мини-котельных. Мини-котельные, предназначенные для отопления и горячего водоснабжения, являются важным объектом жизнеобеспечения населения. Однако, при их эксплуатации возможны аварийные ситуации, различные отказы оборудования, что обуславливает негативное воздействие на окружающую среду и конечного потребителя. В этой связи обеспечение безопасности мини-котельных является актуальным.

Анализ вероятностей отказов различного оборудования мини-котельной (величина вероятности отказа, причины, вызывающие отказ) позволяет с помощью теории графов построить модель надёжности оборудования котельной.

Оборудование котельной представлено в виде элементов системы "мини-котельная", предназначенной для отопления и горячего водоснабжения муниципальных образований. Элементы системы связаны между собой путем передачи друг другу вещества и энергии. Так, напри-

мер, все электрическое оборудование связано системой заземления и подачи питания, а природный газ проходит последовательно через цепочку элементов: газоход – газораспределительное устройство – котел. Практически по всей системе циркулирует вода для различных нужд: подогрев, охлаждение, подпитка и, главное, транспорт горячей воды конечному потребителю.

Циркулирующие по системе потоки вещества и энергии обеспечивают постоянное взаимодействие образующих её элементов. Поэтому внешние воздействия, причинив повреждения одним элементам системы, окажут влияние на показатели качественного состояния (надёжности) элементов, не подвергшихся влиянию этого воздействия непосредственно [1].

Для мини-котельной внешними воздействиями являются:

- ◆ нарушение правил эксплуатации;
- ◆ разгерметизация уплотнительных узлов;
- ◆ износ материала;
- ◆ дефект изготовления и др.

Например, отказ приборов контроля и автоматики вследствие дефекта при изготовлении или перебоя в электроснабжении может стать причиной отказа технологического оборудования (котла, дымохода или насосов). То есть повышение нагрузки будет наблюдаться не только у тех элементов системы, которые оказались под влиянием внешних воздействий, но и у элементов, взаимодействующих (связанных) с ними, что приведет к снижению надежности у последних. Ориентированный граф потоков вещества и энергии в системе "мини-котельная" приведен на рис. 1.

Необходимо отметить, что рассмотрены только те нагрузки, которые не являются нормативными, т.е. учитываемыми при проектировании и эксплуатации котельной. Нормативные нагрузки не должны приводить к повреждениям, резко ухудшающим надежность элементов системы.

Элементы системы "мини-котельная" связаны между собой таким образом, что появление внешнего воздействия приводит к распространению импульса по всей

структуре системы. При этом импульс воздействия, уменьшает как показатели надежности отдельных элементов системы, так и всей системы в целом. Импульсное воздействие передается от одного элемента к другому лишь частично, то есть в процессе распространения воздействия происходит его затухание. Для формального отражения этой ситуации использован аппарат дискретной математики и теория графов[2].

Согласно теории орграфов в случае изменения надежности одного из элементов системы (в данном случае отказа определенного оборудования) импульсное воздействие распространится далее по системе (т. е. произойдет снижение надежности другого оборудования). Этот процесс математически описывается следующим образом.

Импульсное воздействие определяется импульсом

$$imp_j(t), j \in \{1, 2, \dots, n\}$$

в дискретном времени $t = 0, 1, 2, 3, \dots$, который задает-

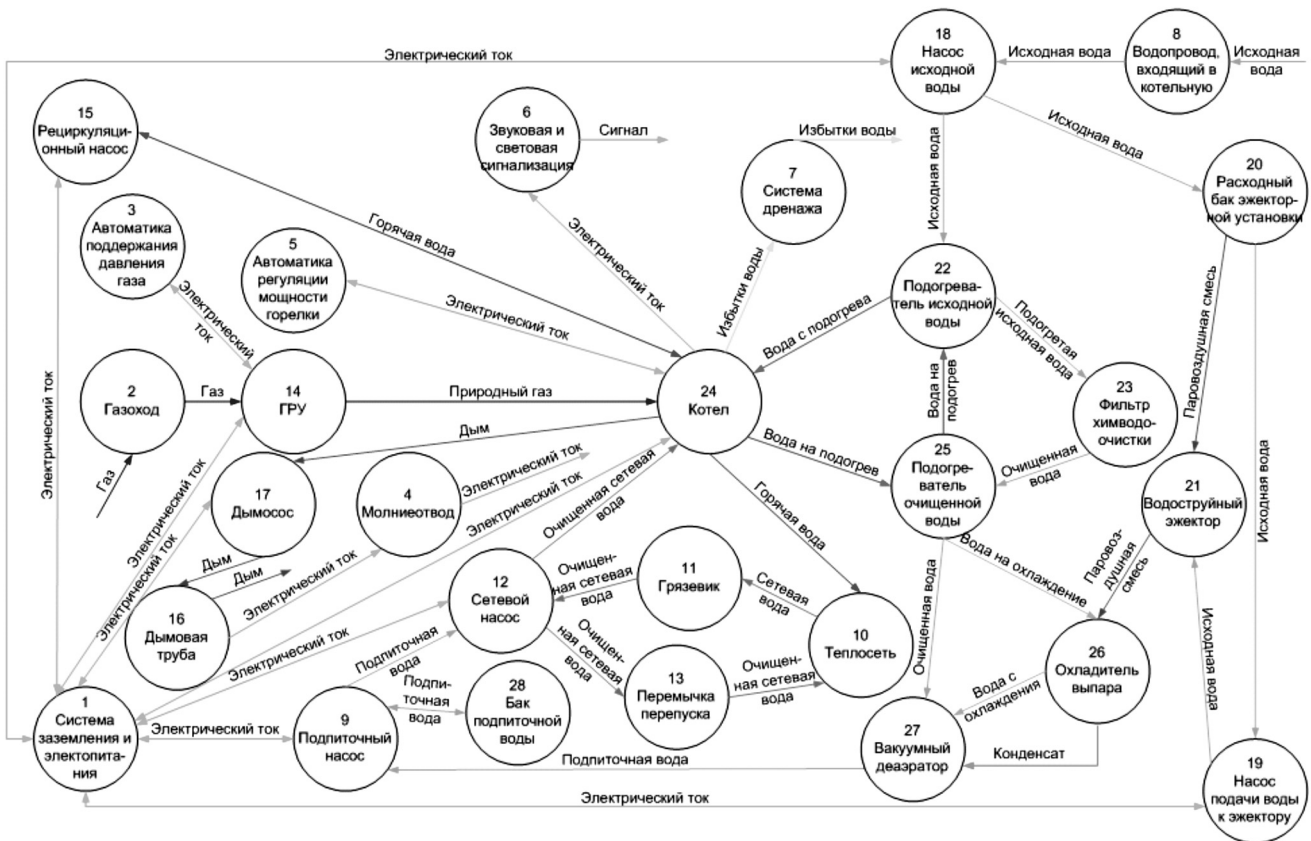


Рисунок 1. Ориентированный граф потоков вещества и энергии в системе "мини-котельная".

ся разностью:

$$imp_j(t) = w_j(t) - w_j(t - 1) , \text{ при } t > 0 \quad (1)$$

где j – номер дуги;

$$w_j = 1 - P_{отказа} , \quad (2)$$

w_j – надёжность оборудования;

где $P_{отказа}$ – и вероятность отказа оборудования.

Тогда для $t \geq 0$ для i -ой вершины графа импульсное воздействие составит:

$$w_i(t + 1) = w_i(t) \sum_{j=1}^{degv_i} \varepsilon_{ji} imp_j(t) \quad (3)$$

полагая при этом, что $degv_i$ – число входящих в вершину v_i дуг.

На рис. 2 представлен оргграф надёжности оборудования малой котельной. Доля передачи импульса на дугах оргграфа обозначает ту часть импульса, которая переходит от одних элементов к другим. В узлах же оргграфа приведены наименование конкретного оборудования, его порядковый номер и его надёжность (число в скобках).

Для повышения надёжности систем и их элементов, не представляется возможным продублировать все элементы системы, предполагающие попадание под внешнее влияние (дублирование котлов, газопроводов, систем автоматики). Поэтому требуется изучить реакцию системы на "стороннее" влияние, найти наиболее уязвимые "места" системы и рекомендовать их к резервированию или предусмотреть мероприятия по предупреждению/снижению внешнего воздействия.

Для достижения этой цели важно определить динамику распространения внешнего воздействия по системе [2].

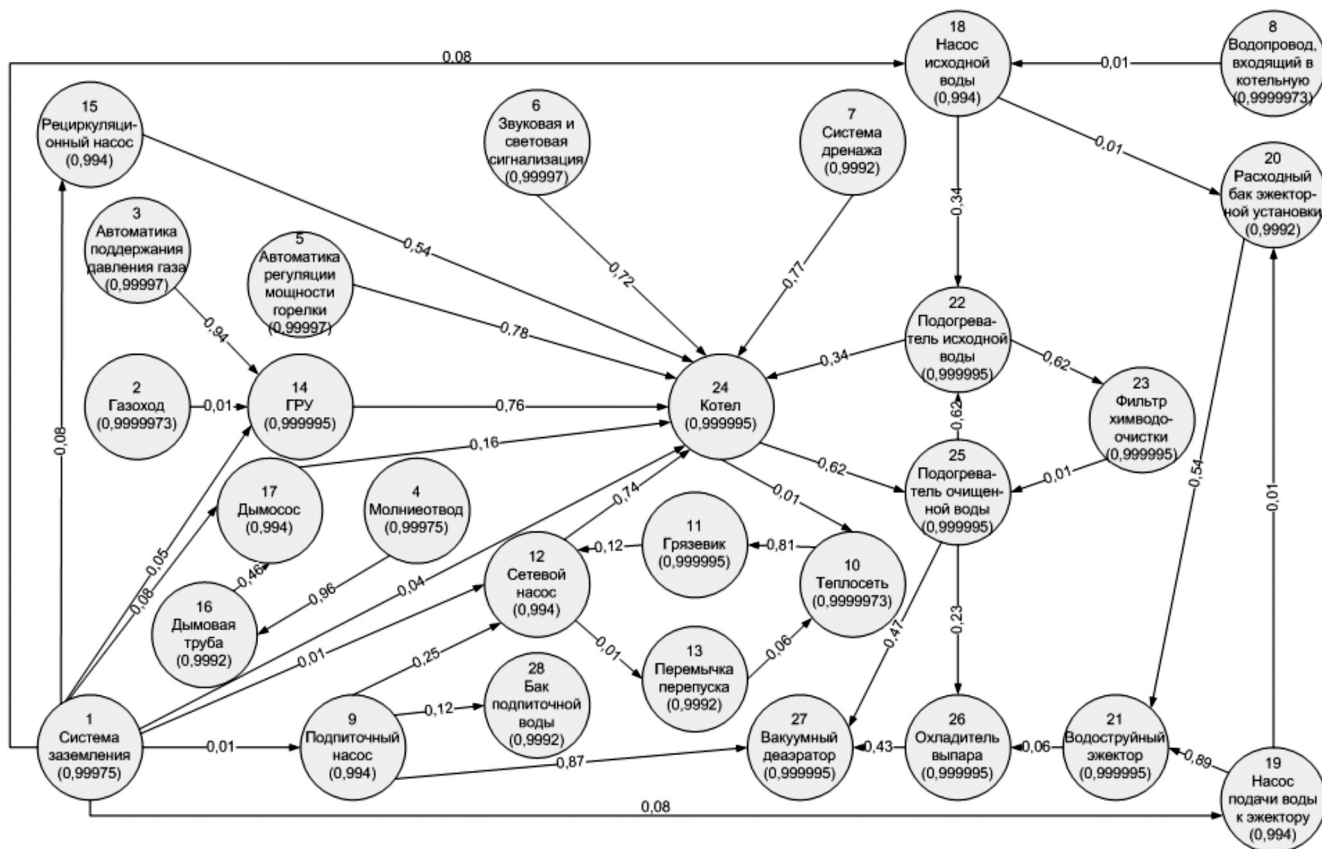


Рисунок 2. Ориентированный граф оценки надёжности оборудования мини-котельной.

На основании оценки импульсного воздействия для орграфа надёжности оборудования мини-котельной, представленного на рисунке 2, смоделированы ситуации отказа каждого из устройств (элементов) котельной:

- ◆ системы заземления;
- ◆ газохода;
- ◆ автоматики поддержания давления газа;
- ◆ молниеотвода;
- ◆ автоматики регуляции мощности горелки;
- ◆ звуковой и световой сигнализации;
- ◆ системы дренажа избыточной воды;
- ◆ входного водопровода;
- ◆ подпиточного насоса и др.

Результаты анализаснижения надёжности оборудования вследствие отказа системы заземления приведены на рис. 3.

Несмотря на то, что система заземления и электро-снабжения взаимодействует практически со всеми остальными элементами системы, ее отказ не приведет к



Экспертиза промышленной безопасности котельной.

снижению надёжности других элементов до критического значения (принятого, согласно литературным источникам, равным 0,6).

Снижение надёжности элементов мини-котельной вследствие отказа сигнализации будет выглядеть следующим образом (рис. 4).

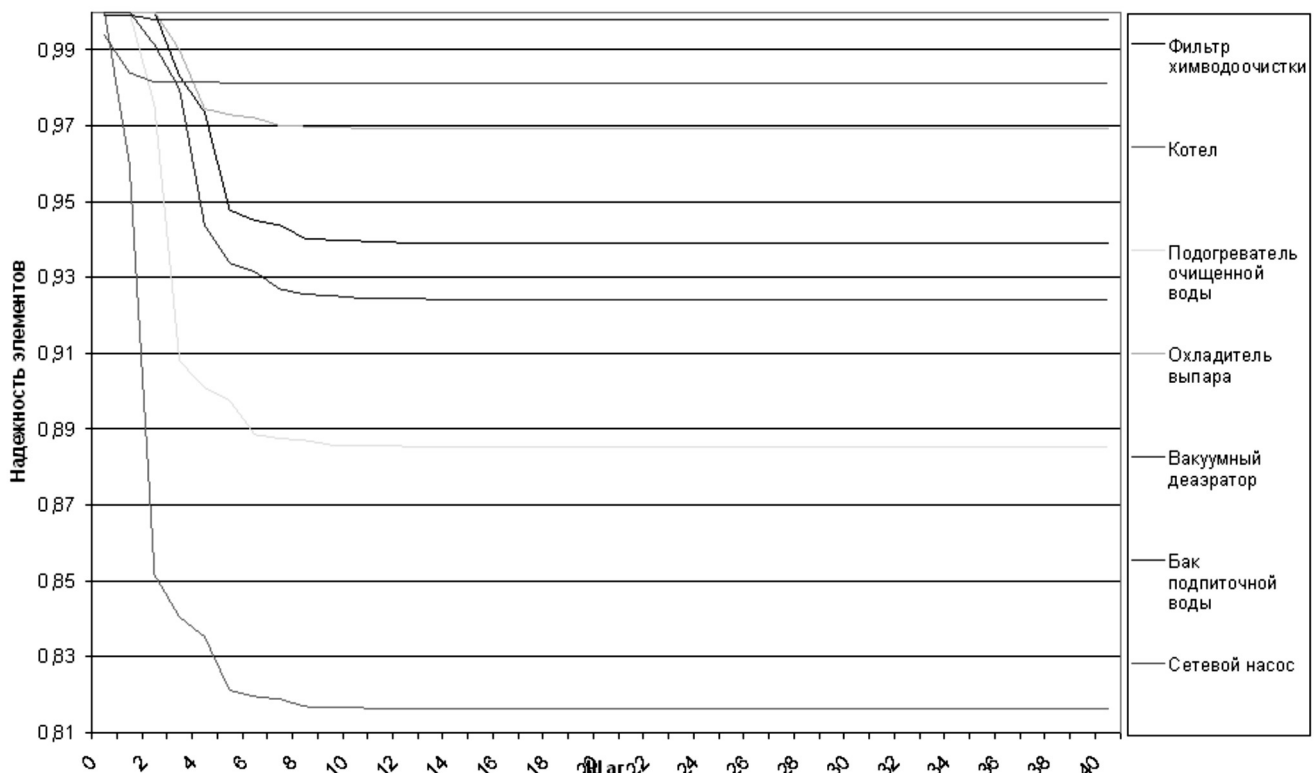


Рисунок 3. Результаты анализаснижения надёжности оборудования вследствие отказа системы заземления.

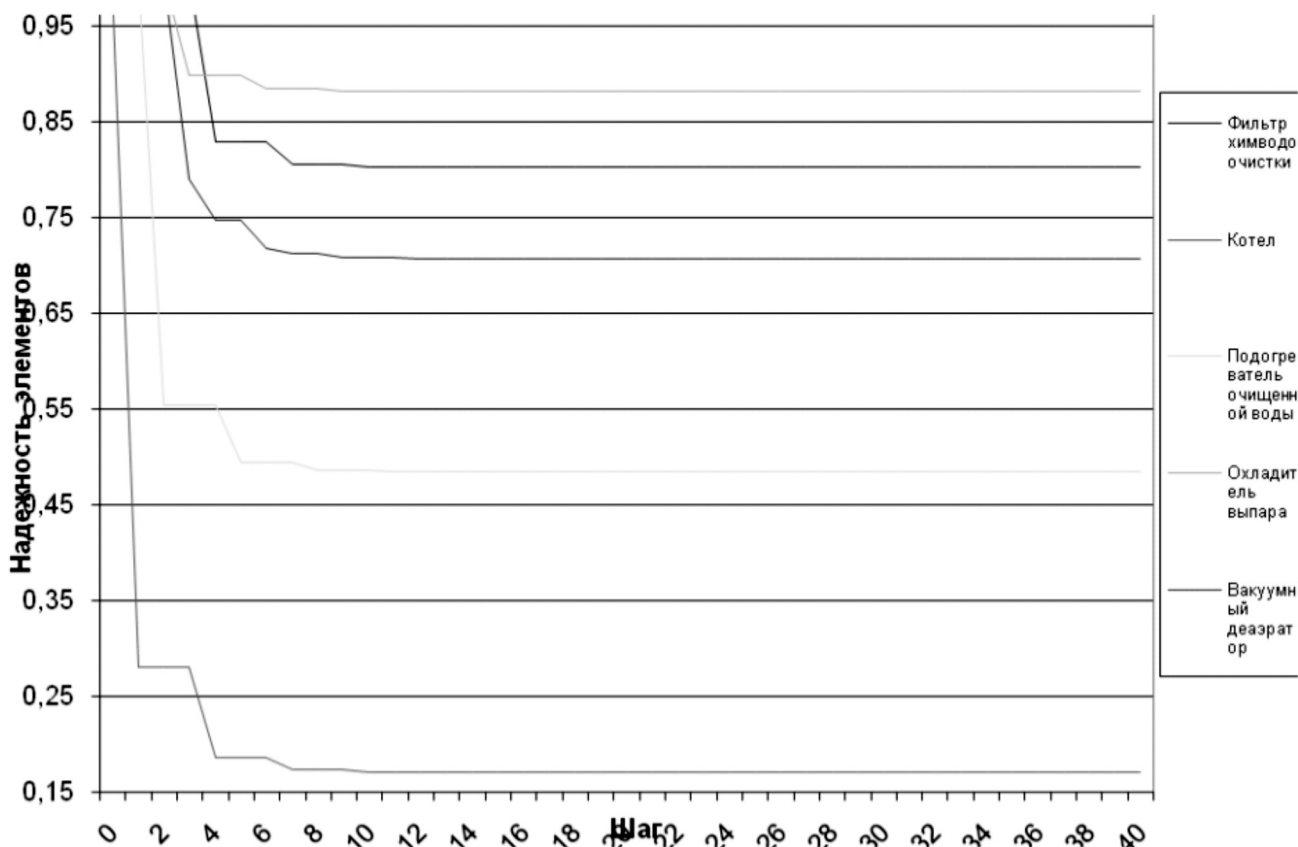


Рисунок 2. Ориентированный график оценки надежности оборудования мини-котельной.

Сигнализация, в отличие от заземления, взаимосвязана напрямую лишь с котлом, однако, как видно из рисунка 4, ее отказ приведет к более серьезным последствиям: надежность подогревателя снизится до 0,48, а котла – до 0,17.

Таким образом, проведенный анализ отказов оборудования малой котельной показывает, что наиболее

опасны отказы системы контроля и автоматики и системы дренажа избыточной воды, так как они приведут к снижению надёжности другого оборудования. Результаты проведенного анализа могут быть использованы при оценке степеней надежности оборудования малых котельных, проведения комплекса технических мероприятий по повышению безопасности функционирования оборудования малых котельных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Владимиров В.А., Кульба В.В., Малинецкий Г.Г., Махутов Н.А. и др. Управление риском. – М.: Наука, 2000. – 187с.
2. Куюнджич С.М. Разработка и анализ моделей надежности и безопасности систем. – М.: Физматлит, 2001. – 387с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

EFFICIENCY APPLICATION OF EXPEDITIOUS DIAGNOSTICS FOR DEFINITION TECHNICAL CONDITION FOR METALLURGICAL MACHINS AND MECHANISMS

*M. Birkin
V. Ruchii
M. Tretiak
A. Samborsky
A. Gushchin*

Annotation

In this article are related the questions to the analysis of indicators of functioning of metallurgical machines and mechanisms. Basic provisions of this article are connected with features of formation and development information model of the metallurgical machine ? virtual system of types and parameters technical conditions for the concrete mechanism. In article are considered different types and methods of expeditious diagnostics which are applied to filling of information model and an assessment of technical condition of elements of the metallurgical equipment.

Keywords: metallurgical machine, expeditious diagnostics, nondestructive examination, technical state, information model.

Биркин Михаил Георгиевич

Директор

ООО "ИТЦ "Интеллект"

Ручий Владимир Григорьевич

Нач. отдела диагностики

технических устройств

ООО "ИТЦ "Интеллект"

Третьяк Максим Николаевич

Вед. инженер. Эксперт

ООО "ГСЭ-Оренбург"

Самборский Анатолий Петрович

Зам. директора ООО "Спасательное

формирование-"Десант"

Гуцин Алексей Алексеевич

Зам. ген. директора

по производству и экспертизе

ООО "Сибниинуглеобогащение"

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом показателей функционирования металлургических машин и механизмов. Основные положения работы связаны с особенностями формирования и развития информационной модели металлургической машины ? виртуальной системы видов и параметров технических состояний конкретного механизма. В статье рассмотрены различные виды и приемы оперативной диагностики, которые применяются для наполнения информационной модели и оценки технического состояния элементов металлургического оборудования.

Ключевые слова:

Металлургическая машина, оперативная диагностика, неразрушающий контроль, техническое состояние, информационная модель.

Специфический характер технологических процессов регламентирует разнообразный формат для отдельных конструктивных элементов, машин (механизмов), производственных линий, при помощи которых производится современная номенклатура продукции на объектах металлургической промышленности. Конкретное функциональное назначение и принятый способ эксплуатации определяет форму, размеры, способ размещения и условия безопасного применения соответствующей машины и механизма в составе общей технологической линии производства [1,2].

С самого первого этапа жизненного цикла каждого объекта металлургического оборудования формируется

его информационная модель. В зависимости от сложности (уникальности) машины (механизма) и способов разработки, накопления и обработки данных формируется структурированная информация или информационная модель данных, необходимых для специалистов, работающих с рассматриваемым объектом при экспертизе безопасности его эксплуатации.

Особенности информационной модели металлургической машины (механизма):

- ◆ модель полностью отображает структуру конкретного жизненного цикла;

- ◆ в состав модели включается определенное количество информации, которое определяется положениями

действующей нормативной базы;

- ◆ результаты накопления и обработки данных на определенном этапе жизненного цикла металлургической машины (механизма) являются исходной информацией для принятия решений по объекту для последующих этапов.

Информационная модель существует и развивается в течение всего жизненного цикла металлургической машины (механизма), соответственно, модифицируется его информационное наполнение, формируется система показателей, которая адекватно отображает реальное техническое и функциональное состояние в любой момент времени.

Эксплуатация металлургической машины (механизма) является основным этапом жизненного цикла и допускается при условии соответствия фактических характеристик установленным (проектным) значениям [3].

Информационная модель объекта металлургического оборудования на этапе эксплуатации формируется по итогам ведения журнала эксплуатации, в который заносятся данные:

- ◆ даты и результаты проведения плановых осмотров, контрольных проверок, обследований элементов металлургического (технологического) оборудования;
- ◆ информация о произведенных работах по техническому обслуживанию;
- ◆ сведения о выявленных в процессе эксплуатации нарушениях и данные по их устранению.

Одним из возможных способов формирования и модификации информационной модели является применение технологии информационного моделирования технического состояния металлургической машины (механизма) на базе системы оперативной диагностики.

Основной особенностью технологии оперативной диагностики является возможность для оперативной оценки (в любой, произвольный момент времени) оценить качество принятых (проектных) конструктивных и технологических решений, выдерживания рабочих параметров и режимов эксплуатации, угроз и предпосылок для проявления и/или накопления дефектов и повреждений различной физической природы (включая признаки коррозии и усталости материала ? металла). Анализ технического состояния металлургического оборудования (машин и механизмов) является постоянно актуальной задачей для обеспечения промышленной безопасности и показателей надежности при выполнении соответствующих технологических процессов на объектах металлургических предприятий [4].

Отсутствие или недостаток информации о фактическом состоянии металлургических машин и механизмов провоцирует переход этих технологических элементов в угрозу для социальной и экологической среды. Снижение запаса прочности и остаточного ресурса оборудования различного назначения происходит вследствие усталостной коррозии, физического и морального износа, изменения технологии и ряда других факторов [4,5].

Для обеспечения надлежащего технического состояния разрабатывается система эксплуатационного контроля и ремонтов, которые позволяют производить оценку и поддержание состояния конструктивных и других характеристик надежности и безопасности оборудования на установленном (проектном) уровне [5,6].

Поддержание проектного (или повышение до некоторых минимально требуемых значений) уровня промышленной безопасности металлургического оборудования является комплексной задачей.

Для ее успешного решения требуется применение системного подхода, включающего следующие элементы [7]:

- ◆ диагностику или неразрушающий контроль технического состояния отдельных конструктивных элементов и всей машины (механизма), в целом;
- ◆ приемы и методы повышения квалификации обслуживающего персонала;
- ◆ современные методы моделирования параметров функционального состояния и нагружения элементов машин и механизмов;
- ◆ вероятностные подходы при оценке факторов влияния (аварийных факторов) различной физической природы.

Под неразрушающим видом контроля следует понимать такой способ организации диагностики (оперативного получения информации) параметров технического и функционального состояния, при котором не нарушается пригодность и условия нормальной эксплуатации для металлургических машин и механизмов. Неразрушающие методы контроля могут быть применены, как к остановленному механизму (например, при проведении планового технического освидетельствования), так и в ходе проведения технологических процессов (в рабочем режиме).

На Рис. 1 приведена структура основных современных видов неразрушающего оперативного контроля и диагностики технического состояния для наиболее распространенных машин и механизмов (из металлических материалов), которые применяются на предприятиях металлургической промышленности [2,5].

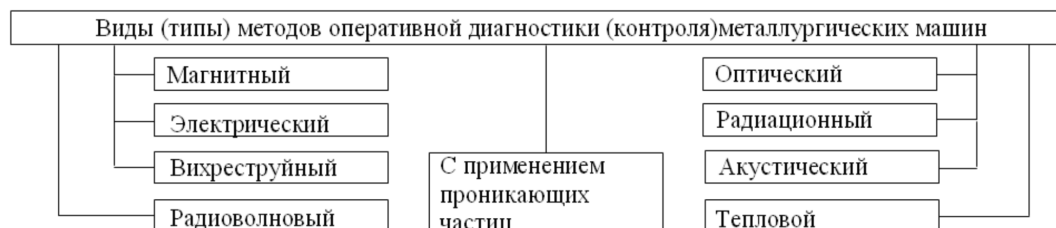


Рисунок 1. Классификация видов (типов) неразрушающего контроля элементов металлургического оборудования (машин и механизмов).

Эффективность применения средств диагностики (методов неразрушающего контроля) состояния элементов металлургического оборудования зависит от количества, состава и размещения средств диагностики (датчики измерения перемещений, колебаний, температуры), а

также принятых способах взаимодействия со структурой программно-технического обеспечения в формате соответствующей инструментально-информационной системы, характеризующей оперативное техническое состояние соответствующей машины (механизма).

ЛИТЕРАТУРА

1. Явойский В. И., Кряковский Ю. В., Григорьев В. П. и другие. Металлургия стали: Учебник для вузов. – М.: Металлургия. 1983. – 584 с.
2. Целиков А. И., Полухин П. И., Гребеник В. М и другие. Машины и агрегаты металлургических заводов. В трех томах. Т.1–3. Учебник для вузов. – М.: Металлургия. 1987.
3. Авдеев В. А., Друян В. М., Кудрин Б. И. Основы проектирования металлургических заводов. – М. Интермет Инжиниринг. 2002. – 428 с.
4. Коновалов Л. В. Нагруженность, усталость, надежность деталей металлургического оборудования. – М.: Металлургия. 1981. – 280 с.
5. Плахтин В. Д. Надежность, ремонт и монтаж металлургических машин: Учебник для вузов. – М.: Металлургия. 1983. – 415 с.
6. ГОСТ 27.003–90. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности. – М.: Издательство стандартов. 1990. – 20 с.
7. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. – СПб.: Политехника. 2000. – 304 с.

© М.Г. Биркин, В.Г. Ручий, М.Н. Третьяк, А.П. Самборский, А.А. Гуцин, (m_birkin@list.ru), Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики».



ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

TECHNICAL DIAGNOSTICS OF GAS MAINS

*I. Kuleshov
E. Butner
G. Priyatkin
O. Yakimova
D. Zhelonkin*

Annotation

Main gas pipelines are the main objects that are used for the transportation of gas in the oil and gas industry and by virtue of the chemical properties of the product to be moved are highly explosive and flammable. Most of pipelines operated for a long time and, therefore, the question arises assess their technical condition, as well as the establishment of the possibility of extending their life-time. The main event, which is aimed directly at the achievement of these goals is the technical diagnostics. This article describes the main aspects of technical diagnostics of gas pipelines. The main problems of diagnosing these objects were analyzed. Improved methods of technical diagnosis will significantly enhance the safety of pipelines and accurately determine their residual life-time.

Keywords: gas pipelines, diagnostics, industrial safety.

Магистральные газопроводы являются основными объектами, которые используются для транспортирования газа в нефтегазовой промышленности и в силу химических свойств перемещаемого продукта обладают высокой взрыво- и пожароопасностью. Большинство магистральных трубопроводов эксплуатируется достаточно давно и поэтому встает вопрос оценки их технического состояния, а также установления возможности продления срока их эксплуатации. Главным мероприятием, которое направлено непосредственно на достижение этих целей, является техническое диагностирование.

Требования безопасности опасных производственных объектов магистральных трубопроводов регламентиру-

Аннотация

Магистральные газопроводы являются основными объектами, которые используются для транспортирования газа в нефтегазовой промышленности и в силу химических свойств перемещаемого продукта обладают высокой взрыво- и пожароопасностью. Большинство магистральных трубопроводов эксплуатируется достаточно давно и поэтому встает вопрос оценки их технического состояния, а также установления возможности продления срока их эксплуатации. Главным мероприятием, которое направлено непосредственно на достижение этих целей, является техническое диагностирование. В данной статье рассмотрены основные аспекты проведения технического диагностирования магистральных газопроводов. Проанализированы основные проблемы проведения диагностирования таких объектов. Совершенствование методик проведения технического диагностирования позволит существенно повысить безопасность эксплуатации трубопроводов и точно определить их остаточный ресурс.

Ключевые слова:

Газопроводы, диагностирование, промышленная безопасность.

ются ФЗ-116 [1] и Федеральными нормами и правилами [2]. Несмотря на достаточно высокую развернутость последнего документа, требования к проведению технического диагностирования таких объектов совершенно отсутствуют, что является весомым недостатком, препятствующим обеспечению их безопасной эксплуатации.

Техническое диагностирование представляет собой комплекс мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации магистральных трубопроводов. Основой технического диагностирования является неразрушающий контроль, который позволяет оценить состояние металла газопроводов.

На начальном этапе проводится визуальный и изме-

Кулешов Игорь Яковлевич

Нач. отдела

ООО "ИТЦ "Интеллект"

Бютнер Эдуард Михайлович

Технический директор.

Эксперт. ООО "ГСЭ-Оренбург"

Прияткин Георгий Викторович

Эксперт ООО "Интеграл-эксперт"

Якимова Ольга Александровна

Инженер-эксперт

ООО "ПромЭкспертиза"

Желонкин Дмитрий Геннадьевич

Эксперт ООО "Эвис"

рительный контроль трубопроводов. Проводится проверка их внешнего состояния, наличия повреждений покрытия и изоляции, проверка наличия деформаций. Однако большинство дефектов все-таки достаточно сложно обнаружить при помощи визуального осмотра и на следующем этапе большую роль играют результаты неразрушающего контроля.

К числу основных методов неразрушающего контроля состояния магистральных газопроводов относятся:

- ◆ Ультразвуковая дефектоскопия. Метод используется для контроля наличия внутренних дефектов типа несплошностей: пор, шлаковых включений, раковин и т.п. Большое значение имеет контроль состояния сварных швов. Современные дефектоскопы способны в автоматизированном режиме перемещаться по длине сварного шва и сохранять большие объемы информации для последующего анализа;

- ◆ Радиографический контроль. Данный метод аналогичен предыдущему по своему назначению, за исключением использования источников ионизирующего излучения. Радиографический контроль может использоваться для определенных узкоспециализированных задач, взамен ультразвуковой дефектоскопии;

- ◆ Магнитопорошковая дефектоскопия. Данный метод достаточно широко используется для контроля дефектов сварных швов трубопроводов. Также данная дефектоскопия достаточно успешно используется для контроля искривленных поверхностей (переходов, поворотов);

- ◆ Ультразвуковая толщинометрия. Метод контроля, который позволяет идентифицировать фактическую толщину основного металла и сварных швов. Толщина металла связана с рабочим давлением, на которое рассчитан трубопровод, поэтому любое снижение данной характеристики указывает на усиленное действие коррозионного износа;

- ◆ Метод магнитной памяти металлов. Метод позволяет контролировать области концентрации повышенных напряжений. Коррозия под напряжением (коррозионное растрескивание) является одним из самых деструктивных воздействий, поэтому определение областей, подверженных таким повреждениям является очень важным. В отличие от остальных методов, последний позволяет идентифицировать дефекты на стадии их зарождения;

- ◆ Анализ механических свойств. Для оценки механических свойств металла трубопровода достаточно

сложно обойтись без вырезки образцов с последующим анализом. Поэтому анализ твердости является распространенным неразрушающим методом контроля, позволяющим косвенно оценить механические свойства металла. Как правило, наиболее усиленному контролю подвергают области воздействия коррозии и области, на которых были обнаружены повреждения по данным визуального осмотра;

- ◆ Анализ химического состава основного металла и сварных швов. Воздействие транспортируемого газа и содержащихся в нем примесей могут приводить к изменению химического состава металла, в том числе его обезуглероживанию. Наличие большого количества серы на поверхности металла также может свидетельствовать о воздействии сероводорода и появлении сероводородной коррозии. Именно поэтому, спектрометрический анализ состава металла представляется очень важным. Существующие в настоящее время приборы позволяют достаточно быстро получить спектр, по которому можно установить элементный состав поверхностных слоев трубопровода.

Проблемой методов неразрушающего контроля, используемых в настоящее время, является возможность определения дефектов на стадии, когда они уже проявились. Актуальным направлением развития неразрушающих методов является обнаружение дефектов на стадии зарождения. Чем более чувствительным будет являться метод к дефектам малого размера, включая наномасштаб, тем более качественными будут результаты технического диагностирования.

Поскольку магистральные газопроводы находятся под землей, то они подвержены интенсивной электрохимической коррозии. Проведение контроля состояния электрохимической защиты и сопротивления изоляции является одним из основных мероприятий в рамках технического диагностирования. Важность этого также подкрепляется тем, что электрохимический механизм является одним из доминирующих для многих типов коррозии.

Широкое распространение получила внутритрубная диагностика магистральных газопроводов. Дефектоскопы (внутритрубные снаряды-дефектоскопы), перемещаемые внутри трубопроводов, позволяют записывать видео и производить фотосъемку, что активно используется для проведения внутритрубного визуального контроля. Помимо этого они оборудуются другими методами, позволяющими с достаточной достоверностью получить информацию о внутренних и поверхностных дефектах. Достоинством проведения такого контроля является отсутствие необходимости установки контролируемых устройств на момент строительства газопровода, в сочета-

нии с большим объемом информации, который возможно получить при проведении диагностики. Помимо этого, такой метод диагностирования позволяет достаточно быстро выявлять аварийные участки трубопровода, что значительно ускоряет проведение ремонта, а также снижает капитальные затраты. Достаточно высокую эффективность данный метод показал при идентификации стресс-коррозионных дефектов, которые представляют высокую опасность для газопроводов.

Помимо неразрушающего контроля, одной из основных функций является оценка остаточного ресурса трубопроводов. На основании основных повреждений, идентифицируемых с помощью неразрушающих методов, дается прогноз о сроке безопасной эксплуатации трубопроводов. Это мероприятие является практически самым

основным в рамках проведения технического диагностирования, поскольку связано с оценкой определяющего механизма повреждения газопроводов и анализом динамики изменения его ресурса. Стоит отметить, что методы оценки остаточного ресурса в настоящее время недостаточно развиты и исследования в данной области активно продолжаются.

Таким образом, техническое диагностирование представляется одним из основных мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации магистральных газопроводов. Совершенствование методик проведения технического диагностирования позволит существенно повысить безопасность эксплуатации трубопроводов и прецизионно определить их остаточный ресурс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон РФ от 21.07.1997 №116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности для опасных производственных объектов магистральных трубопроводов".

© И.Я. Кулешов, Э.М. Бютнер, Г.В. Прияткин, О.А. Якимова, Д.Г. Желонкин, (i_kuleshov@list.ru), Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики».

МАЙНЕКС 2016
ЦЕНТРАЛЬНАЯ АЗИЯ

7-й ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫЙ
ФОРУМ И ВЫСТАВКА

ИНВЕСТИЦИИ - ТЕХНОЛОГИИ - РЕГУЛИРОВАНИЕ

19 - 21 апреля 2016
Астана, Казахстан

ОЦЕНКА РИСКОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ASSESSMENT RISKS OPERATION OF THE PRODUCTION EQUIPMENT ENTERPRISES OIL AND GAS INDUSTRY

*S. Votyakov
E. Ivashenkov
A. Chistyakov
F. Bomco
O. Makarevich
R. Chaika*

Annotation

In this article are related the questions related to the analysis of indicators reliability and safety production technological processes connected with transportation and processing organic, hydrocarbonic raw materials at the enterprises of the oil and gas industry.

Ensuring production safety at the enterprises of an oil and gas complex of the Russian Federation is priority activity for the experts involved to solutions of the corresponding tasks legislative, scientific, technical, character.

The questions connected with ensuring industrial safety arose from the first days of functioning of a fuel and power complex of the country and completely aren't solved so far and this questions won't lose relevance in the near-term and medium-term outlook.

Keywords: oil industry, gas industry, industrial safety, systems approach, quality assessment of risks, quantitative assessment of risks, mathematical model of consequences, emergency factors.

Вотяков Сергей Николаевич

Ген. директор ООО "АльянсЭксперт"

Иващенко Евгений Александрович

Технический директор

ООО "АльянсЭксперт"

Чистяков Андрей Васильевич

Директор ООО "Арантэй"

Бомко Федор Михалович

Зам. ген. директора

ООО "Аскотехэнерго-Диагностика"

Макаревич Олег Владимирович

Эксперт ООО "Томсктехсервис"

Чайка Руслан Анатольевич

Ген. директор ООО "ПромЭкспертиза"

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом показателей надежности и безопасности производства технологических процессов, связанных с транспортировкой и переработкой органического, углеводородного сырья на предприятиях нефтегазовой промышленности. Обеспечение производственной безопасности на предприятиях нефтегазового комплекса (НК) Российской Федерации является приоритетным направлением деятельности для специалистов, привлекаемых к решению соответствующих задач законодательно организационного и научно технического характера [1,2]. Вопросы, связанные с обеспечением промышленной безопасности полетов, сопровождают с первых дней функционирования топливно-энергетического комплекса (ТЭК) страны и полностью не решены к настоящему времени (несмотря на создание и функционирование системы предприятий НК, как структурного элемента ТЭК) и, скорее всего, не потеряют актуальности в ближайшей и среднесрочной перспективе.

Ключевые слова:

Нефтяная отрасль, газовая отрасль, промышленная безопасность, системный подход, качественная оценка рисков, количественная оценка рисков, математическая модель последствий, аварийные факторы.

Предприятия нефтегазовой промышленности и элементы соответствующего трубопроводного транспорта (газопроводы и нефтепроводы) являются основными элементами сложной технологической структуры – системы НК. Функционирование абсолютного большинства элементов оборудования на предприятиях нефтегазовой промышленности связано с проведением разнообразных технологических процессов, а обеспечение производства и управление параметрами этих

процессов осуществляется при обязательном условии обеспечения требуемого уровня промышленной безопасности [3,4].

Концепция обеспечения промышленной безопасности на предприятиях нефтегазовой промышленности к настоящему моменту времени трансформировалась от процесса накопления и апостериорного анализа многочисленных, но разрозненных данных о причинах и послед-

ствиях проявления производственных аварийных происшествий к формату оценки рисков и анализу опасностей, связанных с производством технологических процессов на предприятиях НК [3,5].

Вопрос обеспечения промышленной безопасности рассматривается, как сложная комплексная задача, решение которой предполагает использование системного подхода, сущность которого сводится не только лишь к обеспечению надежности отдельного элемента (оборудования), но и к безопасности взаимодействия структурных частей, формирующих целостную систему предприятий НК [1,3].

Экономичность системы НК является обязательным критерием эффективности ее функционирования.

Последствия неэффективной эксплуатации оборудования предприятий нефтегазовой промышленности в формате остановки и/или снижения качества:

- ◆ сырья, полуфабрикатов или готовых продуктов – для перерабатывающих предприятий);
- ◆ органического (углеводородного) топлива – для генерирующих предприятий ТЭК);
- ◆ тепла и электроэнергии – для соответствующих категорий и групп потребителей.

Потери оцениваются не только в виде прямого ущерба (недополученной прибыли, расходов на ремонт и восстановление), но и снижением уровня промышленной безопасности, а также увеличением количественных значений различных видов рисков ("влияния неопределенностей на цели"[6]): политического, социального, экономического, производственного (техногенного), экологического [3].

Именно по этой причине для решения задач управления уровнем промышленной безопасности и экономической эффективности эксплуатации оборудования предприятий нефтегазовой промышленности целесообразно применять универсальные математические модели, реализующие системные методы исследований и управления рисками функционирования сложных технических систем[6].

В самом общем случае последовательность проведения анализа рисков, связанных с функционированием оборудования предприятий нефтегазовой промышленности включает следующие основные этапы:

- ◆ организация и планирование исследовательских работ и мероприятий;
- ◆ выявление (идентификация) всех возможных ви-

дов опасностей и формирование списка тех опасностей, которые могут потенциально привести к проявлению недопустимых рисков;

- ◆ качественная (по возможным видам) и количественная (по возможной величине ущерба) оценка рисков;
- ◆ разработка комплекса мероприятий, ориентированных на поддержание расчетного и допустимого значения рисков или на снижение расчетного и недопустимого значения рисков до некоторого, приемлемого уровня.

Результатом проведения анализа рисков является аналитическая информация вида [3,5,6]:

- ◆ достоверные (верифицированные) данные о тех опасностях и условиях их проявления, которые способны привести к наиболее тяжелым формам последствий – авариям и/или катастрофам с участием конкретных элементов оборудования опасных производственных объектов;
- ◆ достоверные (верифицированные) данные об установленных аварийных факторах (или группах аварийных факторов), которые влияют на показатели надежности соответствующих элементов оборудования опасных производственных объектов;
- ◆ рекомендации относительно мероприятий, которые обеспечивают приемлемый (или допустимый) уровень промышленной безопасности.

Результаты анализа рисков применяются при решении задач, связанных с оценкой промышленной безопасности и экономической эффективности производственного оборудования [3,6,7]:

- ◆ декларирование промышленной безопасности опасных производственных объектов НК;
- ◆ анализ конструктивного совершенства и проектных решений для элементов производственного оборудования;
- ◆ анализ экономической эффективности производства необходимых технологических процессов с применением комплексного критерия оценки: "стоимость капитальных вложений – уровень промышленной безопасности – значение дохода".

Практически все виды методов оценки рисков (за исключением экспериментальных исследований) ориентированы на разработку соответствующих видов математических моделей. Математическая модель с некоторой степенью достоверности характеризует реальный процесс функционирования соответствующих элементов оборудования предприятий нефтегазовой промышленности [4,5,6].

При разработке математической модели любого вида производится формирование количественных и качественных соотношений между анализируемыми параметрами (показателями надежности) и исходными факторами, которые определяют поведение модели рассматриваемого элемента оборудования.

Для расчета количественных показателей рисков применяются математические модели следующих видов:

- ◆ математическая модель надежности: математическое описание структурных элементов системы НК (или ТЭК) с указанием способов взаимосвязи между ними,

приемов организации поддержания и/или восстановления работоспособного состояния для элементов системы (комплекса плановых ремонтов и профилактических работ);

- ◆ математическая модель отказов: математическое описание причин и следствий проявления отказов структурных элементов НК (или ТЭК).

Наибольшее распространение при анализе рисков получили математические (аналитические) модели отказов, в которых состояния элементов системы (оборудования предприятий нефтегазовой промышленности) и связи между ними характеризуются при помощи теории вероятности и математической статистики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Министерство энергетики Российской Федерации. Официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа от 19.01.16 г.: <http://minenergo.gov.ru/node/987>.
2. Брагинский О.Б. Нефтегазовый комплекс мира. – М.: Нефть и газ. 2006. – 500 с.
3. Федеральный закон "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" от 21 июля 1997г., № 116-ФЗ. В редакции от 13.07.2015г.
4. Линник Ю.Н. Нефтегазовый комплекс. Производство, экономика, управление. Учебник для вузов. – М.: Экономика. 2014. – 717 с.
5. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности" – М.: Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. 2013. – 313 с.
6. ГОСТ Р ИСО 31000–2010. Менеджмент риска. Принципы и руководство. – М.: Стандартиформ. 2012. – 26 с.
7. РД 03–315–99. Методические рекомендации по составлению декларации промышленной безопасности опасного производственного объекта. – М.: Госгортехнадзор России. 2000. – 18 с.

© С.Н. Вотяков, Е.А. Иващенко, А.В. Чистяков, Ф.М. Бомко, О.В. Макаревич, Р.А. Чайка, (s_votyakov@list.ru), Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»,



ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В СИСТЕМНОМ ПОДХОДЕ К УПРАВЛЕНИЮ УРОВНЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

INFORMATION SUPPORT
IN SYSTEM APPROACH
TO MANAGEMENT LEVEL
OF SAFETY OPERATION EQUIPMENT
FOR CHEMICAL PRODUCTION

*O. Makarevich
D. Gladilov
F. Bomco
E. Prokhorov
O. Rotar*

Annotation

In this article are related the questions to the analysis of indicators reliability and industrial safety of processing equipment of chemical production. Functioning of various chemical productions is followed by almost constant risks, and main characteristic of their functioning is the level industrial safety which is formed by factors of various nature. Level of industrial safety elements of the chemical equipment is defined previously on design stages, and is finally formed at an operation stage. Quantitative values of indicators are established by results of risk analysis of approach to the corresponding limit states.

Keywords: equipment for the chemical production, level of industrial safety, risk analysis, system approach, mathematical model.

Макаревич Олег Владимирович

Эксперт ООО "Томсктехсервис"

Гладилов Дмитрий Леонидович

Эксперт ООО "ЭСКО"

Бомко Федор Михалович

Зам. ген. директора

ООО "Аскотехэнерго-диагностика"

Прохоров Евгений Николаевич

Эксперт

ООО "Вологодская экспертная компания"

Ротарь Олег Николаевич

Зам. директора ООО "ОРТЭС"

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом показателей надежности и промышленной безопасности технологического оборудования химического производства. Функционирование различных химических предприятий сопровождается практически постоянными рисками, а главной характеристикой их функционирования является уровень промышленной безопасности, который формируется факторами различной природы. Уровень промышленной безопасности элементов химического оборудования предварительно определяется (или назначается) на стадии проектирования, а окончательно формируется на стадии эксплуатации, а количественные значения показателей устанавливаются по результатам анализа (или оценки) рисков наступления соответствующих предельных состояний (отказов).

Ключевые слова:

Оборудование для химических предприятий, уровень промышленной безопасности, анализ рисков, системный подход, математическая модель.

Методические основы оценки промышленной безопасности функционирования оборудования для химических предприятий включает значительное количество положений и показателей общей теории надежности, разработанной для анализа разнообразных простых и сложных технических систем, устройств и агрегатов [1,2].

Технологическое оборудование для химически предприятий является сложной технической системой, состоящей из разнообразных (по функциональному назначению, конструктивным решениям и применяемым материалам) элементов, образующих сложный формат взаимодействия [3,4].

Обеспечение проектных параметров уровня промышленной безопасности оборудования для химических предприятий является сложной задачей. Для ее успешного решения предусматривается использование сис-

темного подхода, который включает следующие основные направления [2,3]:

- ◆ диагностика или неразрушающий контроль технического состояния конструктивных элементов оборудования;
- ◆ приемы и методы повышения квалификации обслуживающего персонала;
- ◆ современные методы моделирования параметров технического состояния;
- ◆ вероятностные подходы при оценке факторов влияния (аварийных факторов) различной физической природы.

Под неразрушающим видом контроля предполагается такой способ организации диагностики (оперативного получения информации) параметров технического и функционального состояния, при котором не нарушается пригодность оборудования химических предприятий к

нормальной эксплуатации.

В настоящее время системный подход для обеспечения промышленной безопасности оборудования химических предприятий включает следующие основные структурные элементы [5,6]:

- ◆ нормативно-инструкционный: ориентирован на применение базовых положений охраны труда и правил безопасности при производстве опасных технологических процессов при эксплуатации химического оборудования;

- ◆ технологический: предусматривает разработку технологических процессов, характеризующихся высокими показателями надежности, с применением методов моделирования и средств автоматизированного проектирования;

- ◆ информационно-управленческий: заключается в создании автоматических средств контроля и диагностики технического состояния элементов оборудования и управления эксплуатационной надежностью.

Системный подход при анализе и управлении уровнем промышленной безопасности элементов оборудования химических предприятий на стадии эксплуатации обозначает необходимость разработки такой математической и информационной модели, которая включает:

- ◆ оценку возможности (вероятности) проявления аварийного фактора (отказа оборудования);

- ◆ возможные сценарии развития негативных последствий аварии;

- ◆ количественные значения последствий при реализации соответствующего негативного сценария развития аварийной ситуации;

- ◆ даты и результаты проведения плановых осмотров, контрольных проверок, обследований технологического оборудования предприятия;

- ◆ информацию о произведенных работах по техническому обслуживанию;

- ◆ сведения о выявленных в процессе эксплуатации нарушениях и данные по их устранению.

Информация о текущем техническом состоянии является центральным элементом системы управления уровнем промышленной безопасности оборудования химических предприятий. Информационное обеспечение (в формате соответствующей информационной модели) позволяет сформировать условия для своевременного управления рабочими параметрами технологических

процессов и оптимизации затрат для ремонта и восстановления параметров технического состояния и показателей надежности.

Особенности информационной модели оборудования химических предприятий:

- ◆ модель полностью отображает структуру показателей надежности для соответствующего этапа жизненного цикла элемента оборудования;

- ◆ в состав модели включается определенное количество информации, которое определяется положениями действующей нормативной базы и является обязательной по отношению к рассматриваемому оборудованию;

- ◆ результаты накопления и обработки данных на определенном этапе жизненного цикла являются исходной информацией для принятия решений по управлению уровнем промышленной безопасности для последующих этапов.

Информационная модель существует и развивается в течение всего жизненного цикла оборудования, соответственно, модифицируется его информационное наполнение, формируется система показателей, которая адекватно отображает реальное техническое состояние объекта исследований в произвольный момент времени.

Информационная (вероятностная) модель функционирования оборудования химического предприятия представляет собой системный анализ уровня промышленной безопасности, ориентированный на выявление основных источников аварий на всех этапах технологических процессов.

При помощи виртуальной модели (включающей параметры текущего технического состояния) производится оценка взаимодействия элементов оборудования при проявлении нештатных ситуаций. По результатам моделирования формируется комплекс мероприятий для обеспечения необходимых параметров надежности элементов оборудования.

Качество функционирования современной информационной системы, ориентированной на управление уровнем промышленной безопасности производственного оборудования, связано с характеристиками соответствующего программно-технического обеспечения и характеризуются следующими параметрами: сложностью проектирования, уровнем автоматизации, уровнем сложности, составом и производительностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Острейковский В.А. Теория надежности. – М.: Высшая школа. 2003. – 463 с.
2. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. – СПб.: Политехника. 2000. – 304 с.
3. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. – М.: Химия. 1987. – 496 с.
4. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М. Химия. 2005. – 753 с.
5. Федеральный закон "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" от 21 июля 1997г., № 116-ФЗ. В редакции от 13.07.2015г.
6. Барзилович Е.Ю. Модели технического обслуживания сложных систем. – М.: Высшая школа. 1982. – 306 с.

ОЦЕНКА ФАКТОРОВ ОПАСНОСТИ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

HAZARD ASSESSMENT OF PETROCHEMICAL INDUSTRY OBJECT LOCATION

V. Tazov
M. Goryunov
S. Sharygin
V. Beginin
G. Priyatkin

Annotation

Natural disasters are considered as one of the petrochemical industry objects hazards. The results of simulation of destruction beams of the roof under the snow load can be used in planning activities to ensure industrial safety.

Keywords: industrial safety, natural phenomena, the load.

Тазов Виталий Валерьевич
Директор ООО "Дефектоскопия и Экспертиза"
Горюнов Михаил Александрович
Директор
ООО "Спасательное формирование – "Десант"
Шарыгин Сергей Маркелович
Директор ООО НП "ЦИД"
Бегинин Виктор Александрович
Ген. директор. Эксперт.
ООО "ГСЭ–Оренбург"
Прияткин Георгий Викторович
Эксперт
ООО "Интеграл–эксперт"

Аннотация

Рассмотрены стихийные бедствия, как один из факторов опасности расположения объектов нефтехимической промышленности. Приведены результаты моделирования разрушения балки кровли здания или сооружения, под действием снеговой нагрузки, которые могут быть использованы при планировании мероприятий по обеспечению промышленной безопасности конструкции.

Ключевые слова:

Промышленная безопасность, природные стихийные явления, нагрузка.

Опасность эксплуатации предприятий нефтехимического цикла, обусловлена сложностью структуры данных объектов, использующих взрывопожароопасные вещества под высоким рабочим давлением в своих производственных процессах. Переход работы оборудования в нерасчетные режимы сопровождается резким ростом вероятности возникновения аварийных ситуаций с негативными последствиями, которые при неблагоприятных событиях переходят в чрезвычайную ситуацию. Нефтехимические предприятия нельзя рассматривать замкнуто, необходимо учитывать внешние силы природного и техногенного характера, воздействие которых приводит к аварийным ситуациям.

Основными причинами и факторами возникновения возможных аварийных ситуаций, связанных с воздействиями природного и техногенного характера, являются:

- ◆ грозовые разряды;
- ◆ штормовой ветер, ураган, смерч;
- ◆ метель со снежными заносами, гололед на тер-

ритории и подъездных путях;

- ◆ аварийная разгерметизация оборудования и трубопроводов, связанная с причинами техногенного характера;
- ◆ подвижка, просадка, пучение грунтов.

В этой связи актуальным представляется рассмотрение стихийных бедствий, как одного из факторов опасности расположения объектов нефтехимической промышленности.

Природное явление, носящее чрезвычайный характер и приводящее к нарушению нормальной деятельности населения, гибели людей, разрушению и уничтожению материальных ценностей, называется стихийным бедствием. Одним из видов природных стихийных явлений широко распространенных на территории нашей страны является выпадение твердых осадков в виде снега (сильный снегопад).

Снегопад может классифицироваться в зависимости от условий и характера выпадения снега, на метеостанциях выделяют несколько видов снегопада приведенных на рис. 1 [1].

При воздействии снегопада в сочетании с другими атмосферными явлениями, такими как мороз, ветер, резкие колебания температуры появляется риск возникновения косвенных факторов снегопада представленных на рис. 2.

На рисунке 2 приведены косвенные факторы снегопада, которые негативно сказываются на безопасности объектов нефтехимической промышленности[12]. До-

полнительный риск, связанный с выпадением снега и созданием снеговой нагрузки на здания и сооружения объектов нефтехимической промышленности обусловлен тем, что в мире наблюдается глобальное потепление, вследствие чего происходят аномальные изменения климата.

Для оценки факторов опасности расположения объектов нефтехимической промышленности, обусловленных природными стихийными явлениями, в частности снеговыми нагрузками, необходимо определение фактических и критических нагрузок на перекрытия и балки зданий и сооружений предприятий нефтехимической промышленности. Для построения эпюр нагрузки на кры-

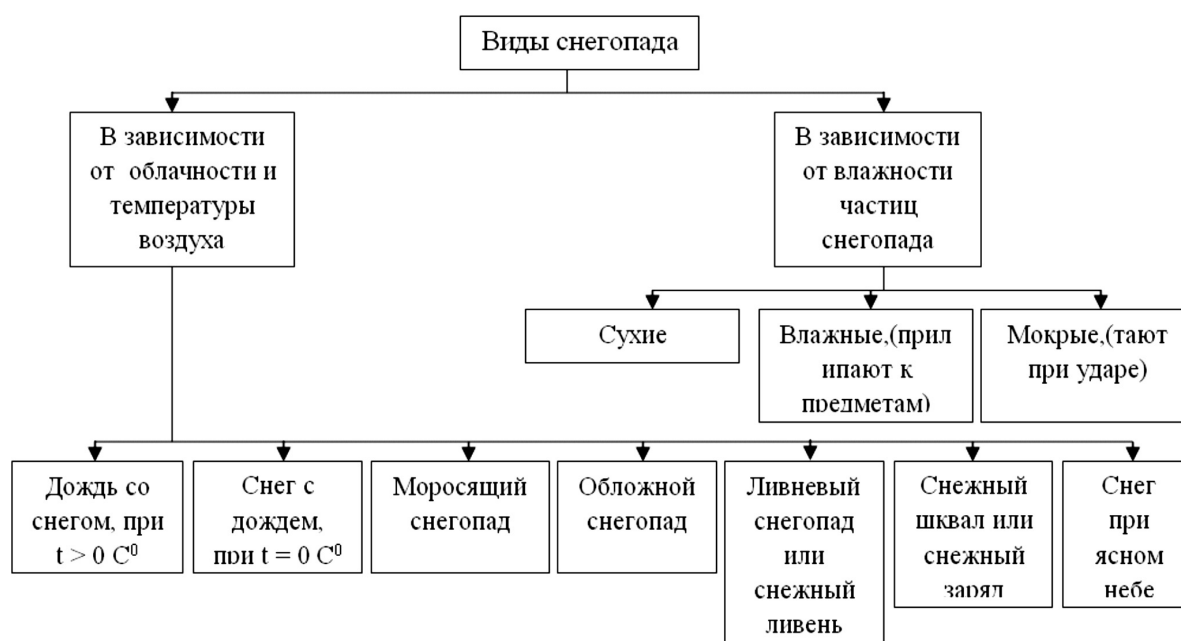


Рисунок 1. Виды снегопада в зависимости от условий характера выпадения снега.



Рисунок 2. Косвенные факторы снегопада.

шу и определения относительных перемещений использовано программное обеспечение "Balka" [2].

В качестве исходных данных принято, что погонная нагрузка распределена по линии балки перекрытия кровли. На рис. 3 показано действие погонной нагрузки и относительные перемещения балки крыши.

На рисунке 3 приведены результаты моделирования

разрушения балки кровли здания или сооружения, под действием снеговой нагрузки, которые могут быть использованы при планировании мероприятий по обеспечению промышленной безопасности конструкции, так же указаны зависимости изменения моментов и перемещений балки крыши от количества выпавших осадков (рис. 4).

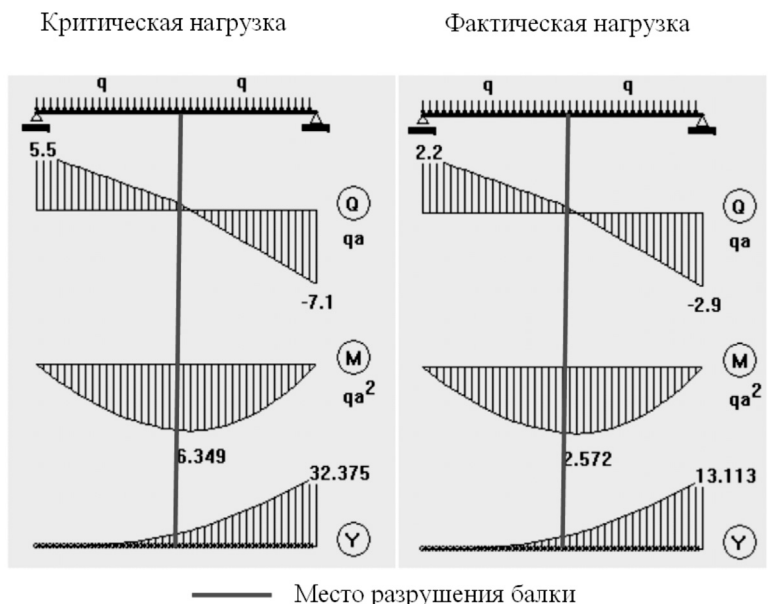


Рисунок 3. Действие погонной нагрузки и относительные перемещения балки крыши.

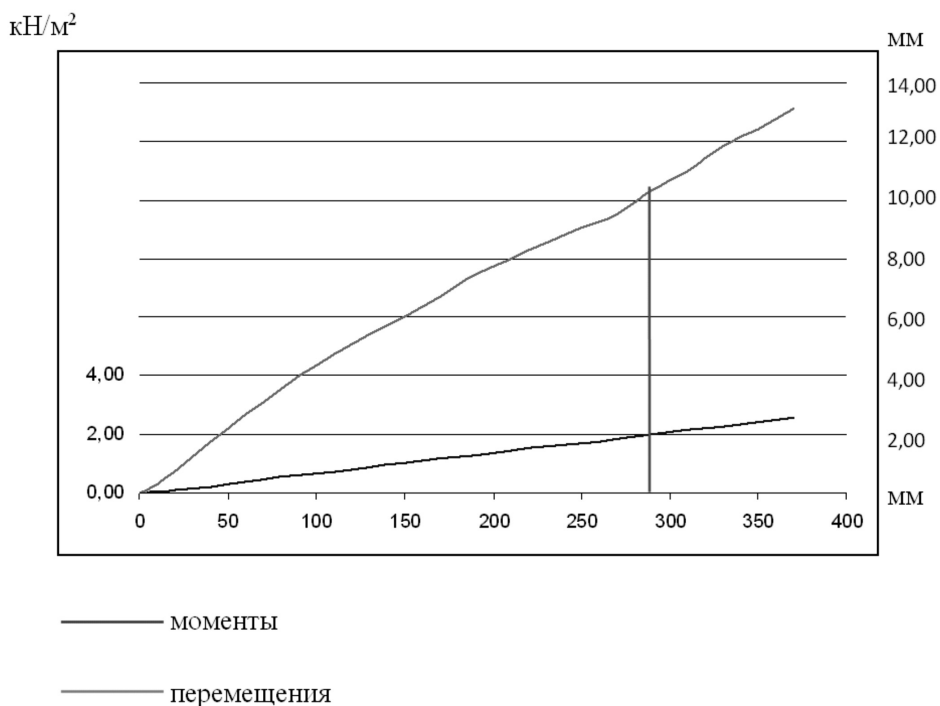


Рисунок 4. Зависимость моментов и перемещений балки крыши от количества осадков.

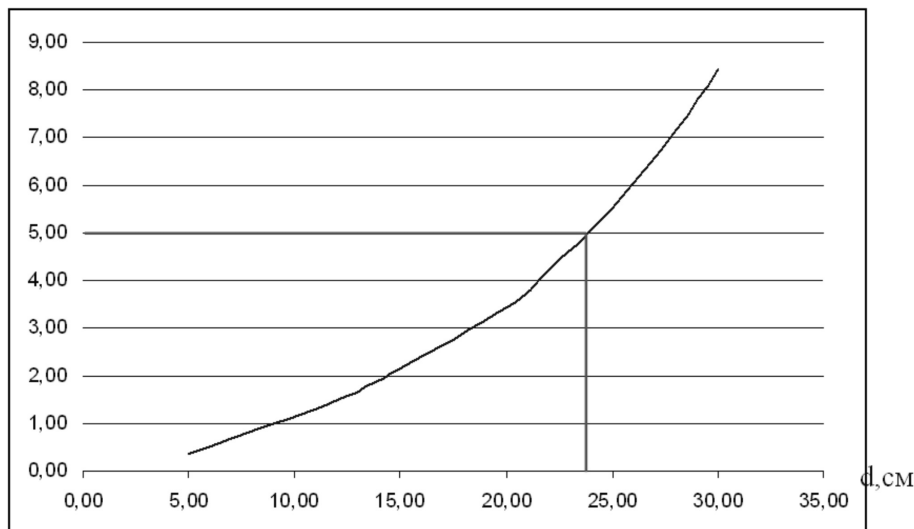


Рисунок 5. Зависимость коэффициента запаса устойчивости от диаметра несущей балки крыши.

Из рисунка 4 можно сделать вывод о том, что при уровне осадков равному 290 мм, момент равен 2кН/м^2 , по СНиП 2.01.07–85 момент является негативно влияющим фактором на здание, следовательно, при данном уровне осадков необходимо обеспечить очистку крыши от снега [3]. Зависимость коэффициента запаса устойчивости от диаметра несущей балки крыши представлена на рис. 5.

Из рисунка 5 видно, что для обеспечения устойчивости балки необходимо брать её диаметр не менее 24 см т.к. данная величина соответствует запасу устойчивости равному 5, что является оптимальным вариантом, в част-

ности, при выполнении балки из дерева [2].

Таким образом, произведена оценка состояния проблемы обеспечения промышленной безопасности объектов нефтехимической промышленности при учете одного из факторов размещения объекта – снеговой нагрузке. Приведены результаты моделирования разрушения балки кровли здания или сооружения, под действием снеговой нагрузки, которые могут быть использованы при планировании мероприятий по обеспечению промышленной безопасности конструкции, так же указаны зависимости изменения моментов и перемещений балки крыши от количества выпавших осадков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мазур И.И., Иванов О.П. Опасные природные процессы. Вводный курс. Учебник. – М.: Издательство Экономика, 2004. – 702 с.
2. Гафаров Р.Х. Сопротивление материалов // Учебник 2-е издание. – 2005. – 381 с.
3. СНиП 2.01.07–85 Нагрузки и воздействия. – М.: Издательство Стройиздат, 1988. – 84 с.

© В.В. Тазов, М.А. Горюнов, С.М. Шарыгин, В.А. Бегинин, Г.В. Прияткин, (vv_tazov@mail.ru), Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики».

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНСТИТУТ БИЗНЕС-ОБРАЗОВАНИЯ

негосударственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

Традиции. Инновации. Успех!

МИБО

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

ANALYSIS OF NATURAL
AND ANTHROPOGENIC INFLUENCE
ON THE PETROCHEMICAL INDUSTRIES
FUNCTIONING

V. Tazov
M. Goryunov
S. Sharygin
V. Beginin
G. Priyatkin

Annotation

Analysis of natural and anthropogenic impact on the petrochemical industries functioning showed the need to build a network for monitoring sources of danger.

Keywords: industrial safety, anthropogenic factors, environmental factors.

Тазов Виталий Валерьевич
Директор ООО "Дефектоскопия и Экспертиза"
Горюнов Михаил Александрович
Директор
ООО "Спасательное формирование – "Десант"
Шарыгин Сергей Маркелович
Директор ООО НП "ЦИД"
Бегинин Виктор Александрович
Ген. директор. Эксперт.
ООО "ГСЭ–Оренбург"
Прияткин Георгий Викторович
Эксперт
ООО "Интеграл–эксперт"

Аннотация

Анализ влияния природных и антропогенных факторов на функционирование нефтехимических предприятий показал необходимость построения сети мониторинга как техногенных, так и природных источников опасности для данного вида объектов.

Ключевые слова:

Промышленная безопасность, антропогенные факторы, природные факторы.

В современных условиях, на территории Российской Федерации функционируют более 3 тыс. объектов нефтехимического профиля. При этом средний срок эксплуатации текущего оборудования составляет 30 лет, что свидетельствует о его значительном физическом и моральном износе. Анализ результатов расследования технических причин аварий показал, что до 56% аварий произошло по причине разгерметизации и разрушения технических устройств [1]. Таким образом, значительный процент аварий вызван влиянием природных и антропогенных факторов на функционирование нефтехимических предприятий.

Особую опасность в условиях высокого износа оборудования представляют нефтехимические объекты, расположенные на территориях, подверженных действию опасных природных процессов. В результате анализа статистических данных выявлено распределение аварий на нефтехимических объектах по видам, представленное на рис. 1.

Из рисунка 1 видно, что выбросы опасных веществ

происходят относительно редко. В большинстве случаев они сопровождаются пожарами проливов или взрывами, что подтверждается статистическими данными [1].

Распределение несчастных случаев со смертельным исходом в результате аварий на нефтехимических объектах по травмирующим факторам представлено на рис. 2.

Из рисунка 2 видно, что большинство летальных исходов происходит вследствие термического воздействия. При более детальном исследовании установлено, что причины возникновения техногенных катастроф можно условно разделить на технические и организационные [2].

К техническим причинам возникновения аварии на нефтехимических объектах относят:

- ◆ ненадлежащее техническое состояние зданий и сооружений нефтехимических объектов, неисправность оборудования, средств противоаварийной защиты;

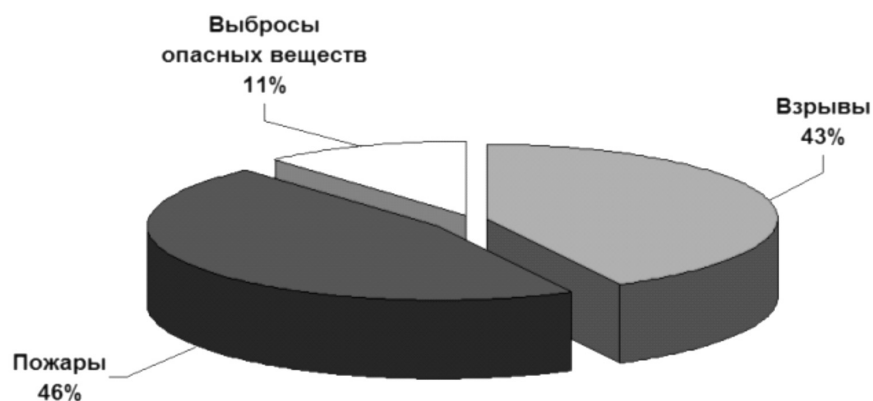


Рисунок 1. Распределение аварий на нефтехимических объектах по видам.

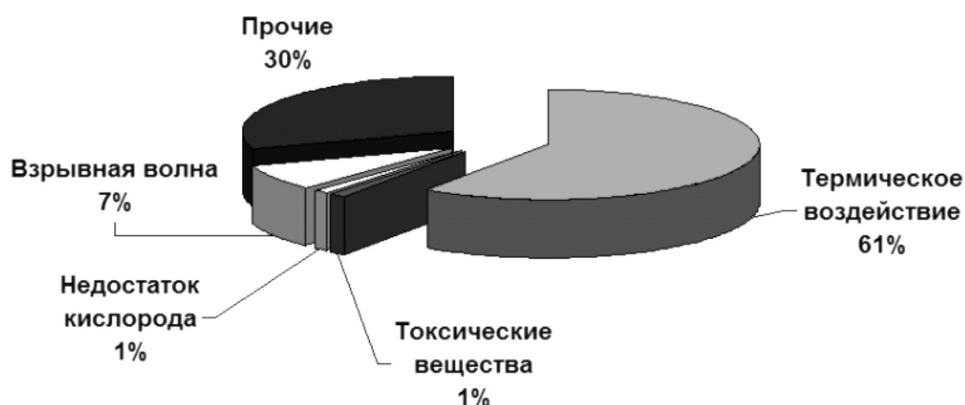


Рисунок 2. Распределение несчастных случаев со смертельным исходом по травмирующим факторам.

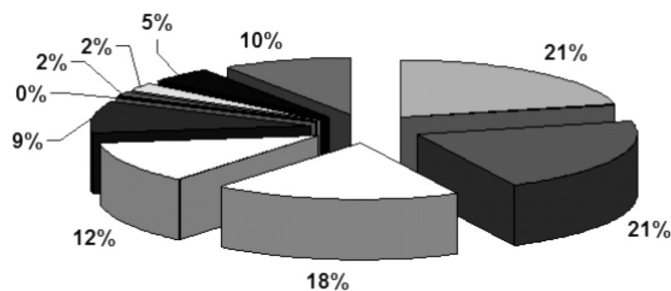
- ◆ отсутствие или невозможность проведения работ по автоматизации потенциально-опасных операций;
- ◆ нарушение технологических процессов, предусмотренных проектной документацией;
- ◆ нарушение регламентов ревизий, обслуживания и ремонта технических устройств;
- ◆ неэффективный входной контроль качества сырья, оборудования, материалов.

К организационным причинам возникновения аварии на нефтехимических объектах относятся:

- ◆ неэффективная организация производства и выполнения работ;

- ◆ неэффективный производственный контроль-соблюдения требований промышленной безопасности;
- ◆ умышленное отключение, вывод из строя средств по защите, сигнализации или связи персоналом объекта;
- ◆ низкий уровень знаний, умений и навыков в сфере промышленной безопасности;
- ◆ нарушение технологической и трудовой дисциплины, неосторожные или несанкционированные действия персонала.

Процентное соотношение установленных причин аварий на нефтехимических объектах представлено на рис. 3.



- Неудовлетворительное состояние технических устройств, зданий, сооружений
- Несовершенство технологии или конструктивные недостатки
- Нарушение технологии производства работ
- Неправильная организация производства работ
- Неэффективность производственного контроля
- Умышленное отключение средств защиты, сигнализации или связи
- Низкий уровень знаний требований промышленной безопасности
- Нарушение производственной дисциплины, неосторожные (несанкционированные) действия исполнителей работ
- Умышленная порча или вывод из действия технических устройств
- Внешнее воздействие

Рисунок 3. Процентное соотношение установленных причин аварий на нефтехимических объектах.

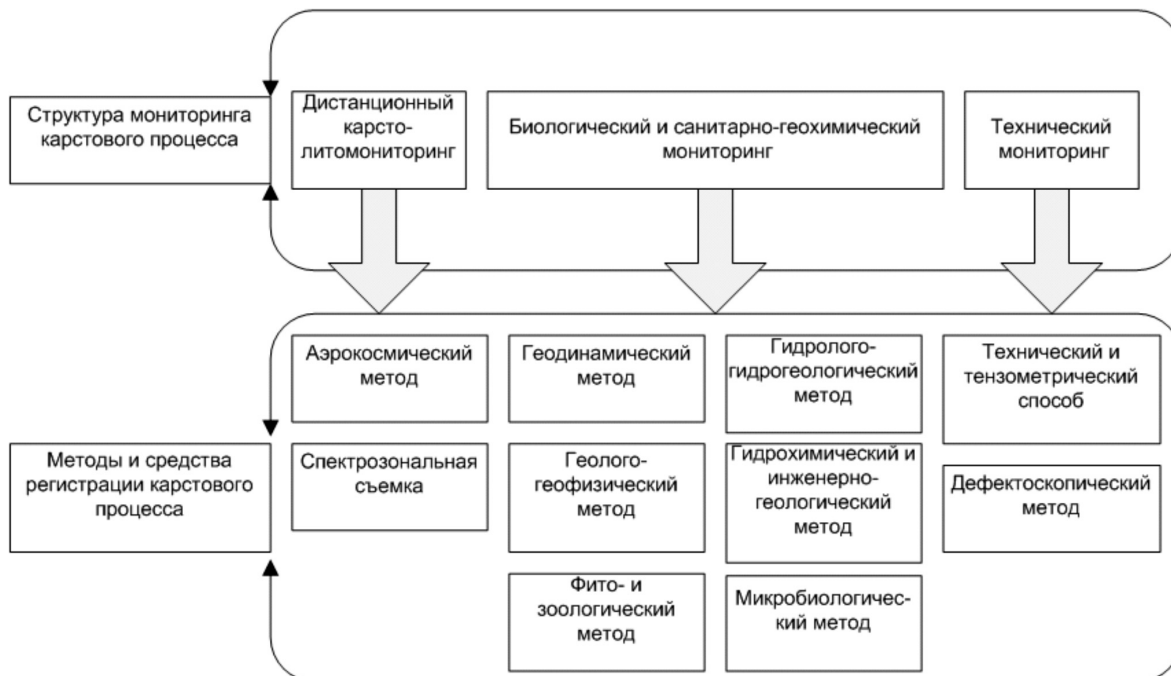


Рисунок 4. Структура мониторинга, методы и средства регистрации карстовых процессов.

Одним из основных факторов, негативно влияющих на уровень промышленной безопасности нефтехимических объектов, является старение основных фондов и моральное устаревание применяемых технологий, не предусматривающих необходимого объема средств автоматизации и противоаварийной защиты.

Природные и техногенные чрезвычайные ситуации находятся в парагенетической связи: как правило, опасные природные процессы являются иницирующими событиями техногенных аварий и чрезвычайных ситуаций. Одним из наиболее опасных природных процессов способных привести к техногенной катастрофе является карст вследствие внезапности его проявления в виде изменений рельефа, негативно влияющих на устойчивость фундаментов зданий, сооружений или инженерных коммуникаций[2].

При анализе влияния природных и антропогенных факторов на функционирование нефтехимических предприятий для учета опасностей природного характера, проведен анализ происхождения и опасности карстовых

процессов и предложена структура мониторинга, приведенная на рис. 4.

Противокарстовое мероприятие (рисунок 4) выбирается в зависимости от характера выявленного и прогнозируемого карстового проявления, вида карстующегося грунта, условия их залегания и требования, определяемого особенностями проектирования с учетом СНиП 2.02.01–83 "Основания зданий и сооружений".

Анализ влияния природных и антропогенных факторов на функционирование нефтехимических предприятий показал необходимость построения сети мониторинга как техногенных, так и природных источников опасности для данного вида объектов, и совершенствования системы мониторинга.

Это обусловлено спецификой функционирования нефтехимических предприятий, а также угрозой персоналу, населению и близлежащим объектам при возникновении аварийной ситуации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Майструк А. А., Майструк А. В., Резчиков Е. А. Методика оценивания эффективности мероприятий безопасности потенциально опасных объектов методом структурного анализа функции опасного состояния // Известия МГТУ . 2011. №1. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/metodika-otsenivaniya-effektivnosti-meropriyatiy-bezopasnosti-potentsialno-opasnyh-obektov-metodom-strukturnogo-analiza-funktsii> (дата обращения: 14.12.2015).
2. Сенюшкин Н. С., Суханов А. В., Ахтямов Р. Г. Разработка методики выявления потенциально опасных объектов // Вестник ВГТУ . 2011. №5. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-metodiki-vyavleniya-potentsialno-opasnyh-obektov> (дата обращения: 14.12.2015).

© В.В. Тазов, М.А. Горюнов, С.М. Шарыгин, В.А. Бегинин, Г.В. Прияткин, (vv_tazov@mail.ru), Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»,

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКСПЕРТИЗА

Проведение экспертизы промышленной безопасности – одно из требований Федерального закона № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Экспертиза промышленной безопасности проводится, организациями, имеющими лицензию на ее проведение, за счет средств организации, эксплуатирующей опасный производственный объект.



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТОРОВ РИСКА ЭКСПЛУАТАЦИИ КРАНОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

RISK FACTORS OF CRANE EQUIPMENT

V. Tazov
M. Goryunov
S. Sharygin
V. Beginin
G. Priyatkin

Annotation

The problem of industrial safety of hazardous production facilities associated with aging of technology and technical devices. Analysis of accidents and damage provides important information about the quality of cranes and industrial equipment.

Keywords: industrial safety, crane equipment, the risk.

Тазов Виталий Валерьевич
Директор ООО "Дефектоскопия и Экспертиза"
Горюнов Михаил Александрович
Директор
ООО "Спасательное формирование – "Десант"
Шарыгин Сергей Маркелович
Директор ООО НП "ЦИД"
Бегинин Виктор Александрович
Ген. директор. Эксперт.
ООО "ГСЭ–Оренбург"
Прияткин Георгий Викторович
Эксперт
ООО "Интеграл–эксперт"

Аннотация

Проблема в обеспечении промышленной безопасности опасного производственного объекта связана с процессами старения основного фонда, технологии технических устройств. Анализ аварий и повреждений оборудования кранов дает важные сведения о качестве обслуживания и ремонта кранов, соответствии оборудования производственным условиям цеха.

Ключевые слова:

Промышленная безопасность, крановое оборудование, риск.

Проблема в обеспечении промышленной безопасности опасного производственного объекта связана с процессами старения основного фонда, технологии технических устройств, низким темпом реконструкции устаревшего производства и несвоевременными работами по замене оборудования, средств по контролю и автоматизации на образцы, которые отвечают требованиям и нормам промышленной безопасности.

Приведение технических устройств опасных производственных объектов в соответствие с требованиями нормативно-технической документации в сфере промышленной безопасности осуществляется проведением экспертных и диагностических обследований, дооснащением приборами и устройствами безопасности, проведением капитального или восстановительного ремонта.

Важным показателем в уровнях организации промышленной безопасности производства является количество несчастных случаев с тяжелыми последствиями, в том числе со смертельными исходами. Изменение этой оценки характеризует степень эффективности принимаемых мер со стороны государства.

В широкой номенклатуре устройств различного назначения используемых на опасных производственных объектах выделяются в особую группу машины, квалифицируемые как подъемные сооружения. Это подъемные краны, лифты, канатные дороги, подъемники и др. а также сооружения, которые обеспечивают их эксплуатацию – крановые пути, эстакады и т.д.

Эксплуатация грузоподъемных сооружений является опасной вследствие определенных степеней риска, следующих из специфики их назначения. При этом риск существует как для персонала, пассажиров, так и для посторонних лиц, находящихся в непосредственной близости, так называемых третьих лиц.

Сейчас в России на 86 634 поднадзорных предприятиях и в организациях эксплуатируется более 800 тыс. подъемных сооружений, в том числе 241 903 грузоподъемных крана, 23 090 подъемников (вышек), 520 562 лифта, 126 подвесных канатных дорог, 461 буксировочная канатная дорога, 3 фуникулёра, 9 365 эскалаторов, более 5 тыс. грузопассажирских строительных подъемников и подъемников для инвалидов [1].

Российское производство грузоподъемной техники нацелено, в основном, на покрытие рынков кранового оборудования средней грузоподъемности. Однако в последнее время все больше возрастает потребность в кранах на автомобильном ходу, грузоподъемность которых превышает 50 тонн и более. Также стоит отметить, что место автокранов грузоподъемностью до 10 тонн занято кранами-манипуляторами иностранного производства, являющимися более удобными и компактными при работе с легкими грузами [2].

Согласно статистическим данным Ростехнадзора, производственный травматизм и аварийность на подъемных сооружениях занимает третье место после травматизма в угольной и горнорудной промышленности. Анализ динамики данных по аварийности и травматизму на объектах поднадзорных Ростехнадзору показывает, что при существенном физическом и моральном износе основных производственных фондов и недостаточном объеме инвестиций для их обновления, на опасных производственных объектах в целом все же намечается тенденция снижения числа аварий и несчастных случаев со смертельным исходом.

Экономический ущерб от аварий при использовании подъемных сооружений, к которым относятся и грузоподъемные краны, постоянно увеличивается. Анализ данных о несчастных случаях со смертельным исходом по видам подъемных сооружений говорит о том, что наибольший уровень травматизма характерен для грузоподъемных кранов [1].

Смертельный травматизм напрямую связан с нарушением правил и норм по проведению работ по установке грузоподъемного оборудования, его перегрузкой, технической неисправностью, допуском необученного, неподготовленного персонала. Чаще всего причина подобных трагедий кроется в человеческом факторе. Сейчас на передний план выдвигается еще одна проблема – износ подъемных сооружений.

Воспроизводство грузоподъемной техники отечественного производства, из-за недостатка финансирования, происходит медленно (степень обновления кранового хозяйства 1,5–2% в год, при норме 8–10%), крановый парк России интенсивно заполняется иностранной техникой, как вновь изготовленной, так и бывшей в эксплуатации.

Сложившаяся ситуация с неудовлетворительной заменой и модернизацией морально и физически устаревшего оборудования требует срочного принятия решительных мер и привлечения предприятий и организаций к проведению работ по замене и модернизации изношенного оборудования, отработавшего нормативный срок службы, на новое и современное.

Выделены следующие основные факторы риска, влияющие на показатели аварийности грузоподъемных механизмов:

1. Высокие степени износа основных производственных фондов оборудования и технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте.
2. Низкие уровни производственной и технологической дисциплины.
3. Неустойчивые финансовые положения многих организаций, недостаточное выделение материальных средств на выполнение мер, направленных на повышение промышленной безопасности, подготовку и переподготовку персонала, привлечение квалифицированных специалистов и работников, создание привлекательных условий для работы.
4. Недостаточное осуществление надзорной функции на объектах, эксплуатирующих подъемные сооружения, которые входят в перечень критически важных [2].

Одной из основных проблем является выработка производственных ресурсов оборудования, дальнейшее использование которого может стать причиной крупных аварий.

Физический износ и аварии, вызваны недостаточным вниманием к обеспечению промышленной безопасности грузоподъемного оборудования, машин и оборудования при эксплуатации.

Таким образом, при помощи экспертизы промышленной безопасности зданий и строительных конструкций с крановыми нагрузками решаются следующие задачи:

- ◆ обеспечение требуемого уровня безопасности и надежности работы используемого оборудования;
- ◆ сокращение времени вынужденного простоя используемого оборудования;
- ◆ сокращение времени на ремонт используемого оборудования.

Проведенный анализ аварий и повреждения оборудования кранового оборудования дает информацию о качестве работ по обслуживанию и ремонту кранов, по соответствию оборудования производственному условию конкретного цеха.

Результаты анализа причин аварии определяются следующими признаками:

1. небрежный уход за оборудованием;
2. перегрузка механизмов;
3. неправильный монтаж или ремонт механизмов;
4. изношенность из-за несвоевременного ремонта кранового оборудования;
5. несовершенство конструкции кранового оборудования.

Для того чтобы сократить сроки ремонта и простой крана, на многих заводах применяют узловую замену частей механизма. Узлы изготовляют или собирают из старых, реставрированных частей: колес, шестерен, осей, валов, муфт и т. п. Узел должен быть собран в таком виде, чтобы его без всякой доделки можно было установить на место изношенного.

Внеочередное полное техническое освидетельствование кранов производят после монтажа, вызванного установкой крана на новое место, после капитального ремонта либо переустройства всего крана или ферм, смены механизма подъема, крюка или троса.

Работы по техническому освидетельствованию кранового оборудования имеют целью следующее:

1. соответствие кранового оборудования требованиям Правил и регистрационным документам;

2. удостоверение нахождения подъемного оборудования в состоянии, обеспечить безопасное выполнение работ;

3. оценку состояния обслуживания подъемного оборудования соответствия требованиям Правил.

При проведении технического освидетельствования подъемных кранов, их необходимо осматривать, а также статически и динамически испытывать. При проведении частичного технического освидетельствования статические и динамические испытания не проводятся.

Повышение степени промышленной безопасности достигается с помощью реализации углубленного подхода к экспертизе промышленной безопасности.

Экспертными организациями осуществляется предварительная проверка наличия документации по эксплуатации кранового оборудования, а также работы по технической диагностике в соответствии с информационным письмом Ростехнадзора.

Выполнение данных работ – обязательное требование, которое должно быть отражено в заключении экспертизы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ройман В.М., Умняков Н.П., Чернышева О.И. Безопасность труда на объектах городского строительства и хозяйства при использовании кранов и подъемников: учеб. пособие. – М.: Издательство АСВ, 2007. – 176 с.
2. РД 22–28–37–02. Требования к организации и проведению работ по монтажу (демонтажу) грузоподъемных кранов / Утвержден ФГУП "СКТБ БК" 03.03.02 г.

© В.В. Тазов, М.А. Горюнов, С.М. Шарыгин, В.А. Бегинин, Г.В. Прияткин, (vv_tazov@mail.ru), Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»,



АНАЛИЗ МЕР ПО ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ГРУЗОПОДЪЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

SAFETY IMPROVEMENTS OF LIFTING EQUIPMENT ANALYSIS

V. Tazov
M. Goryunov
S. Sharygin
V. Beginin
G. Priyatkin

Annotation

Using the crane equipment refers to the process with high degrees of danger. There is a problem to ensure safe conditions of work under the conditions of the manufacturing processes.

Keywords: industrial safety, lifting equipment, the reliability.

Тазов Виталий Валерьевич
Директор ООО "Дефектоскопия и Экспертиза"
Горюнов Михаил Александрович
Директор
ООО "Спасательное формирование – "Десант"
Шарыгин Сергей Маркелович
Директор ООО НП "ЦИД"
Бегинин Виктор Александрович
Ген. директор. Эксперт.
ООО "ГСЭ–Оренбург"
Прияткин Георгий Викторович
Эксперт
ООО "Интеграл–эксперт"

Аннотация

Использование кранового оборудования относится к процессу с повышенными степенями опасности, при проведении данных работ проявляются вредные и опасные производственные факторы, а зона работы грузоподъемных механизмов относится к опасной зоне на строительных площадках. Возникает проблема по обеспечению безопасных режимов труда при условиях проведения производственных процессов.

Ключевые слова:

Промышленная безопасность, грузоподъемное оборудование, надежность.

Работа кранового оборудования связана с потенциальными источниками опасностей, которые возникают в случаях нарушения работоспособных состояний технических средств или в случаях возникновения источников опасностей при нарушении нормального режима работы грузоподъемного оборудования. Возникновение опасной ситуации создает угрозу для жизни и здоровья людей [1].

Анализ статистических данных по количеству и причинам отказов кранового оборудования показал, что из 64 несчастных случаев 52 (81,3 %) – произошло при эксплуатации кранового оборудования, 9 (14 %) несчастных случаев – при эксплуатации лифтового оборудования и 3 (4,7 %) несчастных случая – при использовании подъемников (вышек) (рис. 1) [2].

Проведенный анализ несчастных случаев, имевших место при эксплуатации грузоподъемного оборудования, позволяет сделать вывод о том, что остается высокий уровень травматизма при эксплуатации автомобильного (30 % общего числа несчастных случаев), мостового (25 %) и башенного (25 %) кранового оборудования.

Однако, согласно результатам анализа, на 41 % снизился процент смертельного травматизма на мостовом крановом оборудовании, на 27 % – на автокранах (рис. 2).

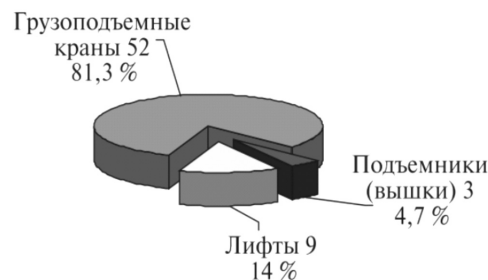


Рисунок 1. Распределение несчастных случаев со смертельными исходами по видам подъемного оборудования.

В результате оценки причин несчастных случаев, выявлены следующие причины:

- ◆ нарушение требований к строповке и обвязке грузов;
- ◆ перемещение грузов при наличии под ним людей;
- ◆ допуски к работам неквалифицированного, необученного и неаттестованного персонала;
- ◆ необеспечение безопасности ведения работ на незарегистрированных опасных производственных объектах;
- ◆ неэффективный производственный контроль.

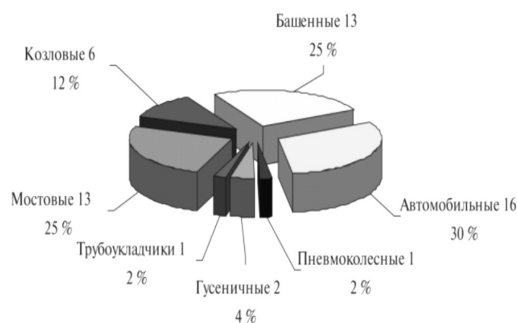


Рисунок 2. Распределение несчастных случаев со смертельными исходами по видам грузоподъемного оборудования.

Результаты проведенного анализа позволили также выявить характерные причины возникновения аварий при эксплуатации башенных кранов:

- ◆ подъем грузов массой, больше, чем грузоподъемность крана;
- ◆ неисправности приборов обеспечения безопасности;
- ◆ нарушения проектов производства работ крановым оборудованием;
- ◆ некачественное изготовление кранов;
- ◆ неудовлетворительный ремонт кранов;
- ◆ опрокидывание кранов ветром;
- ◆ допуск к обслуживанию кранового оборудования необученных лиц;
- ◆ эксплуатация оборудования, отработавшего нормативные сроки службы.

Причинами большого количества аварий при эксплуатации башенных кранов по сравнению иными типами кранов связано с частым перебазируем башенных кранов, сопровождающимся частичным или полным демонтажем кранов на узлы, а также удаленностью объектов от базы по обслуживанию, что усложняет контроль качества монтажных работ, состояние, своевременное обслуживание и качество ремонта кранов.

Аварии, обусловленные отсутствием соответствия состояния конструкции кранового оборудования требованиям по безопасности, вызваны недостатком (в том числе изготовления) узлов крана или нарушением при обслуживании и ремонтных работах. Конструкция крана обыч-

но разрушается в наиболее нагруженном узле, в котором при эксплуатации образуются дефекты металлов.

Результаты длительной эксплуатации кранового оборудования различного типа показал, что наиболее опасным узлом башенных кранов является кольцевая неповоротная рама – это сложная сварная конструкция с наличием мест повышенной концентрации напряжения, для которых расчетная оценка напряженных состояний затруднена. Разрушения рамы – наиболее частые причины аварии кранового оборудования.

При проведении анализа и натурных обследований различного кранового оборудования часто отмечается факт нарушения требования, в том числе отсутствие проектов или технического условия на проведение ремонтных работ, данных о применяемых металлах и материалах, сведения о проверках качества сварочных работ и квалификаций сварщика. В паспорте крана, как правило, ремонтные работы не фиксируются. Данные нарушения приводят к снижениям несущих характеристик крановой конструкции в месте ремонта.

Результат анализа причин возникновения несчастных случаев при работе кранового оборудования свидетельствует, что основными их причинами являются элементы человеческого фактора. От 50 до 90% аварий происходят по вине персонала, в том числе из-за низких уровней квалификации, нарушения установленных норм по управлению кранами, халатного отношения рабочих к мерам техники безопасности, нарушений технологического режима эксплуатации кранового оборудования и требования инструкций, нарушения режимов труда и отдыха и т.п. [2].

Таким образом, использование кранового оборудования относится к процессу с повышенными степенями опасности, при проведении данных работ проявляются вредные и опасные производственные факторы, а зона работы грузоподъемных механизмов относится к опасной зоне на строительных площадках. Для работодателя, специалиста, руководителя и персонала возникают проблемы по обеспечению безопасных режимов труда при условиях проведения производственных процессов. Решением данной проблемы может заключаться в правильном выборе грузоподъемных машин для каждого конкретного объекта проведения работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. РД 22-28-37-02. Требования к организации и проведению работ по монтажу (демонтажу) грузоподъемных кранов / Утвержден ФГУП "СКТБ БК" 03.03.02 г.
2. Ройман В.М., Умняков Н.П., Чернышева О.И. Безопасность труда на объектах городского строительства и хозяйства при использовании кранов и подъемников: учеб. пособие. – М.: Издательство АСВ, 2007. – 176 с.

ПРОГНОЗНАЯ МОДЕЛЬ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОДЪЕМНОГО СООРУЖЕНИЯ

PREDICTIVE MODELS DURABILITY OF LIFNING EQUIPMENT

V. Siryatov
D. Titov
K. Gusinsky
F. Bomco
A. Pakudin

Annotation

In this article are related the questions related to the analysis of indicators reliability indices of lifting equipment. The ability of lifting equipment (assembly, subsystem or system) for perform the required functions in pre-set operating modes of production processes characterized by the term "reliability".

Reliability is a complex property for modern lifting equipment. In this article considered conditions and possibilities for the analysis (at the design stage) the durability of lifting equipment.

Keywords: lifting equipment, reliability indices, durability, forecast of technical state, mathematical model.

Сырятов Вячеслав Григорьевич

Ген. директор

ООО "ИТЦ "Диагностика и Экспертиза"

Титов Дмитрий Викторович

Директор ООО "КБ ТДиК"

Гусинский Константин Николаевич

Технический директор ООО "Велес"

Бомко Федор Михалович

Зам. ген. директора

ООО "Аскотехэнерго-диагностика"

Пакудин Андрей Алексеевич

Зам. директора ООО "Башкран-Н"

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом показателей надежности функционирования подъемного сооружения. Термином "надежность" характеризуется способность подъемного сооружения в целом или его отдельного конструктивного элемента (узла, подсистемы или системы) сохранять способность выполнения требуемых функций для заданных рабочих режимов производственных процессов. Надежность является комплексным свойством, в особенности для характеристики сложного технического устройства, каким представляется современное подъемное сооружение. В статье приведен анализ возможностей для проектного обоснования одного из показателей надежности ? долговечности эксплуатации подъемного сооружения.

Ключевые слова:

Подъемное сооружение, показатели надежности, долговечность, прогноз технического состояния, математическая модель.

Очевидной особенностью производства технологических (промышленных, производственных) процессов, связанных с эксплуатацией соответствующего подъемного сооружения является его опасность.

Опасность эксплуатации подъемного сооружения характеризуется основными возможными группами последствий (рисков), вследствие проявлений аварийных факторов [1,2]:

- ◆ риски останова (перерыва) технологических процессов ,как результатов отказов (аварий, инцидентов) отдельных конструктивных элементов (узлов, подсистем или систем) или подъемного сооружения, в целом;

- ◆ риски нанесения дефектов и повреждений (вплоть до разрушения) несущим строительным конструкциям здания или сооружения, в котором размеща-

ется соответствующее подъемное сооружение;

- ◆ риски нанесения ущерба жизни и здоровью персонала, занятого эксплуатацией соответствующего подъемного сооружения и производством соответствующих технологических (производственных) процессов.

Под термином "безопасность" (или "промышленная безопасность") рассматривается характеристика комплекса мероприятий по предотвращению или минимизации условий для проявления соответствующих технологических опасностей.

В нормативных документах [1,2] отсутствует четкое определение параметров "безопасности" по отношению именно к подъемным сооружениям, поэтому для анализа безопасности технологического процесса, связанного с эксплуатацией подъемного сооружения рассматриваются показатели надежности.

На Рис. 1 представлена структура количественных показателей, характеризующих свойство надежности для подъемного сооружения [3,4].

Количественный показатель надежности подъемного сооружения, представляемый в формате долговечности – это свойство технического (технологического) устройства сохранять работоспособность до наступления некоторого вида предельного состояния при условии соблюдения установленной системы технического обслуживания и ремонтных работ.

Предельным состоянием принимается такой формат (физический или моральный износ) подъемного сооружения (или его отдельного конструктивного элемента, узла, системы), при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо (вследствие тяжести последствий проявления рисков), а восстановление невозможно или нецелесообразно по экономическим и/или технологическим показателям.

В Табл. 1. представлены ориентировочные характеристики и количественные значения уровней состояния и физического износа (показатель It) подъемного сооружения, который рассматривается в качестве источника опасностей.

Количественный показатель надежности подъемного сооружения, представляемый в формате долговечности – это свойство технического (технологического) устройства сохранять работоспособность до наступления некоторого вида предельного состояния при условии соблюдения установленной системы технического обслуживания и ремонтных работ.

Предельным состоянием принимается такой формат (физический или моральный износ) подъемного сооружения (или его отдельного конструктивного элемента, узла, системы), при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо (вследствие тяжести последствий проявления рисков), а восстановление невозможно или нецелесообразно по экономическим и/или технологическим показателям.

В Табл. 1. представлены ориентировочные характеристики и количественные значения уровней состояния и физического износа (показатель It) подъемного сооружения, который рассматривается в качестве источника опасностей.

Количественный показатель надежности подъемного сооружения, представляемый в формате долговечности – это свойство технического (технологического) устройства сохранять работоспособность до наступления некоторого вида предельного состояния при условии соблюдения установленной системы технического обслуживания и ремонтных работ.

Предельным состоянием принимается такой формат (физический или моральный износ) подъемного сооружения (или его отдельного конструктивного элемента, узла, системы), при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо (вследствие тяжести последствий проявления рисков), а восстановление невозможно или нецелесообразно по экономическим и/или технологическим показателям.

В Табл. 1. представлены ориентировочные характеристики и количественные значения уровней состояния и физического износа (показатель It) подъемного соору-



Рисунок 1. Структура показателей свойства надежности.

Таблица 1.

Ориентировочная характеристика возможных состояний подъемного сооружения.

| Название состояния (уровня) | Обобщенная характеристика состояния (уровня) | Показатель I_t , (ориентировочно), % |
|--|---|--|
| Работоспособное (небезопасный) | объект исследований (подъемное сооружение) практически полностью не соответствует проектным параметрам, но соответствует хотя бы одному режиму эксплуатации | 15-40 |
| Ограниченно работоспособное (аварийный) | объект исследований (подъемное сооружение) практически полностью не соответствует проектным параметрам, а единственный режим эксплуатации допускается с ограничениями | 41-60 |
| Полностью неработоспособное (катастрофический) | объект исследований (подъемное сооружение) полностью не соответствует проектным параметрам, требуется немедленный останов любого из режимов эксплуатации | 61-100 |

жения, который рассматривается в качестве источника опасностей.

Нормативные положения по расчету и проектированию конструктивных элементов подъемных сооружений практически не содержат аргументированных рекомендаций по аналитическому учету фактора времени в формате соответствующего срока службы (как показателя долговечности, а, значит, надежности) этого технического устройства.

Предполагается, что если срок службы (долговечность) подъемного сооружения устанавливается или назначается в соответствии с требованиями нормативных документов, то необходимые показатели опасных для эксплуатации состояний (см. Табл. 1.) учитываются соответствующим комплексом мероприятий для их защиты от возможных и проектируемых аварийных факторов (агрессивности среды, возникновения и проявления дефектов и повреждений, усталости металла) [1,4].

Возможность учета (при расчете и проектировании) негативных воздействий осуществляется при помощи прогнозного математического моделирования процессов снижения функциональных характеристик элементов подъемного сооружения [4,5].

Центральным показателем анализа надежности является понятие "отказа" – частичного или полного снижения функциональных характеристик подъемного сооружения [4,5].

Наступление опасного вида состояния (или снижения функциональных характеристик), определяемое соответствующим значением физического износа (см. Табл. 1.) возможно принять за отказ подъемного сооружения.

Прогнозная математическая модель предназначает-

ся для определения расчетным (аналитическим) методом срока службы (долговечность) конструктивных элементов (узлов, подсистем или систем) или подъемного сооружения и устанавливается связь между количественным показателем надежности (в формате характеристики долговечности – срока службы) и количественной характеристикой опасности технического состояния в формате показателя износа подъемного сооружения, (показатель I_t , см. Таблицу 1):

$$I_t = (e^{\lambda \cdot (t_i - t_0)} - 1) \cdot 100\% \quad (1)$$

где:

- I_t – показатель износа объекта исследований (процент);
- e – натуральное число [51];
- λ – функция (интенсивность) износа;
- t_0 – количество времени, необходимого для "приработки" соответствующего подъемного сооружения (годы);
- t_i – срок службы (годы).

Количественные значения функции (интенсивности) износа отдельных конструктивных элементов (узлов, подсистем или систем) или подъемного сооружения, в целом, определяются различными способами, в том числе при помощи аналитических методов (Табл. 2).

В Таблице 2. приняты следующие обозначения:

- τ – наработка элемента, находящегося в работоспособном состоянии от начального момента времени ($t = 0$) до момента проявления отказа;
- N – число элементов, работоспособных в начальный момент времени, ($t = 0$);
- $n(t)$ – число элементов, для которых зафиксированы случаи наступления отказов, в рассматриваемом интервале времени от 0 до t .

Таблица 2.

Способы определения значения функции (интенсивности) износа.

| Наименование показателя | Аналитические методы | |
|--------------------------------|--|--|
| | теории вероятности | математической статистики |
| Функция (интенсивность) износа | $\lambda(t) = \frac{1}{p(t)} \cdot \frac{dq(t)}{dt}$ | $\lambda^*(t) = \frac{n(t)}{(N - n(t)) \cdot t}$ |

$p(t)$ – вероятность безотказной работы;
 $q(t)$ – вероятность наступления (проявления) отказа.

Показатель износа I_t в аналитической зависимости (1) является интегральной количественной характеристикой состояния подъемного сооружения, которая отражает снижение основных функциональных свойств к некоторому моменту времени, определяемому (назначаемому) сроком службы.

Критерии нарушения (или снижения) основных функциональных свойств находятся в зависимости от конкретного конструктивного решения подъемного сооружения, а при помощи прогнозной модели, формируется возможность для количественной оценки его долговечности при проектировании с учетом возможных (ожидаемых) условий эксплуатации и снижении проектных параметров функциональной способности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ Ростехнадзора от 12.11.2013 г. №533 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения".
2. Приказ Ростехнадзора от 13.05.2015г. №188 "Об утверждении Руководства по безопасности "Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах".
3. ГОСТ 27.003-90. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности. – М.: Издательство стандартов. 1990. – 20 с.
4. Шишков Н.А. Надежность и безопасность грузоподъемных машин. – М.: Недра. 1990. – 252 с.
5. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. – М.: Наука. 1965. – 524 с.

© В.Г. Сыратов, Д.В. Титов, К.Н. Гусинский, Ф.М. Бомко, А.А. Пакудин, (Siryatov@list.ru), Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики».

Оренбуржье сердце Евразии

НЕФТЬ ГАЗ ЭНЕРГО 2016

17 - 19 ФЕВРАЛЯ

Оренбург

ООО «УралЭкспо»

XIII СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
• ВЫСТАВКА •
«НЕФТЬ. ГАЗ. ЭНЕРГО»

- Добыча нефти и газа (технологии и оборудование)
- Геология, геофизика
- Сейсмическое оборудование и услуги
- Транспортировка, переработка и хранение нефти, нефтепродуктов и газа

ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДЪЕМНОГО СООРУЖЕНИЯ

STOCHASTIC MODEL PHYSICAL WEAR OF STRUCTURAL COMPONENTS LIFTING EQUIPMENT

V. Siryatov
D. Titov
K. Gusinsky
F. Bomco
A. Pakudin

Annotation

In this article are related the questions to the analysis of technical conditions lifting equipment. This indicator is called, as "physical wear". Physical wear of elements lifting equipment is very rather common causes for different emergency events (appearance, processes) and capable to lead to serious negative consequences, including loss of human life. Resistance of lifting constructions to deterioration of their functional characteristics is perhaps considerably to raise if at a design stage made the relevant decisions.

In this article is provided the analysis of opportunities for design justification of probability of approach of physical wear at operation of a lifting construction.

Keywords: lifting equipment, physical wear, technical state, stochastic model, structural components.

Сырятов Вячеслав Григорьевич

Ген. директор

ООО "ИТЦ "Диагностика и Экспертиза"

Титов Дмитрий Викторович

Директор ООО "КБ ТДиК"

Гусинский Константин Николаевич

Технический директор ООО "Велес"

Бомко Федор Михалович

Зам. ген. директора

ООО "Аскотехэнерго-диагностика"

Пакудин Андрей Алексеевич

Зам. директора ООО "Башкран-Н"

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом технического состояния конструктивных элементов подъемных сооружений, которое характеризуется показателем физического износа. Изношенность основных производственных фондов подъемных сооружений является достаточно распространенной причиной для различного рода нештатных (или аварийных) событий (явлений, процессов), которые вполне способны привести к тяжелым негативным последствиям, включая человеческие жертвы. Устойчивость подъемных сооружений к ухудшению их функциональных характеристик возможно значительно повысить, приняв на стадии проектирования соответствующие решения.

В статье приведен анализ возможностей для проектного обоснования вероятности наступления физического износа при эксплуатации подъемного сооружения.

Ключевые слова:

Подъемное сооружение, физический износ, надежность, виды технического состояния, вероятностная модель.

Для осуществления и обеспечения технологических процессов для опасных и неопасных производственных объектов в различных отраслях промышленности (транспорта) применяются следующие основные виды подъемных (грузоподъемных) сооружений [1,2]:

- ◆ краны: башенные, приставные, порталные, понтоновые, козловые, стреловые (самоходные – автомобильные, пневмоколесные, гусеничные, железнодорожные), специального назначения (для обеспечения производственных процессов в химической и атомной промышленности), краны-манипуляторы, краны-трубоукладчики;

- ◆ подъемники, лебедки, вышки;
- ◆ эскалаторы;
- ◆ лифты.

Оценку технического состояния подъемных сооружений (например, грузоподъемных кранов) производится по результатам технического освидетельствования их основных конструктивных элементов [3]:

- ◆ основные несущие конструкции (рама, мост, башня, стрела);
- ◆ основные приводные механизмы (лебедка, редуктор, муфты, приводы);

- ◆ защитные устройства (тормоза, блоки, предохранители, компенсаторы);
- ◆ ходовые колеса;
- ◆ грузозахватные приспособления;
- ◆ подъемное оборудование (канаты, барабаны, цепи);
- ◆ электрооборудование;
- ◆ гидрооборудование;
- ◆ аппараты и кабины управления;
- ◆ балласт и противовесы;
- ◆ ограждения;
- ◆ площадки, лестницы и галереи;
- ◆ крановые пути и подкрановые балки.

В процессе эксплуатации подъемных сооружений происходит неизбежный процесс накопления различных дефектов и повреждений практически всех конструктивных элементов. Дефекты и повреждения конструктивных элементов (узлов, систем) являются последствиями ошибок, отклонений и неправильных действий при проектировании, изготовлении и эксплуатации (Рис. 1). Процесс постепенного накопления дефектов и повреждений приводит к постепенному (с течением времени) снижению функциональной эффективности и характеризуется количественной величиной – физическим износом конструктивных элементов подъемного сооружения.

Показатель физического износа не является предметом анализа при разработке проектных решений для конструктивного элемента подъемного сооружения – при проектировании реализуется принцип презумпции: безошибочных действий обслуживающего персонала, отсутствия случайных (негативных) внешних воздействий и отклонений от рабочих режимов эксплуатации, безусловного и своевременного обнаружения и устранения ранних признаков дефектов и повреждений.

Возможно предположить, что именно такой подход к

проектированию подъемных сооружений и назначению рабочих параметров эксплуатации и приводит (в том числе) к внеплановым постановкам на ремонт и преждевременному физическому износу.

Проектный анализ снижения параметров технического состояния (функциональной эффективности) подъемного сооружения или отдельных конструктивных элементов с учетом возможных процессов коррозии, дефектов, повреждений и усталости металла конструкций, узлов, элементов представляется серьезным инструментом для обоснования конструктивных и технологических решений (принимаемых на стадии проектирования), ориентированных на снижение значения физического износа на стадии практической эксплуатации.

Вероятностная математическая модель (или модель нефизической природы [4]) физического износа подъемного сооружения позволяет осуществлять анализ развития негативного процесса (с рассмотрением влияния одного или нескольких негативных факторов), который развивается в пространстве и во времени, для таких условий, в которых находится реальный объект исследований.

При помощи математической вероятностной модели производится анализ непрерывного (во времени) процесса, который характеризует переходы технического состояния рассматриваемого подъемного сооружения из одного состояния – в соседнее состояние (по направлению снижения основных функциональных свойств или увеличению физического износа) [5]:

$$P_t = 1 - \frac{1}{n!} \cdot (\lambda \cdot t_i)^n \cdot e^{-\lambda \cdot t_i} \quad (1)$$

где:

P_t – показатель вероятности наступления физического износа подъемного сооружения (доля от единицы);



Рисунок 1. Структура групп факторов, которые приводят к накоплению дефектов и повреждений элементов подъемного сооружения.

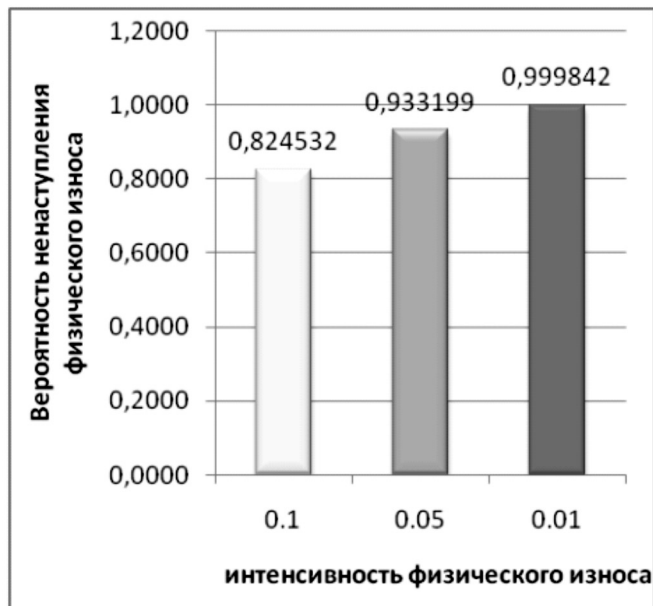


Рисунок 2. Показатель вероятности наступления физического износа для фиксированного срока службы $t = 50$ лет

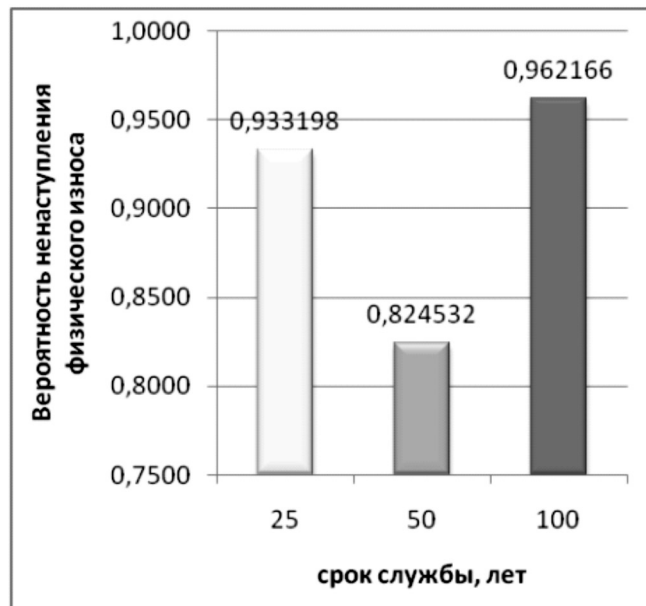


Рисунок 3. Показатель вероятности наступления физического износа для фиксированного значения интенсивности физического износа $\lambda=0.1$

e – натуральное число;
 λ – функция (интенсивность) физического износа;
 n – количество состояний, принятых для анализа;
 t_i – срок службы (годы).

Показатель вероятности наступления физического износа P_t в аналитической зависимости (1) является количественной характеристикой надежности технического состояния подъемного сооружения и характеризует возможное снижение основных функциональных свойств (физического износа) к некоторому моменту времени (сроку службы).

На **Рисунках 2 и 3** приведены результаты анализа надежности (вероятности наступления физического износа, P_t) с применением аналитической зависимости (1), для двух групп проектных ситуаций:

- ◆ группа 1 – за исходные данные принят фиксированный расчетный (проектный) срок службы, который составляет $t = 50$ лет. Предполагается развитие физического износа основных конструктивных элементов с различной интенсивностью: 0.1, 0.05 и 0.01 год⁻¹, соответственно;
- ◆ группа 2 – за исходные данные принято фиксированное расчетное (проектное) значение интенсивности физического износа $\lambda=0.1$ год⁻¹.

Предполагается развитие физического износа основных конструктивных элементов для различных значений срока службы: 25, 50, 100 лет, соответственно.

При расчете обеих групп проектных ситуаций к рассмотрению приняты следующие возможные технические состояния подъемного сооружения ($n=5$):

- ◆ исправное, физический износ составляет до 5 %;
- ◆ ограниченно исправное, физический износ составляет до 20 %;
- ◆ работоспособное, физический износ составляет до 40 %;
- ◆ ограниченно работоспособное, физический износ составляет до 60 %;
- ◆ неработоспособное, физический износ составляет до 100 %.

Расчетное значение вероятности наступления физического износа подъемного сооружения определяется, исходя из граничного значения физического износа, равного 60 %.

Превышение этой величины является серьезной опасностью для выполнения соответствующих производственных процессов, а восстановление функциональной эффективности подъемного сооружения считается экономически нецелесообразным.

Вероятность ненаступления физического износа, определяемая при помощи аналитической зависимости (1), является количественной оценкой рисков экономических

потерь, связанных с остановкой производственных процессов вследствие недопустимого износа соответствующего подъемного сооружения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения.– М.: МИЭЭ. 2014. – 136 с.
2. Вайнсон А.А. Подъемно–транспортные машины. –М.: Машиностроение. 1989. – 536 с.
3. Шишков Н.А. Надежность и безопасность грузоподъемных машин. – М.: Недра. 1990. – 252 с.
4. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. 2–е изд. испр. – М.: Физматлит. 2001. – 320 с.
5. Гмурман В.Б. Теория вероятностей и математическая статистика. Учебное пособие – М.: Высшаяшкола. 2001. – 479 с.

© В.Г. Сыратов, Д.В. Титов, К.Н. Гусинский, Ф.М. Бомко, А.А. Пакудин, (Siryatov@list.ru), Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики».



Russian Oil&Gas Industry Week

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ
НЕФТЕГАЗОВЫЙ
ФОРУМ**

19-20 апреля 2016 г.
Москва, ЦВК «Экспоцентр»

www.oilandgasforum.ru

16-я Международная выставка

НЕФТЕГАЗ-2016



18-21 апреля 2016 г.
Москва, ЦВК «Экспоцентр»

www.neftegaz-expo.ru

ВЛИЯНИЕ УСТАЛОСТИ НА БЕЗОПАСНУЮ ЭКСПЛУАТАЦИЮ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН

EFFECTS OF FATIGUE ON THE SAFE OPERATION OF LIFTING EQUIPMENT

V. Siryatov
D. Titov
A. Pakudin
A. Samborsky
D. Gladilov

Annotation

Safe operation of lifting equipment links with the requirements of industrial safety, which many help to prevent the occurrence of accidents at hazardous industrial facilities. However, there are some features of these objects, which can lead to a very large reduction in operational safety of lifting equipment. Among the destructive factors that have a direct impact on the safe operation of such facilities, the fatigue of steel structures is also included. This article is devoted to the influence of fatigue on the safe use of lifting equipment. The main aspects of the identification of fatigue of metal structures for lifting equipment were analyzed. Fatigue of metal structures of lifting equipment is a very negative impact, reducing their safe operation. Research in the area of reducing the fatigue effect on lifting machines is a major challenge which will significantly improve the safety of operation of such facilities.

Keywords: fatigue, lifting equipment, industrial safety.

Сырятов Вячеслав Григорьевич

Ген. директор

ООО "ИТЦ "Диагностика и Экспертиза"

Титов Дмитрий Викторович

Директор ООО "КБ ТДиК"

Пакудин Андрей Алексеевич

Зам. директора ООО "Башкран-Н"

Самборский Анатолий Петрович

Зам. директора

ООО "Спасательное формирование–"Десант"

Гладилов Дмитрий Леонидович

Эксперт ООО "ЭСКО"

Аннотация

Безопасная эксплуатация грузоподъемных машин во многом связана с соблюдением требований промышленной безопасности, которые во много позволяют предотвратить возникновение аварий на опасных производственных объектах. Однако существуют некоторые особенности таких объектов, которые могут приводить к очень сильному снижению безопасности эксплуатации грузоподъемных машин. К числу деструктивных факторов, оказывающих непосредственное влияние на безопасную эксплуатацию таких объектов, относится усталость металлоконструкций. Данная статья посвящена влиянию усталости на безопасную эксплуатацию грузоподъемных машин. Приведены основные аспекты идентификации усталости металлоконструкций грузоподъемных машин. Усталость металлоконструкций грузоподъемных машин является очень негативным воздействием, снижающим их безопасную эксплуатацию. Проведение исследований в области снижения действия усталости на грузоподъемные машины представляет собой основную задачу, решение которой позволит значительно повысить безопасность эксплуатации таких объектов.

Ключевые слова:

Усталость, грузоподъемные машины, промышленная безопасность.

Безопасная эксплуатация грузоподъемных машин во многом связана с соблюдением требований промышленной безопасности, которые во много позволяют предотвратить возникновение аварий на опасных производственных объектах. Однако существуют некоторые особенности таких объектов, которые могут приводить к очень сильному снижению безопасности эксплуатации грузоподъемных машин. К числу деструктивных факторов, оказывающих непосредственное влияние на безопасную эксплуатацию таких объектов, относится усталость металлоконструкций. Воздействие циклических нагрузок и действие коррозионно-агрессивных сред во много способствует развитию усталости и может привести к внезапному разрушению металлоконструкций, что чревато катастрофическими последствиями.

Усталостная прочность металлоконструкций является основным показателем, характеризующим способность металла препятствовать возникновению разрушения при воздействии постоянно меняющихся нагрузок. Влияние переменных нагрузок, которые меняются по времени и величине приводит к появлению усталостных трещин. Такие трещины очень опасны благодаря их способности вызывать внезапное разрушение металлоконструкций. Нельзя не отметить недостаточный уровень научно-исследовательских разработок в области определения механизма усталости металла, который до сих пор недостаточно исследован.

В процессе воздействия циклических нагрузок в металле появляются микроразрушения, которые способны объединяться и образовывать крупные усталостные тре-

щины. Говоря об усталости, стоит принимать во внимание действие коррозии, поскольку она способствует быстрому развитию вышеуказанных повреждений, поэтому часто используют термин "коррозионно-усталостный износ" для характеристики коллективного действия коррозии и усталости.

Основными причинами появления усталостных дефектов являются:

- ◆ Недостаточное качество проведенного ремонта. В процессе ремонта могут оставаться повреждения, которые не были устранены и с течением определенного числа циклов могут перерасти в усталостные трещины;

- ◆ Нарушение требований безопасной эксплуатации. Безопасная эксплуатация грузоподъемных машин должна реализовываться в соответствии с требованиями эксплуатационной документации. Часто эксплуатирующие организации пренебрегают такими требованиями и используют большее число циклов нагрузки, повышенные массы и другие факторы, что способствует появлению усталостных повреждений;

- ◆ Воздействие окружающей среды. Влияние коррозионно-активных газов воздуха промышленной зоны, воздействие повышенной влажности способно в значительной степени усилить влияние усталости на безопасную эксплуатацию грузоподъемных механизмов.

Стоит отметить, что эксплуатация грузоподъемных механизмов при наличии усталостных повреждений запрещается. Самым негативным фактором в усталости металлоконструкций является то, что они могут разрушаться при значениях напряжений значительно меньших по сравнению с пределом текучести.

Безопасная эксплуатация грузоподъемных машин регламентируется ФЗ-116 [1] и Федеральными нормами и правилами "Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения" [2]. Однако в них совершенно отсутствует информация, посвященная идентификации усталостных разрушений и противодействию усталости.

Проведение обследования металлоконструкций грузоподъемных машин позволяет в значительной степени контролировать наличие усталостных повреждений. Особое внимание должно уделяться следующим областям:

- ◆ Места пересечения сварочных соединений;
- ◆ Области проведения ремонта. В особенности большое внимание должно уделяться местам заварки трещин;

- ◆ Места крепления раскосов и стоек к поясам;
- ◆ Области с перепадом толщины и перепадом площади сечения при соединении металлоконструкций.

Также в большей степени на усталость влияет количество примесей в металлах, поэтому идентификация химического состава сталей металлоконструкций является очень важным аспектом в области контроля усталости. Эксплуатация грузоподъемных машин при воздействии повышенных температур также способствует появлению и быстрому распространению усталостных повреждений. К примеру, в ряде отраслей (в особенности, в химической и металлургической промышленности) металлоконструкции кранов могут подвергаться влиянию лучистого теплообмена от рабочих сред и оборудования, благодаря чему температура поверхности металлоконструкций может быть значительно выше, по сравнению с температурой окружающего воздуха.

В случае обнаружения трещин в сварных швах и металлоконструкциях грузоподъемных машин необходимо проводить их контроль неразрушающими методами. Объем и метод неразрушающего контроля определяется комиссией, которая проводит обследование. Большим недостатком существующих методов контроля является их способность контролировать уже развитые повреждения.

В последнее время достаточно перспективным является магнитный метод диагностики металлоконструкций, который связан с построением картины изменения магнитных свойств материалов в зависимости от числа циклов нагружения. Стоит отметить, что такой метод основывается главным образом на наличии большого "наработанного" материала для различных сталей, конструкций и дефектов. Однако, несмотря на применение неразрушающего контроля, наибольшую долю среди причин аварий на объектах, эксплуатирующих подъемные сооружения, занимает именно человеческий фактор. Проблема организации проведения контроля технического состояния в определенном периодическом режиме стоит достаточно остро и это нельзя не принимать во внимание.

Таким образом, усталость металлоконструкций грузоподъемных машин является очень важным воздействием, снижающим их безопасную эксплуатацию. Проведение исследований в области ослабления воздействия усталости на грузоподъемные машины представляет собой основную задачу, решение которой позволит значительно повысить безопасность эксплуатации таких объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон Российской Федерации от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 13.07.2015).
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения".

РОЛЬ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН

ROLE OF INDUSTRIAL SAFETY EXPERTISE IN ENSURING THE SAFE OPERATION OF LIFTING EQUIPMENT

V. Siryatov
D. Titov
A. Pakudin
D. Gladilov
A. Gushchin

Annotation

Hoisting machines are frequently used objects in almost each of the industries. Ensuring the safe operation of such facilities is one of the main objectives of regulated at the state level. Examination of industrial safety is an assessment of compliance with safety requirements for lifting equipment and is designed to ensure the safe operation of such facilities. This article describes the issues of industrial safety expertise of hoisting machine and its role in providing the safety. The basic problems of industrial safety expertise were analyzed. In summary, it is worth noting that the examination of industrial safety of lifting equipment plays a major role in ensuring the safety of industrial facilities. Providing quality of examination of industrial safety is the process that is associated with the maximum safety of operation of these objects.

Keywords: examination, lifting equipment, industrial safety.

Сырятов Вячеслав Григорьевич

Ген. директор

ООО "ИТЦ "Диагностика и Экспертиза"

Титов Дмитрий Викторович

Директор ООО "КБ ТДиК"

Пакудин Андрей Алексеевич

Зам. директора ООО "Башкран-Н"

Гладилов Дмитрий Леонидович

Эксперт ООО "ЭСКО"

Гуцин Алексей Алексеевич

Зам. ген. директора

по производству и экспертизе

ООО "Сибниинуглеобогащение"

Аннотация

Грузоподъемные машины являются достаточно часто используемыми объектами в большинстве промышленных отраслей. Обеспечение безопасной эксплуатации таких объектов представляет собой одну из основных целей, регулируемых на государственном уровне. Экспертиза промышленной безопасности представляет собой оценку соответствия грузоподъемных машин требованиям безопасности и призвана обеспечивать безопасную эксплуатацию таких объектов. В данной статье рассмотрены вопросы экспертизы промышленной безопасности грузоподъемных машин и ее роли в обеспечении безопасности. Проанализированы основные проблемы экспертизы промышленной безопасности. Резюмируя вышесказанное, стоит отметить, что экспертиза промышленной безопасности грузоподъемных машин играет основную роль в обеспечении промышленной безопасности таких объектов. Обеспечение качественного проведения экспертизы промышленной безопасности представляется процессом, который максимально связан с безопасностью эксплуатации рассматриваемых объектов.

Ключевые слова:

Экспертиза, грузоподъемные машины, промышленная безопасность.

Грузоподъемные машины являются достаточно часто используемыми объектами практически в каждой из промышленных отраслей.

В соответствии с ФЗ-116 [1] обеспечение безопасной эксплуатации таких объектов представляет собой одну из основных целей. Экспертиза промышленной безопасности представляет собой оценку соответствия грузоподъемных машин требованиям безопасности и призвана обеспечивать безопасную эксплуатацию таких объектов.

На начальном этапе экспертизы промышленной безопасности проводится сбор информации об объекте экспертизы путем анализа основных документов:

- ◆ Паспорт подъемного сооружения;
- ◆ Эксплуатационная документация;
- ◆ Чертежи;
- ◆ Технологическая документация (включая документацию, в которой указаны условия эксплуатации грузоподъемных машин);
- ◆ Документация на проведенные ремонты, восстановления и модернизации;

◆ Документация о ранее проведенной экспертизе промышленной безопасности и т.п.

После проведения анализа документации делается вывод о типе подъемного сооружения, сроке его эксплуатации, типе материала, условиях эксплуатации и т.п. Важной работой в рамках экспертизы промышленной безопасности является проведение визуального и измерительного контроля грузоподъемных машин, при котором фактическое состояние объекта сравнивается с вышеперечисленными данными. Этот этап является очень важным, поскольку нарушения правил эксплуатации, условий эксплуатации объектов, несоответствия с эксплуатационной документацией, представляют собой наиболее частые причины возникновения аварий и инцидентов на опасных производственных объектах.

Одним из основных и важных мероприятий по обеспечению безопасности эксплуатации грузоподъемных машин является техническое диагностирование, которое проводится в рамках экспертизы промышленной безопасности.

Техническое диагностирование основывается на проведении широкого спектра контроля неразрушающими методами, к которым можно отнести следующие:

◆ Ультразвуковую дефектоскопию. Измерение толщины металлоконструкций и сравнение полученных значений с данными, указанными в паспорте грузоподъемной машины, позволяет идентифицировать области, в которых наблюдается большой коррозионный износ. В особенности это важно при работе объектов в местах интенсивного выделения агрессивных газов в воздух промышленной зоны;

◆ Ультразвуковую дефектоскопию. Метод позволяет идентифицировать внутренние дефекты металлоконструкций. В особенности важно применение данного метода для контроля дефектов ремонтных сварных швов, когда требуется четкое соблюдение качества их выполнения;

◆ Капиллярную дефектоскопию. Позволяет идентифицировать поверхностные дефекты металлоконструкций, которые невозможно идентифицировать с помощью визуального контроля;

◆ Твердомерию. Очень важным аспектом является оценка механических свойств металлоконструкций, которая может производиться по данным измерений твердости. Данные измерения проводятся в местах концентрации дефектов, повышенных напряжений и т.п. До-

стоинством метода является его достаточно высокая быстрота.

Данные неразрушающего контроля позволяют получить информацию о наиболее интенсивных повреждениях несущих металлоконструкций, которая впоследствии используется для проведения прочностного расчета и расчета устойчивости грузоподъемной машины.

Важным мероприятием, которое составляет очень ответственную часть технического диагностирования, является оценка остаточного ресурса. Именно величина остаточного ресурса и ее правильная оценка позволяет обеспечить безопасную эксплуатацию рассматриваемых объектов в течение определенного срока или числа циклов. В особенности важно корректное определение такой величины, так как она непосредственно связана со скоростью распространения повреждений металлоконструкций грузоподъемных машин.

Исходя из применения широкого спектра неразрушающих методов контроля технического состояния рассматриваемых объектов, можно заключить, что экспертиза промышленной безопасности играет очень весомую роль в контроле дефектов, оценке скоростей их распространения и их влиянии на промышленную безопасность. На основании анализа данных, полученных на всех этапах экспертизы промышленной безопасности, формулируется заключение экспертизы, в котором отражается возможность (или невозможность) безопасной эксплуатации объекта.

Именно заключение экспертизы промышленной безопасности и качество проведенной экспертизы являются факторами, которые способствуют обеспечению промышленной безопасности.

Несмотря на все вышесказанное, нельзя не выделить некоторые недостатки, мешающие в полной мере способствовать обеспечению безопасной эксплуатации грузоподъемных машин.

Одним из больших недостатков является то, что требования промышленной безопасности недостаточно полно отражают некоторые вопросы эксплуатации грузоподъемных машин. Например, в Федеральных нормах и правилах [2] недостаточно отражены вопросы коррозионно-усталостного износа грузоподъемных машин, контроля усталостных трещин металлоконструкций, которые испытывают интенсивное воздействие коррозионно-активных сред. Также недостаточно полно проработаны вопросы оценки технического состояния при проведении экспертизы промышленной безопасности грузоподъемных машин, которые подвергались ремонту.

Существуют специфические виды ремонта, которые очень сильно влияют на промышленную безопасность, но требования к оценке состояния машин при проведении экспертизы промышленной безопасности, представлены очень отрывочно. Например, к таким видам ремонта можно отнести ремонт коробчатых стрел кранов.

Весомым недостатком является отсутствие требований к проведению экспертизы промышленной безопасности именно грузоподъемных машин, поскольку существующие на данный момент требования носят достаточно размытый характер без приложения к конкретной отрасли. Также важно отразить в нормативной документации применение различных методов неразрушающего контроля.

Особую значимость приобретает использование новых видов неразрушающего контроля при проведении экспертизы промышленной безопасности, которые позволяют более четко определить зарождение усталостных трещин.

Резюмируя вышесказанное, стоит отметить, что экспертиза промышленной безопасности грузоподъемных машин играет основную роль в обеспечении промышленной безопасности таких объектов.

Обеспечение качественного проведения экспертизы промышленной безопасности представляется важным процессом, который максимально связан с безопасностью эксплуатации рассматриваемых объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон Российской Федерации от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 13.07.2015).
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения".

© Сыратов В.Г., Д.В. Титов, А.А. Пакудин, Д.Л. Гладилов, А.А. Гуцин, (Siryatov@list.ru), Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики».



КОРРОЗИЯ КАНАТОВ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ НЕЕ

THE ROPE CORROSION OF HOISTING EQUIPMENT AND THE METHODS OF PROTECTION AGAINST IT

V. Siryatov
D. Titov
A. Pakudin
O. Vanakin
E. Kovaleva

Annotation

The influence of the corrosive media on the lifting machine is a very big threat to the industrial safety of hazardous production facilities. A particularly big problem is corrosion of rope lifting equipment, which can lead to very large consequences. The destruction of the ropes by corrosion can lead to serious loss of life and huge economic losses. This article is devoted to the issue of the rope corrosion of hoisting machines. The main ways to protect ropes against such corrosion were analyzed. It should be noted that methods of rope corrosion protection still far from perfect. Development of new methods of protection against this type of corrosion is an important problem that must be solved in the nearest future.

Keywords: corrosion, lifting equipment, industrial safety.

Сырятов Вячеслав Григорьевич

Ген. дир. ООО "ИТЦ "Диагностика и Экспертиза"

Титов Дмитрий Викторович

Директор ООО "КБ ТДиК"

Пакудин Андрей Алексеевич

Зам. директора ООО "Башкран-Н"

Ванякин Олег Владимирович

Гл. техн. Технологической службы крепления
выработок ООО "Сибниуглеобогащение"

Ковалева Елена Сергеевна

Зав. лабораторией технологии безопасной

сушки углей и газоочистки

ООО "Сибниуглеобогащение"

Аннотация

Действие коррозионно-активных сред на грузоподъемные машины является очень большой угрозой для промышленной безопасности опасных производственных объектов. Особенно большую проблему представляет коррозия канатов грузоподъемных машин, которая может привести к очень весомым последствиям. Разрушение канатов под действием коррозии может приводить к серьезным человеческим жертвам и большим экономическим потерям. В данной статье рассмотрены вопросы коррозии канатов грузоподъемных машин. Приведены основные способы защиты от такой коррозии. Стоит отметить, что методы защиты канатов от коррозии еще достаточно далеки от совершенства. Разработка новых методов защиты от такого вида коррозии представляет собой важную задачу, которая должна быть решена в самое ближайшее время.

Ключевые слова:

Коррозия, грузоподъемные машины, промышленная безопасность.

Действие коррозионно-активных сред на грузоподъемные машины является очень большой угрозой для промышленной безопасности опасных производственных объектов. Особенно большую проблему представляет коррозия канатов грузоподъемных машин, которая может привести к значительным последствиям. Разрушение канатов под действием коррозии может приводить к серьезным человеческим жертвам и большим экономическим потерям.

Правила безопасной эксплуатации подъемных сооружений на опасных производственных объектах регламентируются Федеральными нормами и правилами "Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения"[1]. Данный документ представляет расширенные требования безопасности, направленные на обнаружение коррозии стальных канатов.

Различают два основных вида коррозии канатов грузоподъемных машин: поверхностная и внутренняя. Частым случаем коррозии является атмосферная коррозия,

а также коррозия агрессивными газами, которые находятся в воздухе промышленной зоны. Более опасным видом коррозии является фреттинг. В данном процессе коррозия возникает при плотном контакте проволок в режиме действия колебаний малой амплитуды.

Одним из критериев оценки безопасности применения канатов грузоподъемных машин является оценка их внутренней и внешней коррозии. Согласно [1] в случае снижения диаметра каната на 7% по сравнению с номинальным значением канат подвергается браковке. Даже если при видимом осмотре не обнаружено обрыва проволоки каната, браковка каната все равно производится.

Однако если обнаружены обрывы проволок в результате действия коррозии или поверхностного износа, то отбраковка является именно тем мероприятием, которое позволяет значительно повлиять на безопасность. В большинстве своем, норма отбраковки каната по числу обрывов проволок зависит от конструкции каната, типа свивки, числа несущих проволок в несущих прядях. Данные отбраковки канатов в зависимости от этих характе-

ристик представлены в Федеральных нормах и правилах [1]. Если значения обрывов проволок меньше, чем значения, указанные в вышеуказанном документе, то эксплуатация канатов допускается, но при соблюдении тщательного периодического осмотра с обязательным отражением информации в журнале. Такие канаты могут эксплуатироваться до предельных величин, указанных в табл. 1.

Таблица 1. Значения обрывов проволок для браковки канатов в зависимости от коррозии или поверхностного износа.

| Снижение диаметра проволок (%) | Число обрывов проволок (в % от нормативных значений, указанных в ФНП[2]) |
|--------------------------------|--|
| 10 | 85 |
| 15 | 75 |
| 20 | 70 |
| 25 | 60 |
| 30 и выше | 50 |

Частым случаем является наличие поверхностной коррозии, в результате действия которой наружные проволоки каната становятся более тонкими. Диаметр проволок определяют с помощью микрометра, который должен быть в обязательном порядке поверен. Предельным значением диаметра, относительно которого проводится браковка каната, является 40%. При достижении данной величины и ее превышении канат отбраковывается.

Важным аспектом является контроль технического состояния канатов с целью своевременного определения влияния коррозии. Основным методом контроля канатов является визуальный, но такой метод, конечно же, сильно ограничен в своих возможностях и проводится только для оценки поверхностного состояния, в то время как внутреннее пространство каната достаточно сложно контролировать.

Оценка действия коррозии на состояние внутренних проволок каната проводится по всей его длине. Дефектоскопия по всей длине является обязательным требованием при перемещении людей, опасных грузов, а также для канатов, которые снабжены блоками из металла с синтетической футеровкой или блоками, выполненными из синтетического материала.

Основным методом контроля коррозионного износа канатов является магнитная дефектоскопия[2]. Различают два основных метода, которые используют для дефектоскопии стальных канатов:

- ◆ Метод постоянного магнитного поля. Метод реа-

лизуется за счет использования датчиков Холла и (или) катушек индуктивности в качестве основных измерительных элементов. Метод используется для оценки потерь сечения стальных канатов, а также для идентификации локальных дефектов. Однако определение последних представляет некоторую сложность, поскольку основывается на накоплении некоторой экспериментальной информации о различных дефектах, что во многом очень затруднительно;

- ◆ Метод переменного магнитного поля. В данном методе в качестве измерительных элементов используют катушки индуктивности. Метод используется главным образом для определения потерь в сечении стальных канатов.

Для защиты стальных канатов от коррозии применяют несколько основных методов:

- ◆ Использование жидких смазок. В большинстве своем данный метод помогает при атмосферной коррозии, но диффузия некоторых газов в пленку смазки достаточно высока, принимая также во внимание постепенное снижение ее слоя в процессе эксплуатации, поэтому данный метод является не всегда эффективным;

- ◆ Применение твердых смазок. Данный метод очень сильно снижает трение между проволоками, что существенно препятствует возникновению коррозии в местах интенсивного трения;

- ◆ Применение резиновых вставок. Метод предполагает использование специальных резиновых вставок, которые предотвращают контакт проволок между собой. Данный метод может широко применяться при доминировании фреттинг-коррозии, как основного механизма, определяющего скорость разрушения каната.

Все методы защиты от коррозии, в большинстве своем, основаны на снижении трения между проволоками, но современные исследования в данной области сконцентрированы на создании барьерных слоев, которые достаточно стабильны, по сравнению с жидкими и твердыми смазками. Последний метод защиты от коррозии в достаточной мере отвечает этому условию.

Проблема коррозии канатов грузоподъемных машин представляет очень большую значимость, поскольку она серьезно увеличивает вероятность возникновения аварий на опасных производственных объектах. Стоит отметить, что методы защиты канатов от коррозии еще достаточно далеки от совершенства. Разработка новых методов защиты от такого вида коррозии представляет собой важную задачу, которая должна быть решена в самое ближайшее время.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения".
2. РД 03-348-00 Методические указания по магнитной дефектоскопии стальных канатов. Москва. НПО ОБТ. 2000. 20 с.

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

SAFETY OF THERMAL PROCESSES IN CHEMICAL TECHNOLOGY

*S. Ryazantsev
A. Bogdanov
N. Makropulo
A. Samborsky
P. Markov*

Annotation

The processes of heat transfer are some of the key technologies in the chemical industry, since most manufacturing processes, one way or another, have to deal with it. A large amount of heat that is necessary to transfer, high calorific intensity equipment leads to accidents at hazardous production facilities. Compliance with safety requirements during thermal processes is a major task that ensures the safety of chemical and technological processes. This article is devoted to the issues of safety of thermal processes in chemical engineering. The basic safety requirements for carrying out such processes were presented. Ensuring the safety of industrial thermal processes in chemical engineering is a major problem that must be solved through the use of a wide range of organizational activities. Improvement of such events is the main direction in which the development must be carried out safety requirements.

Keywords: safety, heat transfer processes, chemical industry.

*Рязанцев Сергей Петрович
Ген. директор ООО ИКЦ "Диагностика"
Богданов Андрей Алексеевич
Инженер, Эксперт ООО "ПромЭкспертиз"
Мокропуло Николай Григорьевич
Директор ООО "Томсктехсервис"
Самборский Алексей Анатольевич
Гл. инженер
ООО "Спасательное формирование – "Десант"
Марков Павел Вячеславович
Инженер – геодезист
ООО "Спасательное формирование – "ДесанТ"*

Аннотация

Процессы переноса тепла являются одними из основных в химической технологии, поскольку большинство технологических процессов, так или иначе, имеют отношение к этому. Большое количество тепла, которое необходимо передать в высокаятеллонапряженность оборудования приводит к возникновению аварий на опасных производственных объектах. Соблюдение требования безопасности при проведении тепловых процессов представляет собой основную задачу, которая обеспечивает безопасность химико-технологических процессов. Данная статья посвящена рассмотрению вопросов обеспечения безопасности проведения тепловых процессов в химической технологии. Приведены основные требования безопасности к проведению такого рода процессов. Обеспечение промышленной безопасности проведения тепловых процессов в химической технологии представляет собой основную задачу, которая должна быть решена за счет использования широкого спектра организационных мероприятий. Совершенствование таких мероприятий является основным направлением, в котором должно производиться развитие требований безопасности.

Ключевые слова:

Безопасность, тепловые процессы, химическая промышленность.

Процессы переноса тепла являются одними из основных в химической технологии, поскольку большинство технологических процессов имеют отношение к этому. Большое количество тепла, которое необходимо передать, в высокаятеллонапряженность оборудования приводит к возникновению аварий на опасных производственных объектах. Соблюдение требования безопасности при проведении тепловых процессов представляет собой основную задачу, которая обеспечивает безопасность химико-технологических процессов.

Требования безопасности химически опасных производственных объектов регламентируются ФЗ-116 [1] и Федеральными нормами и правилами "Правила без-

опасности химически опасных производственных объектов" [2]. Стоит отметить, что в них уделяется недостаточное внимание безопасности проведения тепловых процессов. Требования промышленной безопасности к эксплуатации некоторых аппаратов для проведения тепловых процессов также могут регламентироваться Федеральными нормами и правилами "Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением" [3].

Однако, отдельный документ, который регламентирует правила безопасности проведения тепловых процессов в рассматриваемой отрасли, отсутствует, что существенно влияет на промышленную безопасность.

Отдельную группу тепловых процессов представляют собой процессы нагрева с использованием топочных газов и горелок. Как правило, теплообмен топочными газами очень опасен тем, что содержащиеся в них агрессивные газы могут воздействовать на теплообменные трубы, что может вызывать их прогорание, которое может приводить к серьезным авариям. Соблюдение жесткой периодичности осмотра теплообменных элементов, проведение неразрушающего контроля является ключом к правильной эксплуатации оборудования, использующего такие способы нагрева. Применение автоматизированных средств контроля давления в теплообменных трубах также помогает идентифицировать процесс их прогорания на ранней стадии, хотя в настоящее время это используется недостаточно часто.

Вторым проблемным аспектом является подача топлива и его сжигание в горелках. Трубопроводы горелок должны оборудоваться отдельными регуляторами расхода, которые должны четко контролировать соотношение топливовоздушной смеси. Большинство аварий возникают в момент запуска горелок и в момент их остановки. Горелки должны быть снабжены системой, которая будет отключать подачу топлива после их погасания или при осуществлении неудачного пуска. Значительную роль в безопасной эксплуатации будет играть организация продувки топочного пространства после нескольких неудачных пусков горелок, которая должна управляться автоматизированно.

Конечно, вышеперечисленный способ подвода тепла встречается достаточно часто, но чаще всего перенос теплоты реализуется преимущественно в конвективном режиме и основным оборудованием для их реализации являются кожухотрубные теплообменники. Данные аппараты по праву можно назвать самыми распространенными в химической технологии. Опять же нужно оговориться, что существует определенное ограничение по применению стальных теплообменников, поэтому в ряде высокотемпературных процессов они не применяются.

Повышенные тепловые напоры могут вызвать высокие температурные напряжения в трубках теплообменников, что может привести к существенному снижению их срока службы. Проведение периодического осмотра элементов температурной компенсации позволяет устранить эти проблемы. Организация графика осмотра и ответственность эксплуатирующей организации позволяет во многом избежать аварий, вызванных выходом из строя компенсирующих элементов.

Часто аварийные ситуации сопровождаются работой на предельных температурных режимах, поэтому важно защищать теплообменное оборудование от таких воздействий. Линии подачи теплоносителей должны оборудоваться датчиками, которые будут сопряжены с системой автоматизированного контроля. Данная система должна предусматривать аварийное отключение подачи теплоносителя при превышении его регламентированной температуры. Аналогично должен проводиться контроль расходов теплоносителей, который исключает подачу низких расходов одного из теплоносителей при высоком расходе другого. В особенности это характерно для процессов конденсации. Для конденсации характерны сравнительно высокие коэффициенты теплоотдачи (3000–5000 Вт/м²·К), поэтому подача перегретого пара при низком расходе другого теплоносителя может привести к возникновению серьезных тепловых напряжений, что в будущем может привести к разрушению поверхности теплообмена.

Особенные требования безопасности должны применяться при организации теплообмена кипением в тонких пленках. Такой теплообмен обладает очень высокой интенсивностью, которая превышает аналогичную характеристику при кипении в большом объеме и даже конденсации, поэтому четкий контроль уровня пленки в автоматизированном режиме должен во много позволить обеспечить безопасную эксплуатацию таких объектов.

Поскольку процесс кипения является процессом зародышеобразования, то важно обеспечивать периодический контроль поверхностных дефектов теплообменных элементов (труб, змеевиков и т.п.). Для проведения такого контроля достаточно хорошо подходит капиллярная дефектоскопия. Опасность возникновения таких поверхностных дефектов заключается в том, что они выступают центрами роста паровых пузырей и их скопление может очень сильно локально увеличивать коэффициент теплопередачи, что может приводить к перенапряжению металла в определенных областях.

Рассматривая безопасность проведения тепловых процессов нельзя обойти стороной вопросы осаднения осадка, накипи и загрязнений на теплообменных поверхностях. Подача загрязненного теплоносителя способна в последующем приводить к образованию высоких термических сопротивлений, которые не только снижают эффективность теплообмена, но и способствуют скорейшему выходу из строя теплообменных элементов. Отделом главного механика должны быть установлены мероприятия по периодической очистке труб теплообменников. Проведение технического диагностирования таких объектов должно включать дефектоскопию теплообменных труб. Частота проведения технического диагностирования должна определяться не только необходимостью продления срока службы оборудования, но и периодическими мероприятиями, а также параметрами технологического процесса. Использование более агрессивных рабочих сред, более высоких расходов, смена тепловых

режимов должна отражаться в эксплуатационной документации в виде проведения технического диагностирования с большей частотой.

Обеспечение промышленной безопасности проведения тепловых процессов в химической технологии пред-

ставляет собой основную задачу, которая должна быть решена за счет использования широкого спектра организационных мероприятий. Большую роль в обеспечении промышленной безопасности играет ответственность эксплуатирующей организации, которая должна соблюдать данные требования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон РФ от 21.07.1997 №116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности химически опасных производственных объектов".
3. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением".

© С.П. Рязанцев, А.А. Богданов, Н.Г. Мокропуло, А.А. Самборский, П.В. Марков, (s_ryazantsev@list.ru), Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»,





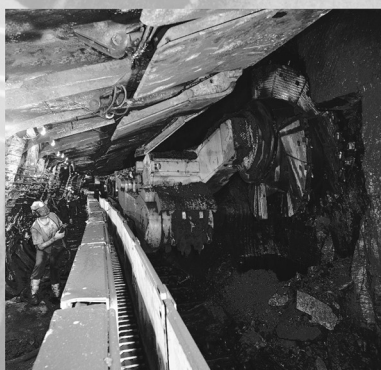
7-10 июня 2016
Новокузнецк / Россия

УГОЛЬ и МАЙНИНГ РОССИИ

23-я Международная специализированная выставка технологий горных разработок, обогащения, выемочной и подъемно-транспортной техники
УГОЛЬ РОССИИ и МАЙНИНГ

7-я Международная специализированная выставка
ОХРАНА, БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

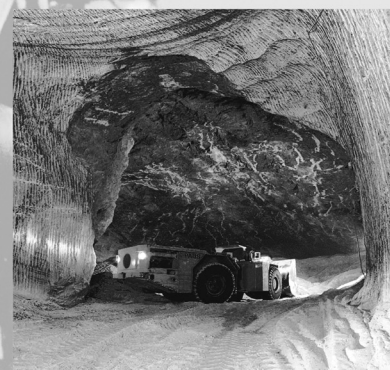
2-я Международная специализированная выставка
НЕДРА РОССИИ



уголь



руды



промышленные минералы

Для всех отраслей
горнодобывающей
промышленности



охрана и безопасность труда

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:

Выставочный комплекс "Кузбасская ярмарка"

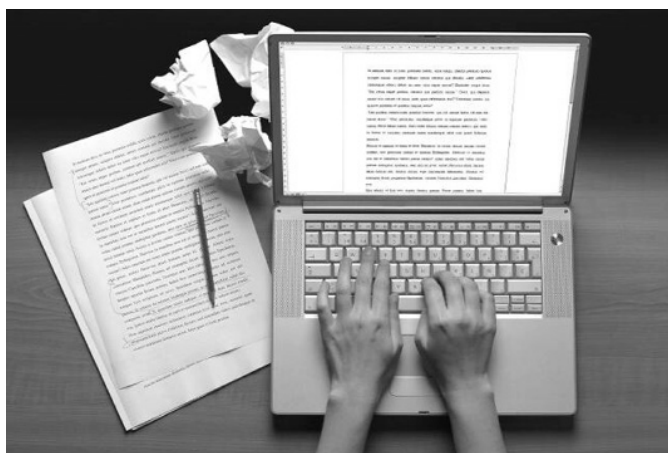
ул. Автотранспортная, 51, г. Новокузнецк.

т./ф: (3843) 32-22-22, 32-24-43

e-mail: transport@kuzbass-fair.ru, zayceva@kuzbass-fair.ru

www.kuzbass-fair.ru





НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

Badanov K.

General Director of LLC "Veles"
e-mail : k_badanov@list.ru

Beginin V.

General Director. The expert. LTD. "GSE-Orenburg"
e-mail : beginin_v@list.ru

Birkin M.

Director of "ITC "INTELLIGENCE"
e-mail : m_birkin@list.ru

Bogdanov A.

Expert LLC "Promexpertisa"
e-mail : a_bogdanov@list.ru

Bomco F.

Deputy General Director of LLC "Askotehenergo-diagnostics"
e-mail : fm_bomco@mail.ru

Butner E.

Technical Director. The expert.LTD. "GSE-Orenburg"
e-mail : e_butner@mail.ru

Chaika R.

General Director of LLC "Promexpertisa"
e-mail : chaika_r@list.ru

Chistyakov A.

Director of "Orantei"
e-mail : a_chistyakov@list.ru

Gladilov D.

Expert "ESCO" LTD
e-mail : glad_d@list.ru

Goryunov M.

Director of "RESCUE FORMATION – "LANDING"
e-mail : goryunov_m@list.ru

Gushchin A.

Deputy General Director for production and examination LLC "Sibniitugleobogaschenie"
e-mail : a_gushch@list.ru

Gusinsky K.

Technical Director of LLC "Veles"
e-mail : gus_k@list.ru

Ivashenkov E.

Technical Director of company "Alyanssexpert"
e-mail : eivash@list.ru

Kovaleva E.

Head of the laboratory of technologies for safe drying of coal and gas LTD. "Sibniitugleobogaschenie"
e-mail : koval_e@list.ru

Kuleshov I.

Head of LLC "ITC "INTELLIGENCE"
e-mail : i_kuleshov@list.ru

Makarevich O.

Expert of LLC "Tomsktehservice"
e-mail : o_makar@list.ru

Makropulo N.

Director of "Tomsktehservice"
e-mail : n_makropul@list.ru

Markov P.

Engineer – surveyor LTD. "Rescue Formation – "Landing"
e-mail : markov_pv@list.ru

Pakudin A.

Deputy Director of LLC "Baskaran-N"
e-mail : aapakudin@list.ru

Priyatkin G.

Expert of LLC "Integral expert"
e-mail : priyat_gv@list.ru

Prokhorov E.

Expert of open company "Vologda expert company"
e-mail : prokh_e@list.ru

Rotar O.

Deputy Director LLC "ORTES"
e-mail : o_rot@list.ru



Ruchii V.

Head of Department of diagnostics of technical devices LLC, "ITC "INTELLIGENCE"

e-mail : ruchii_vg@list.ru

Ryazantsev S.

General Director of IKC "Diagnostics"

e-mail : s_ryazantsev@list.ru

Samborsky A.

Deputy Director LLC "RESCUE FORMATION-"LANDING"

e-mail : samborsk_aa@list.ru

Sharygin S.

Director of NP "CID"

e-mail : shar_sm@list.ru

Siryatov V.

General Director of LLC "ITC "Diagnosis and assessment"

e-mail : siryatov_v@list.ru

Tazov V.

Director of "Inspection and Examination"

e-mail : vv_tazov@mail.ru

Titov D.

Director of "KB TDiK"

e-mail : tit_dv@mail.ru

Tretiak M.

Chief engineer. Expert LTD. "GSE-Orenburg"

e-mail : mn_tret@mail.ru

Vanakin O.

Chief technologist, Technology services attachment excavation, LLC "Sibniyugleobogaschenie"

e-mail : ov_van@mail.ru

Votyakov S.

General Director of LLC "Alyanssexpert"

e-mail : s_votyakov@list.ru

Yakimova O.

Engineer-expert LTD. "Promexpertisa"

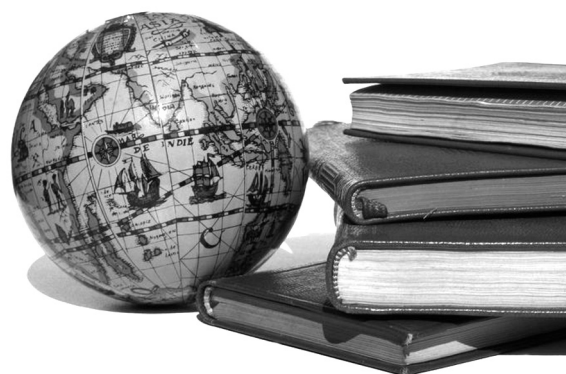
e-mail : o_a_yakimova@list.ru

Zhelonkin D.

Expert of LTD "EVIS"

e-mail : zhelonk_d@list.ru

**НАШИ АВТОРЫ
OUR AUTHORS**



Требования к оформлению статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно–практического журнала "Современная наука: актуальные проблемы теории и практики" принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе "Антиплагиат".

За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Редакционная коллегия оставляет за собой право на редактирование статей без изменения научного содержания авторского варианта.

Научно–практический журнал "Современная наука: актуальные проблемы теории и практики" проводит независимое (внутреннее) рецензирование.

Правила оформления текста.

- ◆ Текст статьи набирается через 1,5 интервала в текстовом редакторе Word для Windows с расширением ".doc", или ".rtf", шрифт 14 Times New Roman.
- ◆ Перед заглавием статьи указывается шифр согласно универсальной десятичной классификации (УДК).
- ◆ Рисунки и таблицы в статью не вставляются, а даются отдельными файлами.
- ◆ Единицы измерения в статье следует выражать в Международной системе единиц (СИ).
- ◆ Все таблицы в тексте должны иметь названия и сквозную нумерацию. Сокращения слов в таблицах не допускается.
- ◆ Литературные источники, использованные в статье, должны быть представлены общим списком в ее конце. Ссылки на упомянутую литературу в тексте обязательны и даются в квадратных скобках. Нумерация источников идет в последовательности упоминания в тексте.
- ◆ Список литературы составляется в соответствии с ГОСТ 7.1–2003.
- ◆ Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Правила написания математических формул.

- ◆ В статье следует приводить лишь самые главные, итоговые формулы.
- ◆ Математические формулы нужно набирать, точно размещая знаки, цифры, буквы.
- ◆ Все использованные в формуле символы следует расшифровывать.

Правила оформления графики.

- ◆ Растровые форматы: рисунки и фотографии, сканируемые или подготовленные в Photoshop, Paintbrush, Corel Photopaint, должны иметь разрешение не менее 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.
- ◆ Векторные форматы: рисунки, выполненные в программе CorelDraw 5.0–11.0, должны иметь толщину линий не менее 0,2 мм, текст в них может быть набран шрифтом Times New Roman или Arial. Не рекомендуется конвертировать графику из CorelDraw в растровые форматы. Встроенные – 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.

По вопросам публикации следует обращаться к шеф–редактору научно–практического журнала "Современная наука: актуальные проблемы теории и практики" (e–mail: redaktor@nauteh.ru).