



БЕЗОПАСНОСТЬ

труда в промышленности

Occupational Safety in Industry

№ 11
2020

Ежемесячный научно-производственный журнал www.btpnadzor.ru

ISSN 0409-2961
eISSN 2658-5537



4 ноября —
День народного единства



Дорогие коллеги!

Поздравляю вас с Днем народного единства! Этот праздник напоминает о важных страницах истории, когда единение и целостность народа помогли отстоять Отечество, способствовали развитию и могуществу нашей Державы. Мы отдаем долг памяти героическому прошлому и чтим защитников государственности.

Единство в тяжелые моменты, национальное и конфессиональное согласие — основа и отличительная особенность России. Необходимо помнить, что именно в них залог стабильности и процветания нашей Родины. Мы единый многонациональный народ с общим прошлым и будущим.

Работники Ростехнадзора, объединяя свои усилия во имя сохранения безопасности человеческой жизни, добиваются решения самых тяжелых задач и преодолевают любые сложности. Вместе мы достигли высочайших результатов и сделаем еще больше!

С праздником! Желаю вам успехов во всех начинаниях!

**Руководитель Федеральной
службы по экологическому,
технологическому
и атомному надзору**

Алексей Алёшин





БЕЗОПАСНОСТЬ Труда в промышленности

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций ПИ № ФС77-43428

Журнал основан в январе 1932 г. Выпуск 767.

Редакционный совет

Алёшин А.В., канд. юр. наук, руководитель Ростехнадзора (Москва, Россия)

Буйновский С.Н., д-р техн. наук, главный редактор журнала (Москва, Россия)

Голик В.И., д-р техн. наук, проф., Северо-Кавказский государственный технологический университет (Владикавказ, Россия)

Грачёв В.А., д-р техн. наук, проф., чл.-кор. РАН, председатель Общественного совета при Ростехнадзоре (Москва, Россия)

Григорьев М.Н., канд. геол.-минерал. наук, акад. РАЕН, директор ООО «Гекон» (Санкт-Петербург, Россия)

Дмитриевский А.Н., д-р геол.-минерал. наук, проф., акад. РАН, науч. руководитель Института проблем нефти и газа РАН (Москва, Россия)

Егоров М.П., д-р хим. наук, акад. РАН, директор Института органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН (Москва, Россия)

Кловач Е.В., д-р техн. наук, проф., ген. директор ЗАО НТЦ ПБ (Москва, Россия)

Клюев В.В., д-р техн. наук, проф., акад. РАН, почетный член РОНКТД (Москва, Россия)

Красных Б.А., канд. техн. наук, председатель НТС Ростехнадзора (Москва, Россия)

Мальшев Ю.Н., д-р техн. наук, проф., акад. РАН, почетный президент НП «Горнопромышленники России» (Москва, Россия)

Махутов Н.А., д-р техн. наук, проф., чл.-кор. РАН, ФГБУ науки Институт машиноведения им. А.А. Благоднарова РАН (Москва, Россия)

Печёркин А.С., д-р техн. наук, проф., первый зам. ген. директора ЗАО НТЦ ПБ (Москва, Россия)

Сидоров В.И., д-р техн. наук, проф., президент Фонда Якова Брюса (Москва, Россия)

Трембицкий А.В., зам. руководителя Ростехнадзора (Москва, Россия)

Трубецкой К.Н., д-р техн. наук, проф., акад. РАН, советник президиума РАН (Москва, Россия)

Ферапонтов А.В., канд. техн. наук, зам. руководителя Ростехнадзора (Москва, Россия)

Фролов Д.И., канд. экон. наук, зам. руководителя Ростехнадзора (Москва, Россия)

Шмаль Г.И., канд. экон. наук, президент Союза нефтегазопромышленников России (Москва, Россия)

№ 11 · 2020

Учредители



Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор)



Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности» (ЗАО НТЦ ПБ)

Издатель

ЗАО НТЦ ПБ: 105082, Москва, Переведеновский пер., д. 13, стр. 14, а/я 38
Тел.: +7 (495) 620-47-47;
факс: +7 (495) 620-47-46
ntc@safety.ru; www.safety.ru

Редакция

105082, Москва, Переведеновский пер., д. 13, стр. 14, а/я 38
Телефакс: +7 (495) 620-47-44; btp@safety.ru, redbtp@safety.ru; www.btpnadzor.ru
Отдел рекламы — К.М. Игнатова, ignatova@safety.ru.
Тел. +7 (495) 620-47-54

Журнал входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, сформированный **ВАК Минобрнауки России**.

Журнал включен в **Российский индекс научного цитирования** (двухлетний импакт-фактор РИНЦ без самоцитирования — 0,368, пятилетний импакт-фактор РИНЦ без самоцитирования — 0,257, десятилетний индекс Хирша — 22) и международные базы данных: **Scopus**, **Chemical Abstracts Service** (CAS), **EBSCO Publishing**.

Международный редакционный совет

Богдан Н.А., первый заместитель начальника Госпромнадзора (Минск, Белоруссия)

Буй С.Н., д-р техн. наук, проф., проректор Ханойского университета горной промышленности и геологии (Ханой, Вьетнам)

Ван Вингерден К., д-р техн. наук, вице-президент компании Gexcon (Берген, Норвегия)

Джунушев Д.М., директор Государственной инспекции по экологической и технической безопасности при Правительстве Кыргызской Республики (Бишкек, Киргизия)

Заксенхофер Р., проф., Горный университет (Леобен, Австрия)

Котов С.Г., канд. техн. наук, доцент, ученый секретарь НПЦ Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь (Минск, Белоруссия)

Макажанов Н.К., канд. экон. наук, заместитель председателя Комитета индустриального развития и промышленной безопасности Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан (Астана, Казахстан)

Мельник В.В., руководитель управления государственного надзора за объектами котельных, газовых хозяйств и подъемных сооружений Комитета индустриального развития и промышленной безопасности Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан (Астана, Казахстан)

Пан Ч., д-р юр. наук, проф., директор Центра исследования мировой нефтяной политики при Китайском университете нефти (Пекин, Китай)

Рафат Г., проф., директор компании R&K-Geoengineering Ltd (Дуйсбург, Германия)

Ростами Д., канд. техн. наук, доцент Департамента горного дела Колорадской горной школы; директор Института открытых разработок и механики недр (Голден, США)

Сафаров Р.С., канд. техн. наук, директор Азербайджанского государственного научно-исследовательского института по охране труда и технике безопасности МЧС (Баку, Азербайджан)

Шевчук В.Г., д-р физ.-мат. наук, проф., зав. кафедрой общей и химической физики Одесского национального университета им. И.И. Мечникова (Одесса, Украина)

Юй Л., канд. техн. наук, научный сотрудник Китайского геологического университета (Пекин, Китай)

Редакционная коллегия

Агапов А.А., канд. техн. наук, директор расчетно-аналитического центра ЗАО НТЦ ПБ (Москва, Россия)

Божко Д.И., канд. техн. наук, зам. главного редактора (Москва, Россия)

Горлов А.Н., начальник Управления государственного строительного надзора Ростехнадзора (Москва, Россия)

Гражданкин А.И., д-р техн. наук, зав. отделом системного анализа безопасности ЗАО НТЦ ПБ (Москва, Россия)

Ермак Г.П., канд. техн. наук, начальник Управления по надзору в угольной промышленности Ростехнадзора (Москва, Россия)

Иваницкая Е.В., канд. филол. наук, зам. главного редактора (Москва, Россия)

Кадушкин Ю.В., ген. директор ЗАО НПО «Техкранэнерго» (Владимир, Россия)

Кручинина И.А., д-р техн. наук, директор АНО АИПР (Москва, Россия)

Лисанов М.В., д-р техн. наук, канд. физ.-мат. наук, директор центра анализа риска ЗАО НТЦ ПБ (Москва, Россия)

Матвиенко Ю.Г., д-р техн. наук, проф., зав. лабораторией ФГБУ науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН (Москва, Россия)

Нестеров Ю.Л., начальник Управления по надзору за объектами нефтегазового комплекса Ростехнадзора (Москва, Россия)

Низовцев А.В., ответственный секретарь редакции (Москва, Россия)

Селезнёв Г.М., и. о. начальника Управления общепромышленного надзора Ростехнадзора (Москва, Россия)

Филатов А.П., канд. техн. наук, начальник Управления горного надзора Ростехнадзора (Москва, Россия)

Чуркин Г.Ю., канд. техн. наук, зам. директора АНО АИПР (Москва, Россия)

Шалаев В.К., д-р техн. наук, директор по нормативно-правовому регулированию ЗАО НТЦ ПБ (Москва, Россия)

Яковлев Д.А., начальник Правового управления Ростехнадзора (Москва, Россия)

Компьютерная подготовка и верстка —

С.В. Косторнова

Подписано в печать 03.11.20

Формат 60х90 1/8

Бумага мелованная. Печать офсетная.

Тираж 1650 экз.

Зак. Р-05979-20

Цена 1500 руб.

Отпечатано в ООО «РПК «Зетапринт»

109383, РФ, г. Москва, ул. Шоссейная, д. 90, стр. 7

Тел. +7 (495) 775-23-38.

Редакция не несет ответственности за достоверность и точность приведенных фактов, экономико-статистических данных и прочих сведений, содержащихся в авторских публикациях. Редакция может публиковать статьи в порядке обсуждения, не разделяя точку зрения автора. Перепечатка материалов, опубликованных в журнале «Безопасность труда в промышленности», только с разрешения редакции.

Материалы, представленные в редакцию, авторам не возвращаются.

За содержание рекламы ответственность несет рекламодатель.

На 1-й с. обл.: фото А.Я. Рубина

СОДЕРЖАНИЕ



Наука и техника	7
Сверчков А.М., Сумской С.И.	7
Учет кавитационных явлений при моделировании течений в магистральных трубопроводах	
Шмаль Г.И., Махутов Н.А., Надеин В.А.	15
Энергетическая стратегия Российской Федерации: научное и технологическое сопровождение ее реализации с учетом безопасности	
Проблемы, суждения	22
Кловач Е.В., Печёркин А.С., Шалаев В.К., Сидоров В.И.	22
«Регуляторная гильотина» в области промышленной безопасности	
Смелков Г.И., Пехотиков В.А., Рябиков А.И., Назаров А.А.	29
Актуализация национальной нормативной базы в области обеспечения пожарной безопасности электропроводок	
Фомина Е.Е., Глебова Е.В.	37
Факторы оценки степени вины пострадавшего при несчастном случае на производстве	
Обеспечение безопасности	44
Логинов В.И., Архиреев К.Э., Михайлова Е.Д., Некрасов А.К.	44
Исследования боевой одежды пожарного, предназначенной для эксплуатации в условиях Крайнего Севера и Арктической зоны	
Матвеев Ф.В., Каныгин П.С., Щурский О.М., Пименов В.И.	51
Общие положения о разработке региональных программ обеспечения безопасности гидротехнических сооружений	
Обмен опытом	56
Асланян А.М., Асланян И.Ю., Кантюков Р.Р., Петрова Ю.Ю., Минахметова Р.Н.	56
Внедрение инновационного программно-аппаратного комплекса пассивной акустики для диагностики технического состояния скважин	
Лукьянчиков М.И., Лесных В.В.	63
Об одном подходе к оценке эффективности инспекционной контрольной деятельности	
Мартынов А.В., Греков В.В., Попова О.В.	69
Некоторые причины нарушения качества интумесцентных покрытий	
Анализ риска	76
Локтионов О.А., Кондратьева О.Е.	76
Совершенствование подходов к анализу травматизма на промышленных предприятиях	
Бекеева С.А., Джумагулова Н.Г., Есбенбетова Ж.Х., Танабаева А.Е.	82
Влияние условий труда приоритетных секторов экономики Казахстана на формирование профессиональных рисков	
Подготовка рабочих и специалистов	89
Широков Ю.А.	89
О повышении эффективности обучения в сфере охраны и безопасности труда	
Официальная страница	95
Постановление Правительства Российской Федерации от 1 октября 2020 г. № 1580 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 3 апреля 2020 г. № 440»	95

Occupational Safety in Industry

№ 11 • 2020

Founders



The Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service (ROSTECHNADZOR)



Closed Joint Stock Company «Scientific Technical Center of Industrial Safety Problems Research» (STC «Industrial Safety» CJSC)

Publisher

STC «Industrial Safety» CJSC, Block 14, Perevedenovsky Pereulok 13, P.O.B. 38, 105082, Moscow
Tel.: +7 (495) 620-47-47; Fax: +7 (495) 620-47-46
ntc@safety.ru www.safety.ru

Editorial staff

Block 14, Perevedenovsky Pereulok 13, P.O.B. 38, 105082, Moscow
Telefax: +7 (495) 620-47-44;
btp@safety.ru, redbtp@safety.ru; www.btpnadzor.ru
Advertising department — Ignatova K.M., ignatova@safety.ru.
Tel. +7 (495) 620-47-54

The journal is included into the List of the leading reviewed scientific journals and editions, in which the main scientific results of theses on a competition of academic degrees of the candidate and doctor of science shall be published. The List is formed by the State Commission for Academic Degrees and Titles of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation.

The journal is amongst the Russian journals indexed in the Russian index of the scientific citation (two-year impact-factor of RINTs without self-citation — 0.368, a five-year impact-factor of RINTs without self-citation — 0.257, ten-year Hirsch index — 22), in the international databases: Scopus, Chemical Abstracts Service (CAS), EBSCO Publishing.

Computer-aided preparation and makeup — S.V. Kostornova
Signed for printing 03.11.20
Format 60x90 1/8
Enameled stock. Indirect printing
Circulation 1650 copies. Order P-05979-20
Price — 1500 RUB
Printed in OOO RPK Zetaprint
Shosseynaya 90, build. 7, 109383, Moscow, Russian Federation
Tel. +7 (495) 775-23-38.

Editorial board

Aleshin A.V., Candidate of Legal Sciences, Head of Rostekhnadzor (Moscow, Russia)

Buinovsky S.N., Doctor of Technical Sciences, Editor-in-chief of the Journal (Moscow, Russia)

Golik V.I., Doctor of Technical Sciences, Professor, FGBOU VPO «North Caucasian Mining and Metallurgical Institute (State Technological University)» (Vladikavkaz, Russia)

Grachev V.A., RAS Corresponding Member, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chairman of Public Council at Rostekhnadzor (Moscow, Russia)

Grigoryev M.N., Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, RANS Academician, Director of OOO «Gekon» (Saint Petersburg, Russia)

Dmitrievsky A.N., RAS Academician, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Director of Institute of Oil and Gas Problems of the Russian Academy of Sciences (RAS) (Moscow, Russia)

Egorov M.P., RAS Academician, Doctor of Chemical Sciences, Director of the Institute of Organic Chemistry Named after N.D. Zelinsky of RAS (Moscow, Russia)

Klovach E.V., Doctor of Technical Sciences, Professor, General Director, STC «Industrial Safety» CJSC (Moscow, Russia)

Kluev V.V., RAS Academician, Doctor of Technical Sciences, Professor, Honorary Member of RONKTD (Moscow, Russia)

Krasnykh B.A., Candidate of Technical Sciences, Chairman of the Scientific and Technical Council of Rostekhnadzor (Moscow, Russia)

Malyshev Yu.N., RAS Academician, Doctor of Technical Sciences, Professor, Honorable PRESIDENT of NP «Mining Operators of Russia» (Moscow, Russia)

Makhtov N.A., RAS Corresponding Member, Doctor of Technical Sciences, Professor, FSBI of Science Institute of Engineering in the Name of A.A. Blagonravov of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)

Pecherkin A.S., Doctor of Technical Sciences, Professor, First Deputy General Director, STC «Industrial Safety» CJSC (Moscow, Russia)

Sidorov V.I., Doctor of Technical Sciences, Professor, President of Fund of James Bruce (Moscow, Russia)

Trembitsky A.V., Deputy of Rostekhnadzor Head (Moscow, Russia)

Trubetskoi K.N., RAS Academician, Doctor of Technical Sciences, Professor, Counsellor of RAS Presidium (Moscow, Russia)

Ferapontov A.V., Candidate of Technical Sciences, Deputy of Rostekhnadzor Head (Moscow, Russia)

Frolov D.I., Candidate of Economic Sciences, Deputy of Rostekhnadzor Head (Moscow, Russia)

Shmal G.I., Candidate of Economic Sciences, President of the Union of Oil and Gas Producers of Russia (Moscow, Russia)

International editorial board

Bogdan N.A., First Deputy Head of Gospromnadzor (Minsk, Belarus)

Bui Xuan Nam, Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice Rector, Hanoi University of Mining and Geology (Hanoi, Vietnam)

Van Wingerden K., Doctor of Technical Sciences, Senior Vice President, Gexcon (Bergen, Norway)

Junushev J.M., Director of the State Inspection on the Environmental and Technical Safety Affiliated to the Government of Kyrgyz Republic (Bishkek, Kirghizia)

Sachsenhofer R., Professor, National Mineral Resources University (Leoben, Austria)

Kotov S.G., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Academic Secretary of SPC of the State Forensic Examination Committee of the Republic of Belarus (Minsk, Belarus)

Makazhanov N.K., Candidate of Economic Sciences, Vice-chairman of the Committee of Industrial Development and Industrial Safety of the Ministry for Investments and Development of the Republic of Kazakhstan (Astana, Kazakhstan)

Melnik V.V., Head of the Department of State Supervision for Boiler, Gas and Lifting Facilities of the Committee of Industrial Development and Industrial Safety of the Ministry for Investments and Development of the Republic of Kazakhstan (Astana, Kazakhstan)

Pang Chang Wei, Doctor of Legal Sciences, Professor, Director of the World Oil Policy Research Center at China University of Petroleum (Beijing, China)

Rafat G., Professor, Company Director, R&K-Geoengineering Ltd (Duisburg, Germany)

Rostami J., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Mining Engineering of Colorado School of Mines; Director of Excavation Engineering and Earth Mechanics Institute (Golden, USA)

Safarov R.S., Candidate of Technical Sciences, Director of Azerbaijan State Scientific and Research Institute for Occupational Safety and Health and EMERCOM (Baku, Azerbaijan)

Shevchuk V.G., Doctor of Physics and Mathematical Sciences, Professor, Department Head of General and

Chemical Physics of Odessa National University Named after I.I. Mechnikov (Odessa, Ukraine)

Yu Lijiang, Candidate of Technical Sciences, Research Assistant of China University of Geosciences (Beijing, China)

Editorial staff

Agapov A.A., Candidate of Technical Sciences, Director of Computational & Analytical Center, STC «Industrial Safety» CJSC (Moscow, Russia)

Bozhko D.I., Candidate of Technical Sciences, Deputy Editor-in-chief (Moscow, Russia)

Gorlov A.N., Head of Department, State Construction Supervision of Rostekhnadzor (Moscow, Russia)

Grazhdankin A.I., Doctor of Technical Sciences, Deputy Head of Safety Analysis System, STC «Industrial Safety» CJSC (Moscow, Russia)

Ermak G.P., Candidate of Technical Sciences, Head of Department on Supervision in Coal Industry of Rostekhnadzor (Moscow, Russia)

Ivanitskaya E.V., Candidate of Philological Sciences, Deputy Editor-in-chief (Moscow, Russia)

Kadushkin Yu.V., General Director of ZAO NPO «Tekhkranenergo» (Vladimir, Russia)

Kruchinina I.A., Doctor of Technical Sciences, Director, ANO «Industrial Risk Research Agency» (Moscow, Russia)

Lisanov M.V., Doctor of Technical Sciences, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Director of Risk Analysis Center, STC «Industrial Safety» CJSC (Moscow, Russia)

Matvienko Yu.G., Doctor of Technical Sciences, Professor, Laboratory Head of FGBU of Science of Institute of Engineering in the Name of A.A. Blagonravov of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)

Nesterov Yu.L., Head of Department on Supervision for Oil and Gas Complex Facilities of Rostekhnadzor (Moscow, Russia)

Nizovtsev A.V., Responsible Secretary of the Editorial Staff (Moscow, Russia)

Seleznev G.M., Acting Head of General Purpose Industrial Supervision Department of Rostekhnadzor (Moscow, Russia)

Filatov A.P., Candidate of Technical Sciences, Head of Department of Mining Supervision of Rostekhnadzor (Moscow, Russia)

Churkin G.Yu., Candidate of Technical Sciences, Deputy Director, ANO «Industrial Risk Research Agency» (Moscow, Russia)

Shalaev V.K., Doctor of Technical Sciences, Director for Regulatory Documents of STC «Industrial Safety» CJSC (Moscow, Russia)

Yakovlev D.A., Head of Legal Department of Rostekhnadzor (Moscow, Russia)

CONTENT



Science and Technology	7
Sverchkov A.M., Sumskey S.I.	7
Recording of the Cavitation Phenomena when Modeling Flows in the Trunk Pipelines	
Shmal G.I., Makhutov N.A., Nadein V.A.	15
Energy Strategy of the Russian Federation: Scientific and Technological Support for its Implementation Considering Safety	
Views and Opinions	22
Klovach E.V., Pecherkin A.S., Shalaev V.K., Sidorov V.I.	22
Regulatory Guillotine in the Field of Industrial Safety	
Smelkov G.I., Pekhotikov V.A., Ryabikov A.I., Nazarov A.A.	29
Updating of the National Normative Base in the Field of Ensuring Fire Safety of Electrical Wiring	
Fomina E.E., Glebova E.V.	37
Factors for Assessing the Degree of a Victim's Fault in an Industrial Incident	
Safety Issues	44
Loginov V.I., Arkhireev K.E., Mikhaylova E.D., Nekrasov A.K.	44
Study of Firefighter's Combat Clothing Intended for Use in the Far North and the Arctic Zone	
Matveenkov F.V., Kanygin P.S., Shchurskiy O.M., Pimenov V.I.	51
General Provisions on the Development of Regional Programs for Ensuring Safety of Hydraulic Structures	
Experience Sharing	56
Aslanyan A.M., Aslanyan I.Yu., Kantyukov R.R., Petrova Yu.Yu., Minakhmetova R.N.	56
Implementation of the Advanced Passive Acoustics Hardware and Software Complex for Well Integrity Diagnostics	
Lukyanchikov M.I., Lesnykh V.V.	63
On One Approach to Assessing the Efficiency of Inspection and Control Activities	
Martynov A.V., Grekov V.V., Popova O.V.	69
Some Reasons for the Violation of the Intumescent Coatings Quality	
Risk Analysis	76
Loktionov O.A., Kondrateva O.E.	76
Improving Approaches to the Analysis of Injury Rate at the Industrial Enterprises	
Bekeeva S.A., Dzhumagulova N.G., Esbenbetova Zh.Kh., Tanabaeva A.E.	82
Influence of Working Conditions of Priority Sectors of the Economy of Kazakhstan on the Formation of Occupational Risks	
Training Workers and Specialists	89
Shirokov Yu.A.	89
On Improving the Effectiveness of Training in the Field of Occupational Safety and Health	
Official page	95
Decree of the Government of the Russian Federation № 1580 of October 1, 2020 «On the introduction of changes in the Decree of the Government of the Russian Federation № 440 of April 3, 2020»	95

Учет кавитационных явлений при моделировании течений в магистральных трубопроводах



А.М. Сверчков,
науч. сотрудник,
sverchkov@safety.ru



С.И. Сумской,
канд. техн. наук, вед. науч.
сотрудник

ЗАО НТЦ ПБ, Москва, Россия

НИЯУ МИФИ, Москва, Россия

Для решения задачи о гидроударе, в том числе в приложении к расчету интенсивности выброса транспортируемого вещества в результате аварийных ситуаций на трубопроводах, необходимы соответствующие математические модели и численные методы. При моделировании в математической модели необходимо учитывать возможное вскипание транспортируемой по протяженному трубопроводу жидкости. Для решения такой задачи в данной работе предложено использовать численный метод на основе подхода С.К. Годунова.

Ключевые слова: переходные процессы, метод С.К. Годунова, гидроудар, трубопроводный транспорт, разгерметизация трубопровода, кавитация, ТОХ1+Гидроудар.

Для цитирования: Сверчков А.М., Сумской С.И. Учет кавитационных явлений при моделировании течений в магистральных трубопроводах// Безопасность труда в промышленности. — 2020. — № 11. — С. 7–14. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-7-14

Введение

Оценка последствий аварий на объектах трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов имеет существенную специфику [1, 2]. Она состоит в том, что расчет интенсивности выброса опасного вещества из трубопровода — достаточно сложная задача, при решении которой необходимо учитывать ряд особенностей и различных факторов. В данной статье рассматривается учет возможного вскипания транспортируемой по трубопроводу жидкой среды, что является развитием модели, изложенной ранее в [3].

Решение такой задачи — нетривиальная процедура и, как правило, может быть выполнено с помощью прямого численного моделирования на основе решения системы дифференциальных уравнений,

описывающих одномерное нестационарное движение слабосжимаемой жидкости, способной частично переходить в пар.

Для решения задач описания аварийного истечения ранее в [3, 4] была разработана математическая модель и предложен численный метод на основе подхода С.К. Годунова [5] для ее реализации. Эта методология была успешно применена и к расчету гидроудара [6]. Модели и результаты, представленные в публикациях [3, 4, 6] верифицированы по экспериментам [7–10].

В данной работе продемонстрирована возможность учета кавитации в рамках подхода, предложенного ранее в [3, 4, 6]. Показано, что картина нагружения трубопровода при учете возможного вскипания жидкости будет отличаться от картины, получаемой при моделировании без учета возможного вскипания жидкости. Причем давление в трубопроводе в случае вскипания жидкости может заметно повыситься, что в свою очередь может спровоцировать аварийную ситуацию, сопровождающуюся разрушением трубопровода и неконтролируемым выбросом из него транспортируемой среды.

Изотермическое приближение расчета кавитационных процессов

При аварии на трубопроводах могут возникать ситуации, когда нарушается сплошность среды и в жидкости появляется паровая фаза, что обусловлено, в частности, стремлением системы к равновесному состоянию «пар — жидкость».

В данной работе транспортируемый продукт рассматривается состоящим из двух составляющих: из жидкой фазы (ж) и паровой фазы этой жидкости (п), т.е. в каждой точке пространства будет существовать в общем случае смесь этих двух компонент. Объемная доля каждого компонента будет составлять $\varphi_{ж}$ и $\varphi_{п}$, соответственно для жидкости и пара. В предположении равномерного смешения жидкости и пара систему можно характеризовать средней плотностью этой смеси $\rho_{см}$:

$$\rho_{см} = \varphi_{ж}\rho_{ж} + \varphi_{п}\rho_{п}, \quad (1)$$

где $\varphi_{ж} + \varphi_{п} = 1$; $\rho_{ж}$, $\rho_{п}$ — индивидуальная плотность соответственно жидкости и пара.

Помимо объемной доли φ_i состав смеси может задаваться массовой долей Y_i .

$$Y_{i,см} = \varphi_i\rho_i. \quad (2)$$

Уравнения движения в одномерном равновесном приближении выглядят следующим образом:

$$\frac{\partial(\rho_{\text{см}}A)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho_{\text{см}}uA)}{\partial x} = 0; \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial(\rho_{\text{см}}uA)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho_{\text{см}}u^2A)}{\partial x} = \\ = -A \frac{\partial p}{\partial x} - Ag\rho \frac{\partial z}{\partial x} - \frac{\pi}{4} \lambda \rho u |u| r; \end{aligned} \quad (4)$$

$$\frac{\partial(\rho_{\text{п}}\varphi_{\text{п}}A)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho_{\text{п}}\varphi_{\text{п}}uA)}{\partial x} = S_{\text{п}}, \quad (5)$$

где A — площадь внутреннего поперечного сечения трубы; t — время; u — скорость движения парожидкостной смеси; x — координата вдоль оси трубопровода; p — давление; z — высотная отметка трубопровода; λ — коэффициент гидравлического сопротивления; r — внутренний радиус трубопровода; $S_{\text{п}}$ — скорость изменения массы паров.

Выписанная система уравнений (3)–(5) несколько отличается от уравнений в [3, 4, 6]. С одной стороны, в этой системе присутствует допущение о двухфазности, а с другой стороны, рассматривается механическое и скоростное равновесие фаз, не учитывается взаимодействие пузырьков с турбулентной жидкой фазой, предполагается изотермичность потока. Это обусловлено допущениями о невысокой разнице в скоростях жидкой и паровой фаз (образующиеся в движущейся жидкости пузырьки уже имеют скорость жидкой фазы), малым объемом испаряющейся в замкнутом объеме трубопровода жидкости и сравнительно крупным размером пузырьков (что препятствует их турбулентной диффузии). Также предполагается, что система уравнений (3)–(5) описывает гомогенный поток, в том смысле, что пузырьки более или менее равномерно распределены по сечению трубы, что справедливо при непродолжительном времени существования гетерогенного потока.

Еще одной величиной, для которой необходимо задать способ замыкания, является скорость появления (исчезновения) паров жидкой фазы $S_{\text{п}}$. Эта величина стоит в правой части уравнения (5).

В данной работе предлагается использовать допущение о мгновенном установлении равновесия между жидкой и паровой фазами. Это означает, что, с одной стороны, давление в жидкой фазе не может быть ниже давления насыщенных паров, а, с другой стороны, и давление в паре не может быть выше давления насыщенного пара, т.е. парожидкостная смесь всегда находится при давлении насыщенных паров.

Для расчета давления насыщенных паров $p_{\text{п}}$ при температуре T предлагается использовать уравнение Менделеева — Клапейрона в виде:

$$p_{\text{п}} = p_0 \exp \left[\Delta H_{\text{кип}} \mu \left(\frac{1}{T_{\text{кип}}} - \frac{1}{T} \right) / R \right], \quad (6)$$

где $\Delta H_{\text{кип}}$ — теплота кипения; μ — молярная масса вещества; $T_{\text{кип}}$ — температура кипения при давлении p_0 ; R — универсальная газовая постоянная.

Для давления $p_{\text{п}}$ по соответствующим уравнениям состояния могут быть рассчитаны плотности пара и жидкости на линии насыщения $\rho_{\text{ж}}(p_{\text{п}})$ и $\rho_{\text{п}}(p_{\text{п}})$.

Соответственно одновременное существование пара и жидкости возможно при $\rho_{\text{см}} < \rho_{\text{ж}}(p_{\text{п}})$. В этом случае:

$$\varphi_{\text{п}} = \frac{\rho_{\text{см}} - \rho_{\text{ж}}(p_{\text{п}})}{\rho_{\text{п}}(p_{\text{п}}) - \rho_{\text{ж}}(p_{\text{п}})}. \quad (7)$$

Для описания течения необходимо знать еще несколько характеристик парожидкостной смеси. Они используются в вычислительных процедурах.

Ниже приводятся способы их расчета.

Скорость звука в парожидкостной смеси $c_{\text{см}}$, находящейся при давлении p и температуре T с объемной долей пара $\varphi_{\text{п}}$, рассчитываются следующим образом:

$$c_{\text{см}} = \sqrt{\frac{\rho_{\text{см}} c_{\text{в см}} c_{(\varphi, p)}^2 + \frac{p^2}{T}}{\rho_{\text{см}}^2 c_{\text{в см}}}}; \quad (8)$$

$$\frac{1}{c_{(\varphi, p)}^2} = \frac{\varphi_{\text{п}}}{\rho_{\text{п}} c_{\text{п}}^2} + \frac{1 - \varphi_{\text{п}}}{\rho_{\text{ж}} c_{\text{ж}}^2}, \quad (9)$$

где $c_{\text{п}}$, $c_{\text{ж}}$ — скорость звука соответственно в паровой среде и в жидкости; $c_{\text{в см}}$ — теплоемкость смеси, определяемая через теплоемкости пара $c_{\text{в п}}$ и жидкости $c_{\text{в ж}}$ следующим образом:

$$c_{\text{в см}} = \varphi_{\text{п}} c_{\text{в п}} + (1 - \varphi_{\text{п}}) c_{\text{в ж}}. \quad (10)$$

Таким образом, движение вскипающей жидкости в упругой деформируемой среде в рамках сделанных предположений полностью описывается приведенными выше уравнениями.

Для полной корректности постановки задачи требуется также задание начальных и граничных данных. В данной работе используются те же типы граничных условий, что и в [3, 4, 6].

Для решения выписанной системы уравнений используется тот же численный метод на основе подхода С.К. Годунова [5], что и в [3, 4, 6], с поправкой на использование в решении задачи Римана в акустическом приближении скоростей звука для парожидкостной смеси в виде (8).

Постановка задачи

Рассмотрим задачу о возникновении гидроудара с учетом кавитационных процессов в трубопроводе, проложенном по рельефу местности с большим перепадом высот. Как известно, кавитационные процессы могут возникать при падении давления жидкости ниже давления насыщенных паров. В этом случае происходит нарушение равновесия в системе «пар — жидкость» и, в результате стрем-

ления системы снова прийти в равновесие, часть жидкости будет переходить в паровую составляющую, устанавливая давление на уровне давления насыщения.

Кавитация реализуется в условиях, когда существует поток от жесткой стенки (или, в более общем варианте — при «растягивающем» градиенте скорости). Такой поток возникает либо сразу за быстро закрытой задвижкой, либо перед ней, после того как к ней вернется волна разгрузки от начала трубопровода. Последняя ситуация сопровождается во времени появлением перед кавитацией гидроудара — скачка давления сразу после закрытия задвижки, такая ситуация наблюдалась в варианте течения в верификации модели по эксперименту [7].

Рассмотрим течение, возникающее на максимальном имитирующем реальный объект трубопроводе. Отличительной особенностью этого трубопровода является установленная в его конце быстро отсекающая поток задвижка. Время полного перекрытия потока — 5 с, что соответствует реальным современным задвижкам, устанавливаемым на стеллеры отгрузочных терминалов.

Высотный профиль трубопровода представлен на рис. 1.



▲ Рис. 1. Высотный профиль трубопровода
▲ Fig. 1. Altitude profile of the pipeline

Длина трубопровода составляет 917 м, внутренний диаметр 0,996 м, толщина стенки — 0,012 м, шероховатость внутренних стенок постоянна и равна 0,2 мм. Давление в начале трубопровода 1 атм., в конце трубопровода — 6 атм.

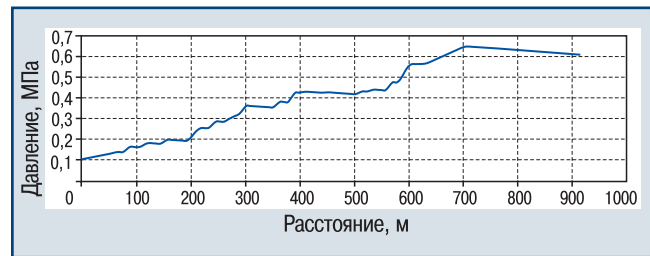
По трубопроводу транспортируется нефть со следующими свойствами: плотность — 860 кг/м³, вязкость — 0,0213 Па·с, скорость звука в жидкой фазе — 1320 м/с, скорость звука в ГФ — 300 м/с, теплоемкость жидкости — 2090 Дж/(кг·К), теплоемкость пара — 1230 Дж/(кг·К), теплота испарения — 292 кДж/кг, температура кипения — 333 К, давление насыщенных паров при температуре 298 К — 6 кПа.

Профиль давления в стационарном режиме работы трубопровода представлен на рис. 2.

Рассматривается течение, возникающее после срабатывания быстродействующей задвижки, расположенной в конце трубопровода.

Развитие гидроудара с учетом кавитации

Ниже, на рис. 3—11 представлены распределения давления в различные моменты времени.

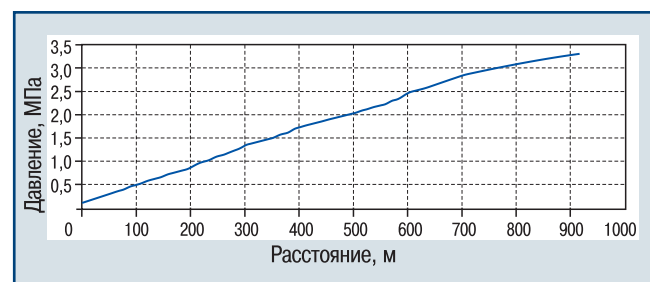


▲ Рис. 2. Профиль давления в штатном режиме работы трубопровода
▲ Fig. 2. Pressure profile in the normal operation mode of the pipeline

На рис. 3 представлено начало процесса гидроудара. Из этого рисунка хорошо видно, как у закрывающейся задвижки формируется волна сжатия. На рис. 4 показано распределение давления на момент времени, когда в конце у задвижки достигается максимальное давление.

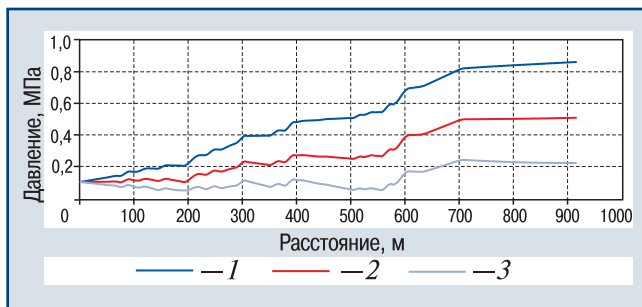


▲ Рис. 3. Профиль давления через 0,15 с после начала закрытия задвижки
▲ Fig. 3. Pressure profile in 0.15 s after the start of valve closing



▲ Рис. 4. Профиль давления через 1,546 с после начала закрытия задвижки (пик гидроудара)
▲ Fig. 4. Pressure profile in 1.546 s after the start of valve closing (fluid hammer peak)

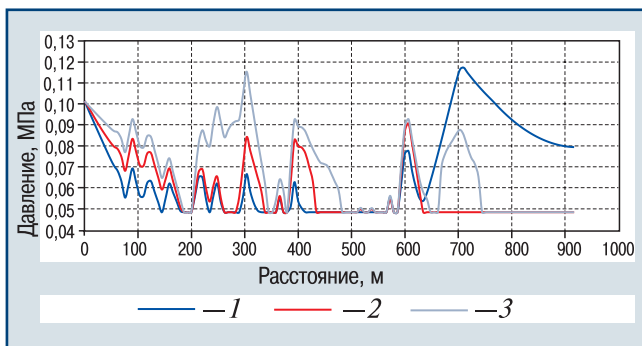
На рис. 5 приведены профили давления на моменты времени 2,546; 2,65 и 2,736 с после начала закрытия задвижки. Из этого рисунка видно, что в трубопроводе начинается падение давления. Эта разгрузка вызвана тем, что волна сжатия, подойдя к началу трубопровода, начинает разгружаться у него. В результате разгрузки нефть движется от задвижки, что и дает постепенный спад давления (см. рис. 5). При такой разгрузке на разных участках объемы нефти в силу наличия рельефа и различных градиентов скорости разгружаются с различными скоростями. В результате на отдельных участках разгрузка может приводить к столь значительному уменьшению плот-



▲ Рис. 5. Профиль давления через 2,546 с (линия 1); 2,65 с (линия 2) и 2,736 с (линия 3) после начала закрытия задвижки (первый участок со вскипающей жидкостью)
 ▲ Fig. 5. Pressure profile in 2.546 s (line 1); 2.65 s (line 2) and 2.736 s (line 3) after the start of valve closing (first section with boiling liquid)

ности, что нефть начинает вскипать. Здесь падение давления и появление первого участка, где происходит вскипание нефти, можно увидеть в районе 200 м от начала трубопровода. В этой зоне давление находится на уровне давления насыщенных паров. В дальнейшем парожидкостные зоны течения появляются и на других участках.

На рис. 6 представлен профиль давления на момент 2,78 с, когда наблюдается появление нескольких зон, где присутствует вскипающая жидкость (в этих зонах давление держится на уровне давления насыщенных паров), при этом в конце трубопровода по-прежнему наблюдается только жидкость. К моменту же времени 2,841 с в конце трубопровода уже хорошо видно наличие вскипевшей жидкости. В то же время на участках в окрестности отметок 300 и 400 м наблюдается рост давления, паровая фаза в этом месте отсутствует. Можно отметить, что эти пики давления образуются в местах скачков высотного профиля трубопровода, там, где скорости «сближаются» различные слои потока быстрее, чем в других местах.



▲ Рис. 6. Профиль давления через 2,78 с (линия 1); 2,841 с (линия 2) и 3 с (линия 3) после начала закрытия задвижки
 ▲ Fig. 6. Pressure profile in 2.78 s (line 1); 2.841 s (line 2) and 3 s (line 3) after the start of valve closing

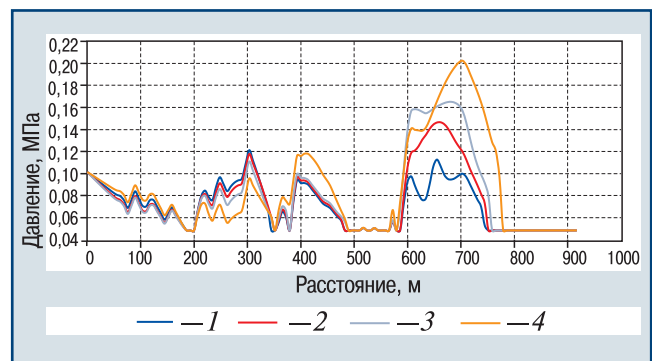
К моменту времени 3 с после начала закрытия задвижки на участке 400–500 м наблюдается движение

границы раздела жидкостной и гетерогенной зон течения в правую сторону (2,78 с, далее 2,841 с и 3 с). В то же время в окрестности отметки 700 м появилась зона, содержащая только жидкость. Видно, что на участке с 200 по 350 м зоны с наличием паровой фазы совсем исчезли и наблюдается объединенный пик по давлению. На расстоянии 650 м наблюдается участок с наличием паровой фазы, который постепенно уменьшается, стремясь образовать общий с соседними участками (два пика давления справа и слева) объем только жидкой фазы.

Следует отметить, что моделируемое течение обусловлено действием градиентов давления на движущиеся объемы (столбы жидкости). В образовавшемся потоке участки с парожидкостной смесью и с чистой жидкостью чередуются. Причем рост плотности в парожидкостном объеме (при его схлопывании) до определенной поры (до исчезновения паровой фазы) не ведет к росту давления в парожидкостном объеме. В результате движущиеся навстречу друг другу столбы жидкости, разделенные парожидкостной прослойкой, не вызывают сильных изменений давления. Однако со временем движение жидкости приводит к схлопыванию участков с наличием пара и столкновению этих противоположно движущихся столбов жидкости, что приводит к образованию локальных зон сплошного потока сталкивающихся столбов жидкости, и как следствие, наблюдается рост пиков давления в зонах схлопывания кавитационных зон.

Фактически имеет место гидроудар, но не при торможении потока на закрывшейся задвижке, а при торможении двух сталкивающихся жидкостных потоков после схлопывания разделявшей их парожидкостной подушки.

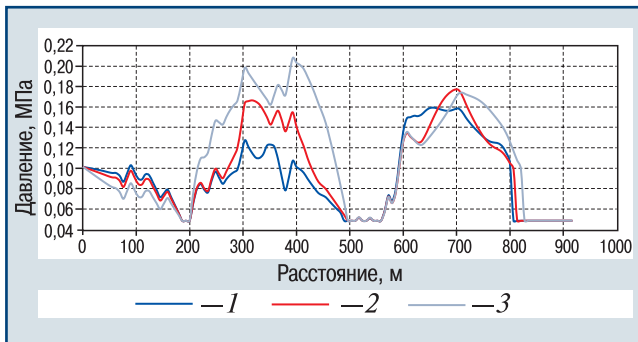
Результат такого взаимодействия на отметке 650 м визуализируется на рис. 6, 7 в сближении двух пиков по давлению при схлопывании парожидкостной подушки (участок с наличием паровой фазы), их объединении после исчезновения парожидкостной подушки и взаимном усилении с формированием зоны быстрорастущего давления.



▲ Рис. 7. Профиль давления через 3,029 с (линия 1); 3,05 с (линия 2); 3,07 с (линия 3) и 3,133 с (линия 4) после начала закрытия задвижки
 ▲ Fig. 7. Pressure profile in 3.029 s (line 1); 3.05 s (line 2); 3.07 s (line 3) and 3.133 s (line 4) after the start of valve closing

На рис. 7 видно, как идет скачкообразный рост по давлению в окрестности 650 м от 3,029 с. В этот же момент наблюдается аналогичная картина и в районе отметки 350 м, где сталкиваются жидкостные объемы, находящиеся в окрестностях 300 и 400 м.

Картина течения (по схеме, аналогичной описанной выше) в окрестности 350 м представлена на рис. 8.



▲ Рис. 8. Профиль давления через 3,238 с (линия 1); 3,2672 с (линия 2) и 3,3299 с (линия 3) после начала закрытия задвижки

▲ Fig. 8. Pressure profile in 3.238 s (line 1); 3.2672 s (line 2) and 3.3299 s (line 3) after the start of valve closing

Наличие парожидкостных объемов замедляет распространение волн давления. Это видно, например, по движению волны давления к задвижке (рис. 8, 9) на участке в окрестности 800 м. В момент, когда парожидкостная подушка у задвижки схлопнулась и в конце трубопровода осталась только жидкость, наблюдается классическая картина гидроудара (см. рис. 9).

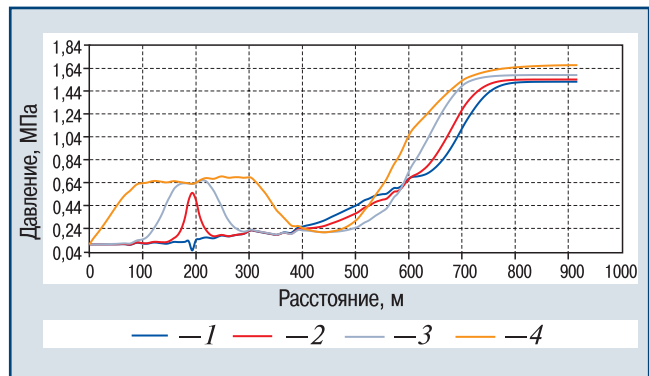


▲ Рис. 9. Профиль давления через 3,7394 с (линия 1); 3,7728 с (линия 2); 3,787 с (линия 3) и 3,8021 с (линия 4) после начала закрытия задвижки

▲ Fig. 9. Pressure profile in 3.7394 s (line 1); 3.7728 s (line 2); 3.787 s (line 3) and 3.8021 s (line 4) after the start of valve closing

На момент времени 5,0975 с на отрезке 200 м наблюдается единственный участок с наличием паровой фазы (рис. 10), остальные зоны парожидкостных потоков схлопнулись.

Далее и эта парожидкостная прослойка схлопывается и возникает очередной подъем давления

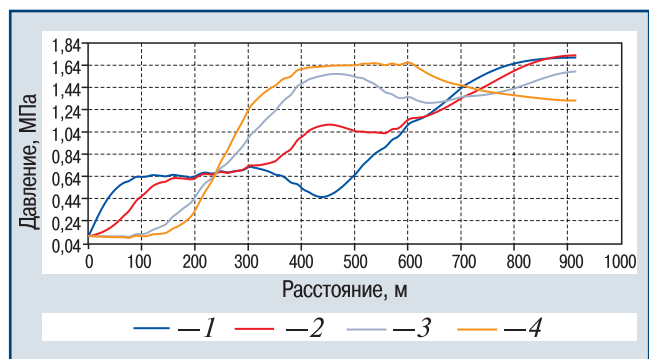


▲ Рис. 10. Профиль давления через 5,0975 с (линия 1); 5,1142 с (линия 2); 5,1476 с (линия 3) и 5,2228 с (линия 4) после начала закрытия задвижки

▲ Fig. 10. Pressure profile after 5.0975 s (line 1); 5.1142 s (line 2); 5.1476 s (line 3) and 5.2228 s (line 4) after the start of valve closing

(см. рис. 10). Волна сжатия распространяется в обе стороны, и видно, что в районе отметки 450 м она сталкивается с волной, идущей влево со стороны закрытой задвижки.

При взаимодействии этих волн возникает очередной подъем давления (рис. 11).

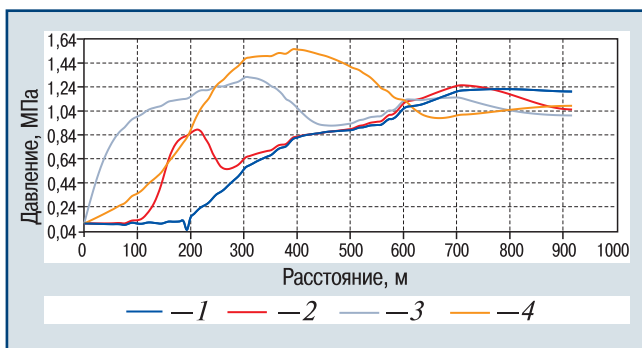


▲ Рис. 11. Профиль давления через 5,2688 с (линия 1); 5,3189 с (линия 2); 5,3941 с (линия 3) и 5,4485 с (линия 4) после начала закрытия задвижки

▲ Fig. 11. Pressure profile in 5.2688 s (line 1); 5.3189 s (line 2); 5.3941 s (line 3) and 5.4485 s (line 4) after the start of valve closing

Далее картина повторяется: давление падает, возникают зоны, где жидкость начинает вскипать, потом эти зоны схлопываются и т.д.

Пример повторного образования парожидкостного объема и еще один рост давления на отметке 200 м показан на рис. 12. Хорошо видно исчезновение парожидкостной подушки и последующий рост давления. Это схлопывание кавитационной области сопровождается столкновением потоков справа и слева, что, как отмечалось выше, можно рассматривать как локальный (на этот раз повторный) гидроудар в зоне кавитации. Такие скачки давления не возникают в гомогенных потоках среды. Понятно, что сила гидроудара (максимальное значение дав-



▲ Рис. 12. Профиль давления через 8,8373 с (линия 1); 8,8833 с (линия 2); 9 с (линия 3) и 9,1591 с (линия 4) после начала закрытия задвижки

▲ Fig. 12. Pressure profile in 8.8373 s (line 1); 8.8833 s (line 2); 9 s (line 3) and 9.1591 s (line 4) after the start of valve closing

ления в пике скачка) зависит от того, насколько «в фазе» колеблются различные столбы сплошной жидкости с обеих сторон, насколько они протяженны, какова скорость встречного движения и т.д.

Анализ результатов моделирования

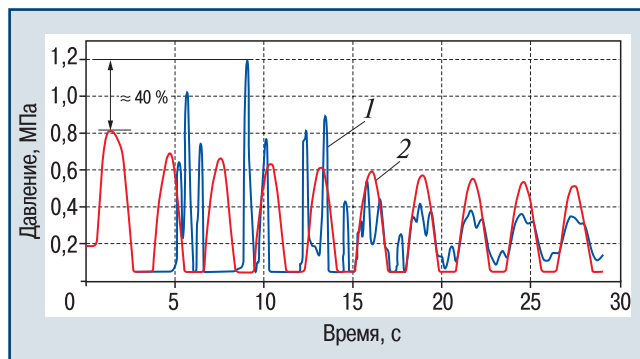
Выше были представлены профили давления при моделировании течения в трубопроводе после закрытия задвижки с учетом возможного вскипания жидкости. Для сравнения рассмотрим результаты моделирования упомянутого нестационарного процесса с результатами, полученными по модели без возможного вскипания жидкости, например согласно [11].

Такое сравнение позволит оценить роль кавитационных процессов и степень их важности при моделировании гидроудара.

Результаты численного моделирования описанной выше задачи по этим двум моделям представлены на рис. 13 (здесь 1 — с учетом вскипания; 2 — без учета вскипания). Расчеты проводились с применением программного средства ТОХИ+Гидроудар [12], которое является одной из программ серии ТОХИ+ [13–17], предназначенной для автоматизации расчетов в области количественной оценки риска и оценки последствий аварий. Приведены показания датчика давления, расположенного на 190 м от начала трубопровода. Сразу отметим, что без учета кавитации полученные результаты практически полностью совпадают с результатами работы [11], т.е. используемые в данной работе методы и подходы не противоречат существующей мировой практике.

На рис. 13 наблюдается полное совпадение результатов моделирования с момента начала закрытия задвижки до 3,7 с, однако после отражения волны разгрузки у начала трубопровода картина течения существенно меняется в зависимости от того, учитывалась или нет возможность появления парожидкостных участков.

Также хорошо видно, что превышение давления в указанной точке трубопровода при учете возможного образования парожидкостных потоков над давлени-



▲ Рис. 13. Давление в трубопроводе с учетом (линия 1) и без учета (линия 2) возможного вскипания нефти

▲ Fig. 13. Line pressure with (line 1) and without (line 2) considering possible oil boiling

ем в этой же точке трубопровода без учета этого фактора составляет примерно 40 %. Это означает, что учитывать кавитацию жидкости при моделировании гидродинамики в трубопроводе необходимо, особенно при моделировании нештатных, предаварийных и аварийных ситуаций. Учет этого фактора может вскрыть дополнительные угрозы и помочь разработать меры по их предотвращению.

Заключение

В работе в рамках подхода С.К. Годунова предложен новый численный метод решения системы уравнений, описывающих одномерное движение слабосжимаемой изотермической вскипающей жидкости в трубопроводе с упругими деформируемыми стенками.

Проведенное численное моделирование показало, что в трубопроводе при нештатных ситуациях могут формироваться столбы жидкости, разделенные зонами кавитации (вскипания жидкости) и колеблющиеся в разных фазах (появление зон кавитации, как показывают расчеты, зависит, в частности, и от высотного профиля трубопровода), соответственно при схлопывании зон кавитации, служащих своеобразными демпферами давления, происходят столкновения столбов жидкости, которые могут приводить, в зависимости от соотношения скоростей, к гидроударам, возникающим не на задвижках, а на линейной части трубопровода (локальные гидроудары). Волны от этих схлопываний, взаимодействуя друг с другом, создают новые пики по давлению, отнюдь не совпадающие с картиной простой циркуляции волн, которые предсказываются при моделировании, не учитывающем возможное вскипание жидкости.

Понятно, что в случае различных диаметров и длин трубопроводов, а также высотного профиля трубопровода может возникать спектр еще более разнообразных ситуаций. В связи с этим следует сделать один важный вывод — анализ нагрузок на трубопровод при возникновении явления гидроудара следует проводить с учетом возможного вскипания жидкости.

Полученные в статье результаты подтверждают важность учета возможного вскипания при моделировании движения жидкости в протяженном трубопроводе в целях расчета как внутренних параметров течения, так и интенсивности выброса вещества в результате аварийных ситуаций с учетом того факта, что при выбросе из трубопровода в нем происходит циркуляция волн сжатия (разрежения), а комбинация этих волн в значительной степени определяет интенсивность выброса.

Следует отметить, что при моделировании течений в магистральных трубопроводах в данной работе не учитывались эффекты непосредственного воздействия кавитации на стенки трубопровода, способные вызвать их нагрев и разрушение. Однако полученные результаты такого моделирования позволяют идентифицировать места потенциального разрушения трубопровода, где такое воздействие возможно и существует вероятность эрозии стенок труб.

Список литературы

1. Лурье М.В. Теоретические основы трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа: учеб. — М.: Недра. — 2017. — 477 с.
2. Лурье М.В., Полянская Л.В. Об опасном источнике волн гидравлического удара в рельефных нефте- и нефтепродуктопроводах// Нефтяное хозяйство. — 2000. — № 8. — С. 66–68.
3. Sumskoi S.I., Sverchkov A.M. Modeling of Non-equilibrium Processes in Oil Trunk Pipeline Using Godunov Type Method// Physics Procedia. — 2015. — Vol. 72 — P. 347–350. DOI: 10.1016/j.phpro.2015.09.108
4. Моделирование аварийных утечек на магистральных нефтепроводах/ С.И. Сумской, А.А. Агапов, А.С. Софьин и др.// Безопасность труда в промышленности. — 2014. — № 9. — С. 50–53.
5. Годунов С.К. Разностный метод численного расчета разрывных решений уравнений гидродинамики// Математический сборник. — 1959. — Т. 47. — № 3. — С. 271–306.
6. Modelling of non-equilibrium flow in the branched pipeline systems/ S.I. Sumskoi, A.M. Sverchkov, M.V. Lisanov, A.F. Egorov// Journal of Physics: Conference Series. — 2016. — Vol. 751. — № 1. — P. 12–22.
7. Bergant A., Simpson A.R. Pipeline column separation flow regimes// Journal of Hydraulic Engineering. — 1999. — Vol. 125. — P. 835–848.
8. Jinping L.I., Peng W.U., Jiandong Y.A.N.G. CFD Numerical simulation of water hammer in pipeline based on the Navier-Stokes equation. URL: <http://congress2.cimne.com/eccomas/proceedings/cfd2010/papers/01560.pdf> (дата обращения: 12.08.2020).
9. Investigation of Water Hammer Effect Through Pipeline System/ T.W. Choon, L.K. Aik, L.E. Aik, T.T. Hin// International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology. — 2012. — Vol. 2. — № 3. — P. 48–53.
10. Experimental Study of Water Hammer Phenomena in Drinking Water Pipeline Distribution Using Video Camera Method/ A. Maryono, Suhanan, A. Kurniawan, M. Alatas et al.//

International Journal of Scientific & Engineering Research. — 2013. — Vol. 4. — Iss. 2. — P. 1–8.

11. Арбузов Н.С. Обеспечение технологической безопасности гидравлической системы морских нефтеналивных терминалов в процессе налива судов у причальных сооружений: дис. ... д-ра техн. наук. — М.: ООО «ИМС Индастриз», 2014. — 310 с.
12. Программное средство «ТОХИ+Гидроудар». Программные средства по промышленной безопасности ТОХИ+. URL: <https://toxi.ru/produkty/programmnoe-sredstvo-toxidroudar> (дата обращения: 12.08.2020).
13. Моделирование аварийных процессов с выбросом опасного вещества с использованием программного комплекса ТОХИ+Risk/ Е.А. Хамидуллина, Т.И. Дроздова, О.А. Давыдкина, А.А. Агапов// Безопасность труда в промышленности. — 2015. — № 7. — С. 75–79.
14. Верификация программного комплекса ТОХИ+Risk 5 в части моделирования пожаров пролива горючих жидкостей и «огненного шара» / А.А. Агапов, А.С. Софьин, С.Х. Зайнетдинов, В.В. Банников// Безопасность труда в промышленности. — 2018. — № 8. — С. 7–14. DOI: 10.24000/0409-2961-2018-8-7-14
15. Сравнительный анализ результатов моделирования последствий химических аварий с использованием программного комплекса ТОХИ+Risk/ Т.В. Савицкая, А.Ф. Егоров, Л.А. Запасная и др.// Безопасность труда в промышленности. — 2012. — № 8. — С. 78–83.
16. Егоров А.Ф., Савицкая Т.В., Агапов А.А. Опыт использования программного комплекса ТОХИ+Risk для подготовки специалистов// Безопасность труда в промышленности. — 2012. — № 5. — С. 22–24.
17. Использование программного комплекса ТОХИ+Risk для оценки пожарного риска/ А.А. Агапов, И.О. Лазукина, А.Л. Марухленко и др.// Безопасность труда в промышленности. — 2010. — № 1. — С. 46–52.

sverchkov@safety.ru

Материал поступил в редакцию 23 сентября 2020 г.

«Bezopasnost Truda v Promyshlennosti»/ «Occupational Safety in Industry», 2020, № 11, pp. 7–14.
DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-7-14

Recording of the Cavitation Phenomena when Modeling Flows in the Trunk Pipelines

A.M. Sverchkov, Research Associate, sverchkov@safety.ru
STC «Industrial Safety» CJSC, Moscow, Russia
S.I. Sumskoy, Cand. Sci. (Eng.), Lead Researcher
NRNU MEPhI, Moscow, Russia

Abstract

In the article, it is proposed to use a numerical method based on the approach of S.K. Godunov to simulate boiling in a pipeline. The paper presents a statement of the real problem of modeling a water hammer, considering possible boiling of the transported liquid on a real object — an oil pipeline. When solving the problem, two variants of flow modeling when closing the valve installed at the end of the pipeline were carried out. In the first

case, the possibility of liquid boiling was not considered. In the second case, this opportunity was considered.

The performed numerical simulation showed that in the pipeline in emergency situations, liquid columns can be formed, separated by the cavitation zones and oscillating in different phases, respectively, at the collapse of the cavitation zones, which serve as a kind of pressure dampers, the collisions of liquid columns occur, which can lead, depending on the ratio of velocities, to hydraulic shocks that occur not on the valves, but on the linear part of the pipeline (local hydraulic shocks). The waves from these collapses, interacting with each other, create the new pressure peaks that do not coincide with the pattern of simple wave circulation, which are predicted in the simulations that do not consider possible liquid boiling.

As a result, the pressures reached in the pipeline during fluid hammer is significantly different from what it would be in the absence of boiling. When boiling is considered, the maximum reached pressures are 40 % higher. Moreover, this excess is repeated. The detailed analysis of the pressure profile in the pipeline is given in the article. Based on the results of solving this problem, it is concluded that when modeling pre-emergency and emergency situations in the pipeline, it is necessary to consider the process of possible liquid boiling, since sometimes, as in the presented case, the values of the pressure surges can be higher than the values of the pressure surges in the liquid without considering boiling, which increases the likelihood of emergency depressurization.

Key words: transient processes, S.K. Godunov method, fluid hammer, pipeline transport, pipeline depressurization, cavitation, TOXI+Fluid hammer.

References

1. Lure M.V. Theoretical foundations of the pipeline transport of oil, oil products and gas: textbook. Moscow: Nedra, 2017. 477 p. (In Russ.).
2. Lure M.V., Polyanskaya L.V. On hazardous source of the fluid hammer waves in the relief oil and oil product pipelines. *Neftyanoe khozyaystvo = Oil Industry*. 2000. № 8. pp. 66–68. (In Russ.).
3. Sumskoi S.I., Sverchkov A.M. Modeling of Non-equilibrium Processes in Oil Trunk Pipeline Using Godunov Type Method. *Physics Procedia*. 2015. Vol. 72. pp. 347–350. DOI: 10.1016/j.phpro.2015.09.108
4. Sumskoy S.I., Agapov A.A., Sofin A.S., Sverchkov A.M., Egorov A.F. Simulation of Abnormal Leakages on Trunk Pipelines. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2014. № 9. pp. 50–53. (In Russ.).
5. Godunov S.K. A Finite Difference Method for the Computation of Discontinuous Solutions of the Equations of Fluid Dynamics. *Matematicheskij sbornik = Sbornik: Mathematics*. 1959. Vol. 47. № 3. pp. 271–306. (In Russ.).
6. Sumskoi S.I., Sverchkov A.M., Lisanov M.V., Egorov A.F. Modelling of non-equilibrium flow in the branched pipeline systems. *Journal of Physics: Conference Series*. 2016. Vol. 751. № 1. pp. 12–22.
7. Bergant A., Simpson A.R. Pipeline column separation flow regimes. *Journal of Hydraulic Engineering*. 1999. Vol. 125. pp. 835–848.
8. Jinping L.I., Peng W.U., Jiandong Y.A.N.G. CFD Numerical simulation of water hammer in pipeline based on the Navier-Stokes equation. Available at: <http://congress2.cimne.com/eccomas/proceedings/cfd2010/papers/01560.pdf> (accessed: August 12, 2020).
9. Choon T.W., Aik L.K., Aik L.E., Hin T.T. Investigation of Water Hammer Effect Through Pipeline System. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*. 2012. Vol. 2. № 3. pp. 48–53.
10. Maryono A., Suhanan, Kurniawan A., Alatas M., Akhita A.M.R., Wicaksono A.B. Experimental Study of Water Hammer Phenomena in Drinking Water Pipeline Distribution Using Video Camera Method. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. 2013. Vol. 4. Iss. 2. pp. 1–8.
11. Arbuzov N.S. Ensuring technological safety of the hydraulic system of offshore oil terminals in the process of loading ships at the mooring structures: thesis... Doctor of Technical Sciences. Moscow: OOO «IMS Indastriz», 2014. 310 p. (In Russ.).
12. TOXI+Fluid hammer software. Software on industrial safety TOXI+. Available at: <https://toxi.ru/produktu/programmnoe-sredstvo-toxidroudar> (accessed: August 12, 2020). (In Russ.).
13. Khamidullina E.A., Drozdova T.I., Davydkina O.A., Agapov A.A. Modeling of Emergency Processes with Release of Hazardous Substance Using Software Complex TOXI+Risk. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2015. № 7. pp. 75–79. (In Russ.).
14. Agapov A.A., Sofin A.S., Zaynetdinov S.Kh., Bannikov V.V. Verification of TOXI + Risk 5 Software Package with Regard to Modeling of the Pool Fire Combustible Liquids and the «Fire ball». *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2018. № 8. pp. 7–14. (In Russ.). DOI: 10.24000/0409-2961-2018-8-7-14
15. Savitskaya T.V., Egorov A.F., Zapasnaya L.A., Dementienko A.V., Karibova Yu.A. Comparative Analysis of the Results of Modeling of Chemical Accidents Consequences Using Software TOXI+Risk. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2012. № 8. pp. 78–83. (In Russ.).
16. Egorov A.F., Savitskaya T.V., Agapov A.A. Experience of Using TOXI+Risk Software for Specialists Training. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2012. № 5. pp. 22–24. (In Russ.).
17. Agapov A.A., Lazukina I.O., Marukhlenko A.L., Marukhlenko S.L., Sofin A.S. Use of Software Complex TOXI+Risk for Fire Risk Assessment. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2010. № 1. pp. 46–52. (In Russ.).

Received September 23, 2020



Энергетическая стратегия Российской Федерации: научное и технологическое сопровождение ее реализации с учетом безопасности



Г.И. Шмаль,
канд. экон. наук,
президент

Союз нефтегазо-
промышленников
России, Москва,
Россия



Н.А. Махутов,
чл.-кор. РАН, д-р техн.
наук, проф., гл. науч.
сотрудник, kei51@mail.ru

ИМАШ РАН,
Москва, Россия



В.А. Надеин,
ген. директор –
президент

ООО «НГБ-Энер-
годиагностика»,
Москва, Россия

По материалам заседания Общественного совета при Ростехнадзоре, прошедшего 3 июля 2020 г., изложены основные положения, целевые показатели Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года и связанные с ней проблемы промышленной безопасности. Отмечены ключевые направления развития топливно-энергетического комплекса страны, а также возникающие угрозы и факторы рисков реализации стратегии. Сформированы предложения к плану научно-технологических и организационных мероприятий по достижению ее целей, отвечающих приоритетам социально-экономического развития страны и обеспечения национальной безопасности в рамках стратегического планирования.

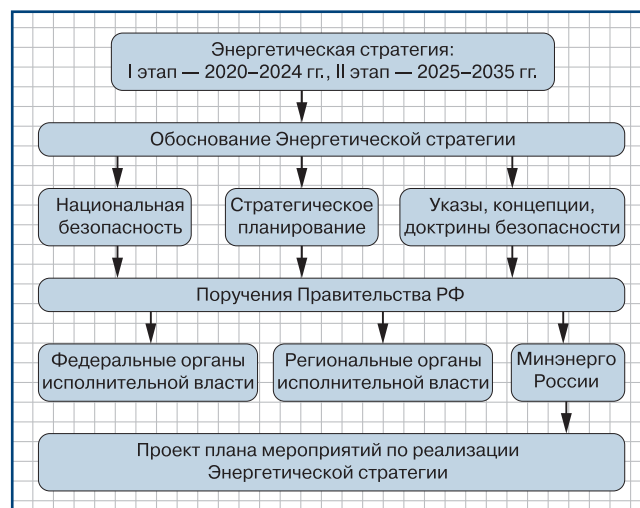
Ключевые слова: стратегия, энергетика, топливно-энергетический комплекс, безопасность, энергоресурсы, выработка энергии, энергопотребление.

Для цитирования: Шмаль Г.И., Махутов Н.А., Надеин В.А. Энергетическая стратегия Российской Федерации: научное и технологическое сопровождение ее реализации с учетом безопасности // Безопасность труда в промышленности. — 2020. — № 11. — С. 15–21. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-15-21

Введение

Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года (далее — Стратегия) разработана во исполнение поручения Президента Российской Федерации (РФ) от 6 июля 2013 г. № Пр-1471 и утверждена распоряжением Правительства РФ от 9 июня 2020 г. № 1523-р (далее — Распоряжение). Она соответствует основным положениям Федерального закона от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» и стратегии национальной безопасности. Федеральным и региональным органам исполнительной власти предписано руководствоваться положениями Стратегии (пп. 2 и 3 Распоряжения). Минэнерго России дано указание представить в Правительство РФ проект плана мероприятий по реализации Стратегии и обеспечить ее реализацию (п. 4 Распоряжения).

В общих положениях указаны основания для Стратегии: соответствующие федеральные законы и целый ряд других федеральных документов (концепции, доктрины, указы) (рис. 1). Она ориентирована на два стратегических приоритета развития РФ: обеспечение энергетической безопасности и технологической независимости страны на двух этапах (I — до



▲ **Рис. 1. Основные положения реализации Энергетической стратегии**

▲ **Fig. 1. General provisions for implementation of the Energy strategy**

2024 г., II — 2025–2035 гг.). В Стратегии рассмотрены два сценария решения проблем энергетической безопасности: нижний (инерционный) с ежегодным

ростом валового внутреннего продукта (ВВП) на уровне 2,3 %; верхний с ежегодным ростом ВВП на уровне 3 % и ростом энергопотребления на 0,3–0,6 %.

Вопросы реализации Стратегии с точки зрения задач обеспечения промышленной и энергетической безопасности рассмотрены 3 июля 2020 г. на заседании Общественного совета при Ростехнадзоре [1]. Отмечена важность государственного надзора в областях комплексной безопасности инфраструктуры и объектов топливно-энергетического комплекса (ТЭК) и проведения фундаментальных и прикладных разработок по совершенствованию норм и правил обеспечения безопасности с использованием риск-ориентированного подхода, предусмотренного Федеральным законом от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

Целевые показатели Стратегии

Ключевыми составляющими ТЭК России выступают следующие отрасли: нефтяная, газовая, уголь-

уран — 337,7 тыс. т.

При этом отмечен существенный рост добычи энергоресурсов в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке — с 14,3 до 74,6 млн т, на континентальном шельфе — с 12,7 до 29,1 млн т. Объем переработки нефтяного сырья возрос на 23,9 %, глубина переработки — на 10,1 %, а выход светлых продуктов — на 5,4 %. Уровень газификации по стране составил 68,6 %, в городах — 71,9 %, в сельской местности — 59,4 %.

Особое место в Стратегии уделено проблемам природопользования и экологии с учетом разведки и добычи запасов с заданными уровнями их извлечения (табл. 2). Предусмотренные в сценарных вариантах развития ТЭК темпы роста к 2035 г. приведены в табл. 3.

Роль научных исследований и прикладных разработок в планах реализации Стратегии

Во всех разделах Стратегии и комплексном плане ее реализации в вопросах обеспечения энергетиче-

Таблица 1

Отрасль	Характеристика	Годы		
		2018	2024	2035
Нефтяная	Объем добычи нефти и газового конденсата, млн т	555	550–560	490–555
Газовая	Добыча, млрд м ³	733	795–820	850–1000
	Объем внутреннего рынка, %	33	35	40
	Добыча сжиженного природного газа, млн т	18,9	46–65	80–140
Нефтегазохимическая	Повышение использования, млн т	23,1	30	35
Угольная	Добыча, млн т	440	448–530	485–668
	Использование, млн т	181	174–192	170–196
Электроэнергетическая	Мощность электростанций, ГВт	—	254	251–264
	Продолжительность отключений, ч	8,70	3,53	2,23
Атомная энергетика	Доля в балансе	13	26	40
Водородная энергетика	Создание базы, млн т	0	0,2	2

Таблица 2

Показатель	Годы		
	2018	2024	2035
Коэффициент воспроизводства запасов нефти	1,04	1,00	1,00
Проектный коэффициент извлечения нефти, %	38,30	38,50	38,70

Таблица 3

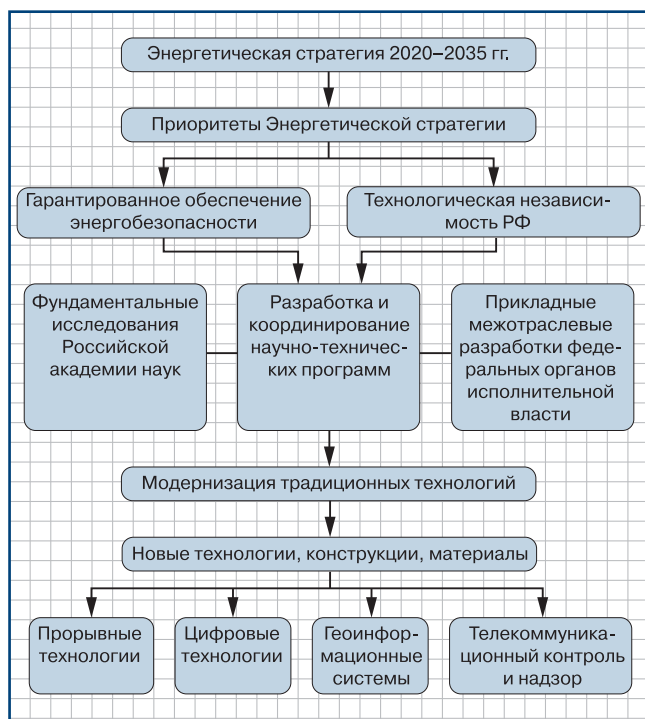
Показатель	Характеристика	Показатель роста
Рост ВВП в РФ	Верхний сценарий, %	3
	Нижний сценарий, %	2,3
Рост энергопотребления	Относительный	1,18–1,25
	Абсолютный, млрд кВт/ч	1310–1380
Рост внутреннего потребления энергоресурсов	Относительный, %	6–10
Рост потребления газомоторного топлива на транспорте	По отношению к 2019 г.	В 4 раза к 2024 г., в 15–19 раз к 2035 г.

ная, электро- и теплоэнергетическая, атомная, а также нетрадиционная и возобновляемая энергетика. В качестве основных направлений и задач развития в Стратегии указаны: недропользование, энергосбережение и повышение энергоэффективности, экология и противодействие изменению климата, импортозамещение и взаимодействие с промышленностью, научно-техническая и инновационная деятельность, социальная сфера и развитие человеческого потенциала, международные отношения.

Достигнутые в 2018 г. и планируемые на 2024 и 2035 гг. целевые показатели в указанных отраслях представлены в табл. 1. В начале реализации Стратегии исходные позиции ТЭК определялись тем, что за предшествующее десятилетие (2008–2018 гг.) прирост запасов по основным энергоресурсам составил: жидкие углеводороды (нефть и конденсат) — 7,1 млрд т; газ (свободный газ и газ газовых шапок) — 8,1 трлн м³; уголь — 2,2 млрд т;

ской безопасности и технологической независимости страны в той или иной форме отражено использование опыта длительного взаимодействия Российской академии наук и Ростехнадзора в части обоснования и повышения уровня энергетической безопасности и контрольно-надзорной деятельности в области промышленной безопасности [2].

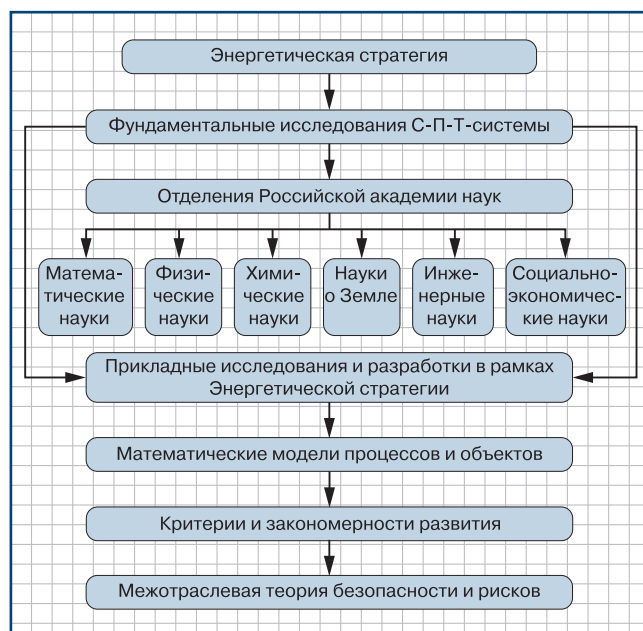
В соответствии со Стратегией национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года и Федеральным законом от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» неотъемлемой частью энергетической стратегии выступают анализ, прогнозирование, предупреждение и снижение уровня вызовов, угроз и рисков с использованием прорывных технологий, многовариантных сценариев для достижения указанных выше приоритетов на региональном, федеральном и международном уровнях. Для этого необходима системная организация комплексных научных исследований и прикладных разработок, циклов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (рис. 2). Они были и остаются ориентированными [2–4] на все основные компоненты ТЭК: его ресурсную, разведочную, добывающую, перерабатывающую, транспортную, энергопроизводящую и энергопотребляющую составляющие.



▲ Рис. 2. Схема организации и научного обеспечения реализации Энергетической стратегии
▲ Fig. 2. Organization and scientific support scheme for implementation of the Energy strategy

По источникам и видам энергоресурсов, энергопроизводства и энергопотребления в Стратегии выделены: нефть, газ, уголь, гидроэнергетика, атом-

ная, водородная и возобновляемая энергетика. Для каждой составляющей энергетики существуют свои определяющие направления, цели, задачи, критерии, параметры, методы, механизмы, сценарии развития. Для них характерны вызовы, угрозы и риски [2, 4–7]. Однако теоретические основы обеспечения, повышения, мониторинга, регулирования комплексной безопасности по критериям риска, контроля и надзора за ее соблюдением унифицированы. Они базируются на фундаментальных закономерностях развития человека, природы и техносферы, составляющих единую социально-природно-техногенную систему (С-П-Т-систему) жизнедеятельности и жизнеобеспечения. Эти закономерности исследуются [2, 8] в профильных отделениях Российской академии наук (рис. 3).



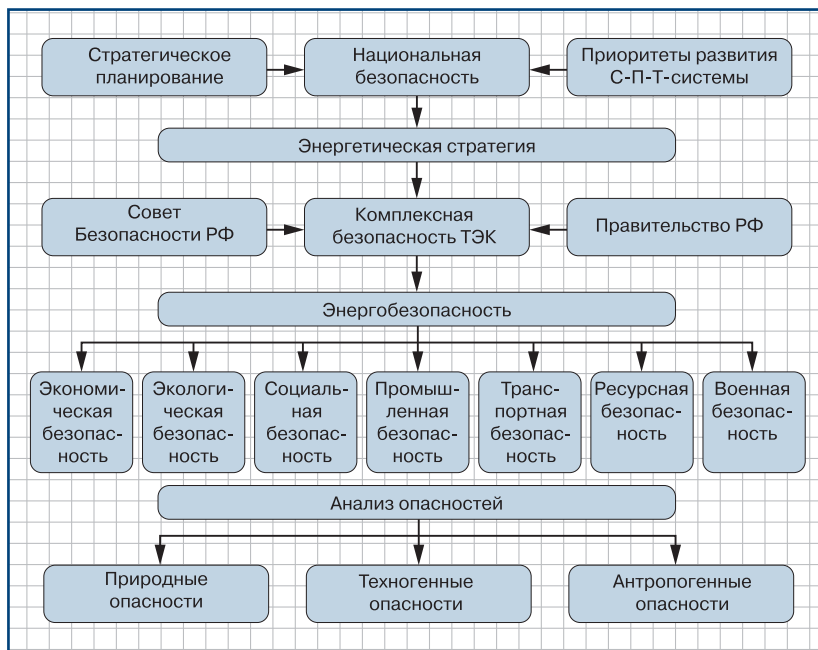
▲ Рис. 3. Структура фундаментальных и прикладных исследований по проблемам Энергетической стратегии
▲ Fig. 3. The structure of fundamental and applied research on the problems of the Energy strategy

На основе междисциплинарных фундаментальных исследований и межотраслевых прикладных разработок, в соответствии со Стратегией, должен проводиться взаимоувязанный анализ ее основных компонентов и сопряженных проблем безопасности в других сферах (рис. 4).

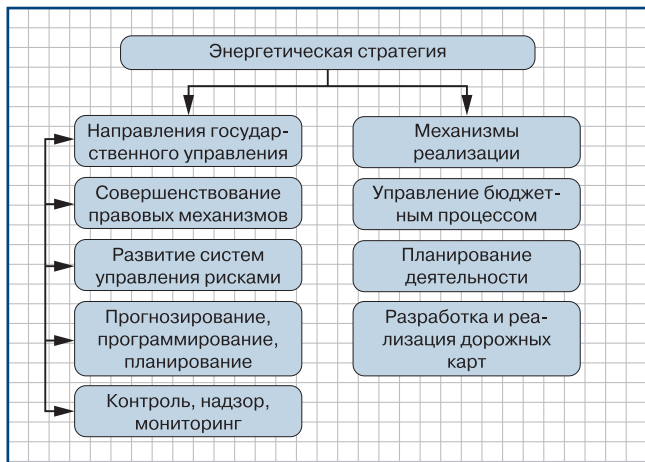
На этой базе (см. рис. 1–4) в Стратегии предусмотрены операции и основные направления развития ТЭК, а также пути совершенствования и механизмы государственного управления им в период 2020–2035 гг. (рис. 5).

Развитие и использование риск-ориентированных подходов в планах реализации Стратегии

В Стратегии отмечен перечень основных опасностей и рисков для развития и функционирования энергетического комплекса:



▲ Рис. 4. Обобщенная структура анализа комплексной безопасности в рамках Энергетической стратегии
 ▲ Fig. 4. Generalized structure of the integrated safety analysis within the Energy strategy



▲ Рис. 5. Направления и механизмы реализации Энергетической стратегии
 ▲ Fig. 5. Areas and mechanisms for implementation of the Energy strategy

необходимость разработки методов и систем управления рисками;

действия и бездействие субъектов Стратегии, увеличивающие риски;

снижение инвестиций в научно-технологическое развитие и низкие темпы роста в экономике;

существенный уровень истощения назначенных сроков службы;

ухудшение ресурсной базы;

чрезмерная зависимость от зарубежных рынков;

неизбежность новых геополитических и глобальных вызовов.

На заседании Общественного совета при Ростехнадзоре 3 июня 2020 г. в качестве важных в рамках

реализации Стратегии отмечены опасности и риски, связанные:

с низкими темпами и недостаточными научно-технической обоснованностью безопасности и эффективностью освоения шельфовых нефтегазовых месторождений в арктической и дальневосточной зонах;

со снижением коэффициента извлечения энергоносителей (например, при добыче нефти с 0,58 в 1960 г. до 0,36–0,38 к 2010–2020 гг.);

с повышением уровня социально-экономических ущербов при возникновении аварийных и катастрофических ситуаций на уникальных объектах энергетики (атомной, гидравлической, тепловой).

В части повышения требований к промышленной безопасности на объектах ТЭК обращено внимание на внедрение новой модели государственного регулирования в области промышленной безопасности с учетом риска возникновения аварий и масштаба их возможных последствий;

повышение эффективности федерального государственного надзора в области промышленной безопасности в части, касающейся инфраструктуры и объектов ТЭК; сокращение числа бесхозных объектов ТЭК; совершенствование правовых и экономических механизмов повышения ответственности за нарушение требований промышленной безопасности.

В развитии и распространении инновационных и прорывных технологий следует стремиться [2, 4, 9–12]:

к прорывным технологиям, способным вызвать существенный передел мировых энергетических рынков (сюда относятся технологии разработки запасов гидратов метана и углеводородов нефтематеринских пород);

к технологиям, применение которых может повлечь организационные и технологические изменения в управлении и функционировании электроэнергетических систем и способствовать переходу энергетики на новый технологический базис (энергетический переход): это возобновляемые источники энергии и ее накопители; гибридные транспортные энергоприводы (жидкостные, газовые, электрические, водородные); распределенная генерация энергии, энергосбережение, энергоэффективность.

Предусмотрено преодоление существующих опасностей по двум упомянутым выше сценариям: инерционному и инновационному. В качестве базовых выбраны два критерия: рост ВВП соответственно на 2,3 и 3 %; снижение общего энергопотребления на 0,3–0,6 %.

С количественной стороны снижение рисков происходит по двум показателям: ежегодное уменьшение числа аварий на 5 %; ежегодное сокращение числа несчастных случаев и пострадавших на 5 %.

В качестве основного подхода предложено использовать трендовые зависимости роста ключевых показателей без динамического временного анализа рисков опасных процессов. С учетом изложенного при разработке мероприятий по реализации Стратегии целесообразно применять существенный отечественный и зарубежный опыт. В первую очередь это относится к переходу РФ на риск-ориентированный подход, заложенный в федеральные законы о промышленной безопасности, о пожарной безопасности, другие законодательные акты, а также в Основы государственной политики в области промышленной безопасности в Российской Федерации на период до 2025 года и на дальнейшую перспективу (утверждены Указом Президента РФ от 6 мая 2018 г. № 198) и Стратегию научно-технологического развития Российской Федерации (утверждена Указом Президента РФ от 1 декабря 2016 г. № 642). Обобщение накопленного опыта содержится в ряде томов серии «Безопасность России» [2–4, 8, 11].

Для достижения целевых показателей Стратегии предусмотрены соответствующие темпы их ежегодного роста ΔV . Тогда ВВП национального, регионального или отраслевого развития за интервал времени Δt составит:

$$V(\tau) = V(\tau_0) + \Delta V(\tau)\tau. \quad (1)$$

При решении задач Стратегии в основу планов ее реализации можно положить анализ развития ТЭК с учетом рисков материального, экологического, научно-технологического, социального и экономического характера:

$$\begin{aligned} V_R(\tau) &= V(\tau)[1 - R(\tau)]; \\ R(\tau) &= U(\tau)P(\tau), \end{aligned} \quad (2)$$

где $V_R(\tau)$ — темпы роста валового продукта с учетом $R(\tau)$; $V(\tau)$ — рост валового продукта при традиционном планировании без учета рисков по (1); $R(\tau)$ — риски опасных процессов; $U(\tau)$ — ежегодный ущерб от опасных процессов; $P(\tau)$ — вероятность (частота) возникновения опасных процессов.

Так как риски $R(\tau) \neq 0$, то $V_R(\tau) < V(\tau)$.

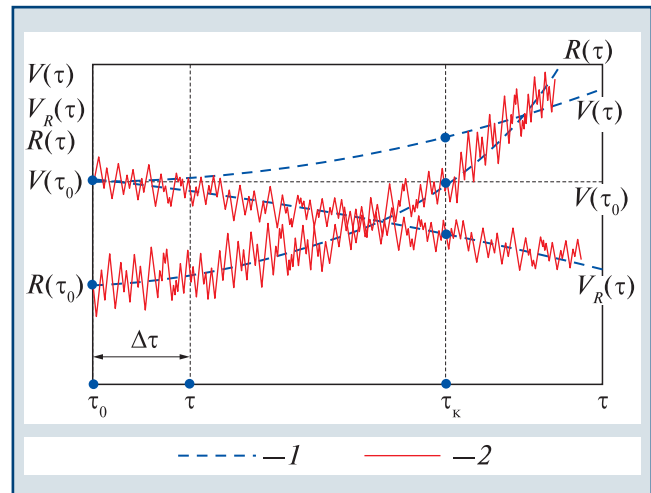
Интегральную безопасность $S(\tau)$ в ТЭК можно представить следующим образом:

$$S(\tau) = 1 - R(\tau)/[R(\tau)], \quad (3)$$

где $[R(\tau)]$ — приемлемый риск новых стратегических решений, проектирования, создания и использования новых технологий, материалов, объектов, оборудования.

Из (3) следует, что при $R(\tau) \neq 0$ невозможно достижение абсолютной безопасности, т.е. $S(\tau) \neq 1$.

Параметры $U(\tau)$, $P(\tau)$, $R(\tau)$ имеют сложный характер изменения во времени (от исходного $\tau = 2020$ г. до конечного прогнозного $\tau_k = 2035$ г.). Они представлены на рис. 6 (здесь 1, 2 — соответственно трендовый и динамический характер проектного (монотонного) развития $V(\tau)$ и неустойчивого развития $V_R(\tau)$ с учетом рисков).



▲ Рис. 6. Характер проектного (монотонного) и неустойчивого развития с учетом рисков

▲ Fig. 6. Nature of the project (monotonic) and unstable development with the consideration of the risks

Как отмечено в табл. 3, Стратегия предусматривает два сценария развития по (1): эволюционный $V(\tau)$ (традиционный подход при $\Delta V(\tau) = 2,3\%$) и инновационный (более высокими темпами, $\Delta V(\tau) = 3\%$).

В разработках Российской академии наук, Минэнерго России, МЧС России, Ростехнадзора и других ведомств, а также госкорпораций и компаний [2–4, 8, 11] отмечено, что неучет рисков в ТЭК может сопровождаться многомиллиардными ущербами, гибелью и увечьями людей, нарушением природной среды от принятия научно не обоснованных решений, от тяжелых аварий и катастроф. В таких условиях может происходить не только устойчивое и неустойчивое развитие стран, регионов, отраслей, но и их деградация. Это требует введения в комплексы мероприятий по реализации Стратегии принципиально новой методологии государственного управления развитием С-П-Т-системы страны, включающей критически и стратегически важные решения, отрасли, объекты, технологии. Важная роль в указанных мероприятиях должна принадлежать научному обоснованию и научной поддержке, комплексному анализу, нормированию, обеспечению и повышению энергетической и промышленной безопасности как важнейшим компонентам комплексной национальной безопасности.

В связи с тем, что при проектировании освоения морских нефтегазовых месторождений в настоящее

время применяется Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ, необходимо [10–12]:

разработать и усовершенствовать нормативно-правовую базу проектирования, изготовления, строительства, эксплуатации и ликвидации морских нефтегазовых объектов;

разработать и принять Федеральный закон «О морских нефтегазовых объектах».

Заключение

Принятие Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года имеет принципиальное значение для обеспечения национальной безопасности и повышения уровня социально-экономического развития страны. Она входит в ряд основных документов стратегического планирования в сфере энергетики, развития топливно-энергетического комплекса, роста объемов добычи, переработки, хранения и использования энергоносителей основных категорий. В первую очередь это относится к углю, нефти, газу, урану, водороду, а также к возобновляемым источникам энергии (гидро- и ветроэнергетика, геотермальная, приливная энергетика).

Большую роль в данном случае играет обеспечение промышленной безопасности в соответствии с требованиями Федерального закона от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», затрагивающими базовые компоненты энергетического комплекса в рамках развиваемых Ростехнадзором риск-ориентированных подходов для каждого из сценариев реализации Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года. Речь идет о внедрении новых моделей государственного регулирования развития топливно-энергетического комплекса, о повышении роли и эффективности государственного надзора в области промышленной безопасности для объектов и инфраструктуры топливно-энергетического комплекса, что особенно актуально для шельфовых технологий добычи, обработки, хранения и транспортировки углеводородов.

При формировании комплексных мероприятий по реализации Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года следует повысить роль интегрированных фундаментальных академических исследований, прикладных отраслевых разработок, правовой и нормативно-технической базы обеспечения перспективных технологий и промышленных объектов топливно-энергетического комплекса, в первую очередь критически и стратегически важных. Указанные вопросы останутся в центре внимания Научно-технического совета Ростехнадзора и Общественного совета при Ростехнадзоре.

Статья подготовлена при поддержке гранта РФФ № 20-19-00769.

Список литературы

1. Рубин А.А. Общественный совет при Ростехнадзоре обсудил регуляторную гильотину, энергетическую стратегию и другие актуальные вопросы// Информационный бюллетень Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. — 2020. — № 4 (109). — С. 60–65.
2. *Безопасность России*. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Научные основы промышленной безопасности/ науч. руководитель Н.А. Махутов. — М.: МГОФ «Знание», 2019. — 824 с.
3. *Безопасность России*. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Энергетическая безопасность (ТЭК и государство). — М.: МГОФ «Знание», 2000. — 304 с.
4. *Безопасность России*. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Безопасность средств хранения и транспорта энергоресурсов. — М.: МГОФ «Знание», 2019. — 928 с.
5. Гражданкин А.И., Печёркин А.С., Николаенко О.В. Об установлении допустимых уровней риска аварии для оценки достаточности компенсирующих мероприятий в обосновании безопасности опасного производственного объекта нефтегазового комплекса// *Безопасность труда в промышленности*. — 2017. — № 12. — С. 51–57. DOI: 10.24000/0409-2961-2017-12-51-57
6. *Innovations in minimization of natural and technological risks*// First Eurasian Risk 2019 Conference. — Baku, 2019. — 136 p.
7. *Probabilistic Analysis of Transportation Systems for Oil and Natural Gas*/ Yu.V. Lisin, N.A. Makhutov, V.A. Nadein, D.A. Neganov// *Probabilistic Modeling in System Engineering*. — London: IntechOpen, 2018. — P. 81–103. DOI: 10.5772/intechopen.75078
8. *Безопасность России*. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Фундаментальные и прикладные проблемы комплексной безопасности/ науч. руководитель Н.А. Махутов. — М.: МГОФ «Знание», 2017. — 992 с.
9. Бушув В.В. На пути к новой энергетической цивилизации. — М.: ИЦ Энергия, 2018. — 740 с.
10. Харченко Ю.А., Атаян Г.Э., Гриценко А.И. Оценка безопасности плавучих технических средств нефтегазового комплекса с использованием критерия «живучесть»// *Безопасность труда в промышленности*. — 2020. — № 2. — С. 51–55. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-2-51-55
11. *Безопасность России*. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Основы безопасности при освоении континентальных шельфов. — М.: МГОФ «Знание», 2013. — 640 с.
12. *Hybrid Modeling of Offshore Platforms' Stress-Deformed and Limit States Taking into Account Probabilistic Parameters*/ G.Yu. Shmal, V.A. Nadein, N.A. Makhutov et al.// *Probability, Combinatorics and Control*. — London: IntechOpen, 2019. — P. 73–140. DOI: 10.5772/intechopen.88894

kei51@mail.ru

*Материал поступил в редакцию 10 августа 2020 г.
Доработанная версия — 19 сентября 2020 г.*

«Bezopasnost Truda v Promyshlennosti»/ «Occupational Safety in Industry», 2020, № 11, pp.15–21.
DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-15-21

Energy Strategy of the Russian Federation: Scientific and Technological Support for its Implementation Considering Safety

G.I. Shmal, Cand. Sci. (Econ.), President

Union of Oil & Gas Producers of Russia, Moscow, Russia

N.A. Makhutov, RAS Corresponding Member, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Chief Research Associate, kei51@mail.ru

IMASH RAN, Moscow, Russia

V.A. Nadein, General Director — President

OOO «NGB-Energoagnostika», Moscow, Russia

Abstract

Energy strategy of the Russian Federation until 2035 defines the goals, objectives, problems, and indicators of the development of the country fuel and energy complex in two stages: 2020–2024 and 2025–2035. It is focused on achieving two strategic priorities — sustainable social and economic development of the country and ensuring its national security and safety. The great importance is paid to the development of all major energy sectors: oil, gas, coal, petrochemical, electric power, nuclear, hydrogen. The key indicators of the development of energy sector are the following: the coefficients of reproduction and extraction of energy resources to increase in the gross domestic product, the growth in consumption of energy resources and ensure the life activities of the state.

The achievement of the stated goals and indicators is linked to the strategy of the scientific and technological development in the main spheres of sustainment, increase in the level of state regulation, control and supervision over the implementation of the strategy in the field of industrial and energy safety. This will be facilitated by the long and significant experience of interaction between Rostekhnadzor and the Russian Academy of Sciences. At the same time, the use of a risk-based approach gains key importance to substantiate, ensure and improve safety in the fuel and energy complex following the requirements of the federal legislation.

The socio-economic efficiency of the implementation of the strategy is proposed to be quantified by the interrelated indicators of the growth rate of the gross domestic product and the increase in the level of safety. In this case, it is required to consider the emerging and acceptable risks determined through the likelihood of hazardous processes occurrence and damage from them at various stages of the country development. These approaches are reflected in the multivolume publication «Safety of Russia», summarizing the legal, socio-economic and scientific-technical aspects of safety and development of the country.

Key words: strategy, energetics, fuel and energy complex, safety, energy resources, energy production, energy consumption.

References

1. Rubin A.Ya. The Public Council under Rostekhnadzor discussed the regulatory guillotine, energy strategy and other topical issues. *Informatsionnyy byulleten Federalnoy sluzhby po ekologicheskoy, tekhnologicheskoy i atomnomu nadzoru = Information Bulletin of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision*. 2020. № 4 (109). pp. 60–65. (In Russ.).
2. Makhutov N.A. Safety of Russia. Legal, socio-economic and scientific-technical aspects. Scientific basis of industrial safety. Moscow: MGOF «Znanie», 2019. 824 p. (In Russ.).
3. Safety of Russia. Legal, socio-economic and scientific-technical aspects. Energy safety (Fuel and Energy Complex and the state). Moscow: MGOF «Znanie», 2000. 304 p. (In Russ.).
4. Safety of Russia. Legal, socio-economic and scientific-technical aspects. Safety of storage and transportation facilities for energy resources. Moscow: MGOF «Znanie», 2019. 928 p. (In Russ.).
5. Grazdankin A.I., Pechorkin A.S., Nikolaenko O.V. On the Establishment of the Tolerable Risk Levels of Accident for Assessment of Compensatory Measures Sufficiency in Substantiation of Safety of Hazardous Production Facility of Oil and Gas Complex. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2017. № 12. pp. 51–57. (In Russ.). DOI: 10.24000/0409-2961-2017-12-51-57
6. Innovations in Minimization of Natural and Technological Risks. First Eurasian Risk 2019 Conference. Baku, 2019. 136 p.
7. Lisin Yu.V., Makhutov N.A., Nadein V.A., Neganov D.A. Probabilistic Analysis of Transportation Systems for Oil and Natural Gas. Probabilistic Modeling in System Engineering. London: IntechOpen, 2018. pp. 81–103. DOI: 10.5772/intechopen.75078
8. Makhutov N.A. Safety of Russia. Legal, socio-economic, scientific-technical aspects. Fundamental and applied problems of integrated safety and security. Moscow: MGOF «Znanie», 2017. 992 p. (In Russ.).
9. Bushuev V.V. Towards a new energy civilization. Moscow: ITs Energiya, 2018. 740 p. (In Russ.).
10. Kharchenko Yu.A., Atayan G.E., Grijsenko A.I. Safety Assessment of Floating Technical Means of Oil and Gas Complex using «Survivability» Criterion. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2020. № 2. pp. 51–55. (In Russ.). DOI: 10.24000/0409-2961-2020-2-51-55
11. Safety of Russia. Legal, socio-economic and scientific-technical aspects. Fundamentals of safety in the development of continental shelves. Moscow: MGOF «Znanie», 2013. 640 p. (In Russ.).
12. Shmal G.Yu., Nadein V.A., Vakhutov N.A., Trushkov P.A., Osipov V.I. Hybrid Modeling of Offshore Platforms' Stress-Deformed and Limit States Taking into Account Probabilistic Parameters. Probability, Combinatorics and Control. London: IntechOpen, 2019. pp. 73–140. DOI: 10.5772/intechopen.88894

Received August 10, 2020
In final form — September 19, 2020



«Регуляторная гильотина» в области промышленной безопасности



Е.В. Кловач,
д-р техн. наук, проф.,
ген. директор,
klovach@safety.ru



А.С. Печёркин,
д-р техн. наук, проф., первый
зам. ген. директора



В.К. Шалаев,
д-р техн. наук, директор по
нормативам



В.И. Сидоров,
д-р техн. наук, проф.,
президент

ЗАО НТЦ ПБ, Москва, Россия

Фонд Якова Брюса, Москва,
Россия

Рассмотрены предпосылки и реализация «регуляторной гильотины» в сфере промышленной безопасности. Создается новая система нормативного регулирования, сформированная по принципам, изложенным в ключевых федеральных законах: «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» и «Об обязательных требованиях в Российской Федерации», рассмотрены основные положения этих документов. До 1 января 2021 г. в рамках «регуляторной гильотины» должно быть принято 10 постановлений Правительства Российской Федерации, 48 федеральных норм и правил в области промышленной безопасности и 9 иных нормативно-правовых актов Ростехнадзора. Проекты всех документов уже подготовлены, часть актов завершают процесс обсуждения и согласования.

Ключевые слова: регуляторная гильотина, промышленная безопасность, обязательные требования, нормативно-правовые акты, контроль, надзор, профилактические мероприятия, контролируемое лицо, оценка риска, индикаторы риска.

Для цитирования: Кловач Е.В., Печёркин А.С., Шалаев В.К., Сидоров В.И. «Регуляторная гильотина» в области промышленной безопасности // Безопасность труда в промышленности. — 2020. — № 11. — С. 22–28. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-22-28

Введение

Впервые о «регуляторной гильотине» с высокой трибуны было заявлено в начале 2019 г. Ее цель — формирование современной, отвечающей требованиям технологического развития, эффективной системы регулирования, основанной на выявлении наиболее значимых общественных рисков и их снижении до приемлемого уровня, в том числе путем выбора адекватных способов воздействия на риски и установления таких обязательных требований, которые в наибольшей степени влияют на предотвращение негативных последствий реализации этих рисков [1]. Создание эффективной системы регулирования является международной проблемой, пути решения которой уже апробированы в различных странах. На протяжении двух последних лет механизм «регуляторной гильотины» реализовывался в России в сфере промышленной безопасности. Достигнутым результатам, проблемам, с которыми сталкиваются на этом пути, и перспективам реформы посвящена данная статья.

Международный опыт «регуляторной гильотины»

В статье О.В. Александрова [2] сделан обзор зарубежного опыта «регуляторной гильотины», полученного в Италии, Мексике, Южной Корее, Венгрии, Кении, Молдавии и других странах, где она использовалась в качестве эффективного инструмента проведения реформы государственного управления, в том числе и в сфере контрольно-надзорной деятельности. Например, в Мексике данный инструмент использовали в борьбе с коррупцией, а также для оспаривания и пересмотра ресурсозатратных регуляторных норм при согласовании с Соединенными Штатами Америки Североамериканского соглашения о свободной торговле (НАФТА), в частности, в целях отмены таких обременительных требований к производителям, как необходимость обязательного получения лицензий, разрешений, создание федерального регистра услуг. По итогам анализа большого числа процедур и правил около 2 тыс. из них оценены как разрушительные для экономики

и способствующие развитию коррупции. Принцип «регуляторной гильотины» для устранения регуляторных норм, мешающих развитию бизнеса и привлечению инвестиций, разработали еще в 1980 г. в Швеции. Основная идея «регуляторной гильотины» заключается в возможности быстрого пересмотра и отмены значительного числа нормативных актов в целях выявления норм, противоречащих законодательству (или друг другу), а также экономически неэффективных, неработающих и нецелесообразных правил, в результате реализации которых невозможно достигнуть положительных результатов, тем более если это влечет за собой существенные необоснованные расходы, связанные с предотвращением рисков.

Подходы к «регуляторной гильотине» разработаны компанией Jacobs, Cordova & Associates с учетом опыта Швеции и Южной Кореи [3, 4]. Суть их заключается в следующем:

- правительство или орган исполнительной власти по поручению правительства определяет цель реформы («регуляторной гильотины»);

- назначенный орган представляет в правительство список всех нормативных актов, относящихся к реформируемой сфере;

- к каждому акту прилагается обоснование необходимости его составления (в нем должны содержаться ответы на следующие вопросы: необходимо ли данное требование, законно ли и не мешает ли оно бизнесу);

- далее формируется новый реестр нормативных документов.

С помощью той же компании (Jacobs, Cordova & Associates) проведена регуляторная гильотина в Хорватии. Она была направлена на преодоление барьеров, включающих высокие политические и административные издержки. В результате реформы число действующих нормативных актов менее чем за год сократилось на 20–50 %.

В США, в соответствии с указом президента от 30 января 2017 г. [5], в целях эффективного управления государственными расходами введен принцип 2:1, означающий, что при принятии одной новой нормы регулирования должны быть исключены две действующие нормы, при этом расходы на введение новой нормы должны полностью компенсироваться за счет отмены действующих норм. В ходе реализации данного указа получены следующие результаты:

- отменены 244 действующие нормы;

- исключены из планов принятия 535 норм;

- перенесено на долгосрочную перспективу рассмотрение 700 норм;

- принято 67 актов по дерегулированию;

- принято 3 новых акта по регулятивным действиям.

В результате снижение издержек регулирования составило 8,1 млрд долл. США.

В США применили интересный подход — при проведении реформы власти должны руководст-

воваться следующим принципом: дополнительные затраты, связанные с новыми нормативными актами, допускаются в той степени, в которой это разрешено законом, и должны компенсироваться устранением затрат, связанных как минимум с двумя предыдущими нормативными актами. При этом ведомство, устраняющее существующие расходы, связанные с предыдущими нормами, должно делать это в соответствии с Законом об административной процедуре и другими действующими законодательными актами.

В Кении в ходе реформы лицензирования (2005–2007 гг.) также использовались принципы «регуляторной гильотины». В результате реформы отменили 315 видов лицензий, получение 379 видов лицензий максимально упростили, при этом рассмотрение судьбы еще 300 видов лицензий отложили в связи с принятием нового законодательства, 25 видов лицензий переквалифицировали в иные документы и перестали рассматривать их в качестве лицензий. Расходы предприятий по итогам проведения данной реформы количественно не оценивались, однако, по оценкам экспертов, рекомендованные к сокращению виды лицензирования существенно снизят расходы на контрольно-надзорную деятельность и риски для предпринимателей и инвесторов [6].

Регуляторная гильотина в России

В России для применения «регуляторной гильотины» выбрана чрезвычайно важная сфера государственного регулирования — контрольно-надзорная деятельность. На необходимость реформы контрольно-надзорной деятельности акцентировали внимание многие эксперты. В результате она определена как стратегическая задача в Указе Президента Российской Федерации «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 г.» [7]. К моменту начала реформы в России действовали 46 контрольно-надзорных ведомств, которые проводили около 220 видов проверок. При этом общее число обязательных требований составляло примерно 2 млн, значительная часть из которых (содержатся в более чем 9 тыс. нормативных актов) досталась в наследство от СССР [8].

Реформа, связанная с применением «регуляторной гильотины» в сфере контрольно-надзорной деятельности, запущена после утверждения Правительством Российской Федерации дорожной карты по ее реализации [9]. В соответствии с этим документом результатом реформы должна стать новая система нормативного регулирования, принципы которой сформулированы в ключевых федеральных законах: «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» [10] (далее — Закон о контроле) и «Об обязательных требованиях в Российской Федерации» [11] (далее — Закон об обязательных требованиях).

Помимо указанных законов, предусмотрена разработка нового Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях, Федерального

закона «О разрешительной деятельности в Российской Федерации», а также федеральных законов, устанавливающих обязательные требования в отдельных сферах или вносящих изменения в законодательство в целях систематизации обязательных требований и исключения изъятий из гражданских прав на подзаконном уровне (к последним можно отнести разработанный Ростехнадзором проект Федерального закона «О промышленной безопасности»).

Очень важный этап реализации «регуляторной гильотины» — «переформатирование» нормативной базы, содержащей обязательные требования. Предусмотрены отмена всех нормативно-правовых актов (НПА), содержащих обязательные требования в сфере государственного контроля (надзора), и подготовка вместо них новых документов. Для реализации этого этапа в дорожной карте запланированы разработка и принятие постановлений Правительства Российской Федерации, предусматривающих признание утратившими силу с 1 января 2021 г. принятых ранее НПА Правительства Российской Федерации; отмену НПА, а также нормативных документов федеральных органов исполнительной власти (ФОИВ); признание утратившими силу нормативных актов РСФСР и не действующими на территории Российской Федерации НПА СССР, содержащих обязательные требования в соответствующей сфере регулирования.

В области промышленной безопасности 1 января 2021 г. вступает в силу постановление Правительства Российской Федерации [12], которым предусмотрена отмена 25 постановлений Правительства Российской Федерации и изменений к ним; 40 постановлений Госгортехнадзора России и изменений к ним; 1 приказа Минэнерго России; 1 приказа Минприроды России; 113 приказов Ростехнадзора и изменений к ним.

Первой реакцией значительного числа специалистов в области промышленной безопасности и всех лиц, связанных по роду своей профессиональной деятельности с промышленной безопасностью, стали полное непонимание и неприятие данной реформы. Однако анализ перечня отмененных нормативных актов и документов, разработка которых предусмотрена в плане нормотворческой деятельности Ростехнадзора на ближайшую перспективу, показывает, что практически все сферы регулирования промышленной безопасности будут охвачены новыми нормативными актами, которые должны вступить в силу с 1 января 2021 г. Важно, чтобы не образовался вакуум в правовом регулировании в случае, если постановление № 1192 вступит в силу, а новые НПА, призванные заменить отмененные акты, еще не будут готовы к вводу в действие.

Ростехнадзор в тесном взаимодействии с заинтересованными ФОИВ, общественными организациями, специально созданными экспертными советами на протяжении последних 1,5–2 лет в рамках реализации «регуляторной гильотины» активно разра-

батывал новые проекты НПА. Правда, эта работа тормозилась из-за непринятия в установленные сроки ключевых законов. Однако 31 июля 2020 г. законы о контроле и об обязательных требованиях были, наконец, приняты, благодаря чему появились новые законодательные нормы, которые теперь необходимо учитывать в нормотворческой и законотворческой деятельности.

Начнем с рассмотрения Закона о контроле. В нем определено, что порядок организации и осуществления государственного контроля (надзора) устанавливается положением, утверждаемым Президентом Российской Федерации или Правительством Российской Федерации, и в нем среди прочего должны быть определены:

- контрольные (надзорные) органы, уполномоченные на осуществление данного вида контроля;

- критерии отнесения объектов контроля к категориям риска причинения вреда (ущерба) в рамках осуществления вида контроля;

- перечень профилактических мероприятий в рамках осуществления вида контроля;

- виды контрольных (надзорных) мероприятий;

- виды и периодичность проведения плановых контрольных (надзорных) мероприятий с учетом категории риска;

- особенности оценки соблюдения лицензионных требований контролирующими лицами, имеющими лицензию.

Новые тенденции в сфере государственного контроля (надзора), установленные Законом о контроле, сводятся к следующему:

- при осуществлении государственного контроля (надзора) профилактические мероприятия, направленные на снижение риска причинения вреда (ущерба), являются приоритетными по отношению к контрольным (надзорным) мероприятиям;

- государственный контроль (надзор) должен обеспечивать стимулы для добросовестного выполнения обязательных требований и минимизации потенциальной выгоды от их нарушений;

- выбираемые профилактические мероприятия, меры по пресечению или устранению нарушений обязательных требований должны быть соразмерны характеру нарушений и возможному вреду, с ними связанному;

- должностные лица контрольного (надзорного) органа обязаны разъяснять контролируемому лицу его права, обязанности, ответственность и обеспечивать возможность реализации этих прав;

- деятельность контрольного (надзорного) органа является открытой, если информация, связанная с этой деятельностью, не является государственной или коммерческой тайной.

Как видим, акценты сделаны на приоритете профилактических мероприятий над контрольными (надзорными) и на применении риск-ориентированного подхода (соразмерность требований и дей-

ствий характеру нарушений и возможному вреду). И закономерно, что значительное место в Законе о контроле отведено рискам. Предусмотрены деятельность контрольного (надзорного) органа по определению вероятности возникновения риска и масштаба вреда (ущерба) для охраняемых законом ценностей (оценка риска), проведение на основе оценки рисков профилактических и контрольных (надзорных) мероприятий в целях обеспечения допустимого уровня риска (управление риском). Для каждого вида государственного контроля должен быть установлен допустимый уровень риска по ключевым показателям.

Правительство Российской Федерации устанавливает требования к организации оценки риска; определению критериев и категории риска; установлению индикаторов риска; порядку выявления нарушения обязательных требований; источникам сведений, используемых при оценке риска; порядку сбора, обработки, анализу, учету сведений, используемых при оценке риска причинения вреда (ущерба).

Закон о контроле определяет, что положением о виде контроля должно быть предусмотрено не менее трех категорий риска, при этом обязательно должна быть установлена самая низкая категория риска, а максимальное число категорий не должно превышать шести. В законодательстве о промышленной безопасности с 2013 г. установлено четыре категории риска, что полностью соответствует новым требованиям.

Появилось новое понятие «индикатор риска» — это соответствие всех параметров подконтрольного объекта установленным нормам или отклонение от них, что само по себе не относится к нарушениям обязательных требований, но с высокой степенью вероятности может свидетельствовать о наличии таких нарушений, а значит, и риска причинения вреда. Перечень индикаторов риска утверждается ФОИВ по соответствующему виду контроля по согласованию с ФОИВ, наделенным полномочиями по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в области государственного контроля.

Отдельная глава Закона о контроле посвящена профилактическим мероприятиям, к которым относятся: информирование, обобщение правоприменительной практики, меры стимулирования добросовестности, объявление предостережения, консультирование, самообследование (контролируемое лицо может принять декларацию соблюдения обязательных требований и направить ее в контрольный (надзорный) орган, профилактический визит (только при согласии контролируемого лица). Если в ходе профилактических мероприятий выявлена реальная угроза причинения вреда, то немедленно принимается решение о проведении контрольных (надзорных) мероприятий.

Закон о контроле устанавливает основания для проведения контрольных (надзорных) мероприятий,

виды этих мероприятий в формах взаимодействия с контролируемым лицом и без такового, порядок оформления результатов контрольного (надзорного) мероприятия.

К специальным режимам государственного контроля (надзора) относится мониторинг, определенный как режим дистанционного государственного контроля (надзора), заключающийся в систематическом получении и анализе информации с использованием систем дистанционного контроля, в том числе с применением специальных технических средств. Установлено, что контролируемые лица, в отношении которых проводится мониторинг, освобождаются от плановых проверок. Также к специальному режиму отнесен постоянный государственный контроль (надзор), который может вводиться для федерального государственного надзора в области промышленной безопасности, безопасности гидротехнических сооружений, федерального пробирного надзора. Следует отметить, что в проекте Федерального закона «О промышленной безопасности» подходы к осуществлению государственного контроля идентичны требованиям Закона о контроле. Закон о контроле вступает в силу (за исключением нескольких статей и пунктов) с 1 июля 2021 г.

Теперь рассмотрим основные положения Закона об обязательных требованиях [11]. Определен исчерпывающий перечень нормативных актов, которыми могут устанавливаться обязательные требования: федеральные законы, договоры Евразийского экономического союза (ЕАЭС) и акты, составляющие право ЕАЭС (например, технические регламенты), положения международных договоров, указы Президента Российской Федерации, НПА Правительства Российской Федерации и ФОИВ, субъектов Российской Федерации и муниципальных образований, а также НПА госкорпораций «Росатом» и «Роскосмос».

Установлены абсолютно новые требования, касающиеся порядка вступления в силу НПА. Так, положения НПА должны вступать в силу либо с 1 марта, либо с 1 сентября, но не ранее чем по истечении 90 дней после их официального опубликования (это не касается НПА, которые принимаются в форс-мажорных обстоятельствах), а срок действия НПА не должен превышать 6 лет. Проекты НПА, разрабатываемые ФОИВ, подлежат оценке регулирующего воздействия (ОРВ). Правила проведения ОРВ устанавливаются Правительством Российской Федерации. В рамках ОРВ проводится правовая и государственная регистрация НПА.

При установлении обязательных требований в НПА должны указываться: содержание обязательных требований (условия, запреты, обязанности); лица, обязанные соблюдать эти требования; деятельность и объекты, к которым они применяются; формы оценки их соблюдения; ФОИВ, уполномоченный контролировать соблюдение этих требований.

В целях обеспечения систематизации обязательных требований ведется их реестр. А ФОИВ готовит доклад о достижении целей введения обязательных требований в порядке, определяемом Правительством Российской Федерации.

Оценка фактического воздействия НПА проводится в порядке, определяемом Правительством Российской Федерации, в целях анализа обоснованности установленных требований, определения фактических последствий их введения, выявления избыточных условий, ограничений, запретов, обязанностей. Указанным порядком определяются основания для признания утратившими силу НПА или их пересмотра.

Правительством Российской Федерации до 1 января 2021 г. обеспечиваются признание утратившими силу, не действующими на территории Российской Федерации и отмена НПА Правительства Российской Федерации, ФОИВ, актов РСФСР и СССР, содержащих обязательные требования, которые учитываются в ходе государственного контроля (надзора). Не допускается с 1 января 2021 г. применение НПА, если они вступили в силу до 1 января 2020 г. Закон об обязательных требованиях вступает в силу с 1 ноября 2020 г.

Число НПА, отменяемых постановлением Правительства Российской Федерации № 1192 с 1 января 2021 г., существенно превышает число вновь разрабатываемых документов. Существенное сокращение числа НПА частично связано с упразднением документов, с помощью которых вносились изменения в действующие НПА. В то же время некоторые требования, входящие в НПА Ростехнадзора, признаны избыточными и (или) дублирующими часть документов других ведомств (в основном это касается постановлений Правительства Российской Федерации, которые устанавливают требования, не входящие в компетенцию Ростехнадзора). По значительной части документов, утвержденных ранее для разработки приказами Госгортехнадзора России (31 НПА) и Ростехнадзора (11 НПА), принято решение о нецелесообразности дальнейшей работы над ними, поскольку они содержат устаревшие, избыточные и (или) дублирующие нормы.

Заключение

До 1 января 2021 г. осталось 2 мес. За это время должно быть принято 10 постановлений Правительства Российской Федерации, 48 федеральных норм и правил в области промышленной безопасности и 9 иных нормативно-правовых актов Ростехнадзора. Проекты всех документов подготовлены, часть актов проходят длинную цепочку согласований, а некоторые из них еще обсуждаются на площадках Российского союза промышленников и предпринимателей, Торгово-промышленной палаты Российской Федерации и в экспертных комиссиях. В настоящее время делается для того, чтобы необходимые мероприятия в рамках

«регуляторной гильотины» были реализованы в установленные сроки.

Список литературы

1. *Методика* исполнения плана мероприятий («Дорожной карты») по реализации механизма «регуляторной гильотины». URL: [https://rulaws.ru/acts/Methodika-ispolneniya-plana-meropriyatiy-\(Dorozhnoy-karty\)-po-realizatsii-mehanizma/](https://rulaws.ru/acts/Methodika-ispolneniya-plana-meropriyatiy-(Dorozhnoy-karty)-po-realizatsii-mehanizma/) (дата обращения: 18.09.2020).
2. *Александров О.В.* «Регуляторные гильотины»: международный опыт устранения препятствий для бизнеса и инвестирования// *Торговая политика*. — 2019. — № 1 (17). — С. 107–119.
3. *Jacobs, Cordova & Associates.* Reinventing regulatory reform. URL: <http://regulatoryreform.com/> (дата обращения: 16.09.2020).
4. *Jacobs, Cordova & Associates.* The Regulatory Guillotine™ Strategy Preparing the Business Environment in Croatia for Competitiveness in Europe (2005). URL: <http://regulatoryreform.com/report/regulatory-guillotine-strategy-preparing-business-environment-croatia-competitiveness-europe-2005/> (дата обращения: 18.09.2020).
5. *Reducing Regulation and Controlling Regulatory Costs: a Presidential Document by the Executive Office of the President on 02/03/2017.* URL: <https://www.federalregister.gov/documents/2017/02/03/2017-02451/reducing-regulation-and-controlling-regulatory-costs> (дата обращения: 15.09.2020).
6. *Kenya's Radical Licensing Reforms, 2005–2007: Design, Results, and Lessons Learned.* URL: <http://www.businessenvironment.org/dyn/be/docs/155/Jacobs.pdf> (дата обращения: 16.09.2020).
7. *О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года:* Указ Президента Рос. Федерации от 7 мая 2018 г. № 204. URL: <https://minenergo.gov.ru/view-pdf/11246/84473> (дата обращения: 16.09.2020).
8. *Чепунов О.И.* Некоторые проблемы «регуляторной гильотины»// *Nomothetika: Философия. Социология. Право*. — 2020. — Т. 45. — № 1. — С. 130–140.
9. *План мероприятий («Дорожная карта») по реализации механизма «регуляторной гильотины».* URL: <http://static.government.ru/media/files/WBykdAuFAJNWZFYfBSx7DIGIcueZAEj4.pdf> (дата обращения: 18.09.2020).
10. *О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации:* федер. закон от 31 июля 2020 г. № 248-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358750/ (дата обращения: 16.09.2020).
11. *Об обязательных требованиях в Российской Федерации:* федер. закон от 31 июля 2020 г. № 247-ФЗ. URL: <https://rg.ru/2020/08/05/trebovaniya-dok.html> (дата обращения: 18.09.2020).
12. *О признании утратившими силу некоторых нормативных правовых актов и отдельных положений нормативных правовых актов Правительства Российской Федерации, об отмене некоторых нормативных правовых актов и отдельных положений нормативных правовых актов федеральных органов исполнительной власти, содержащих обязательные*

требования, соблюдение которых оценивается при проведении мероприятий по контролю при осуществлении федерального государственного надзора в области промышленной безопасности и государственного горного надзора, и признании не действующей на территории Российской Федерации Инструкции по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости, утвержденной Государственным комитетом по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору при Совете Министров СССР 21 июля 1970 г.: постановление Правительства Рос. Федерации от 6 авг. 2020 г. № 1192. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202008110003> (дата обращения: 16.09.2020).

klovach@safety.ru

Материал поступил в редакцию 21 сентября 2020 г.

**«Bezопасnost Truda v Promyshlennosti»/ «Occupational Safety in Industry», 2020, № 11, pp. 22–28.
DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-22-28**

Regulatory Guillotine in the Field of Industrial Safety

E.V. Klovach, Dr. Sci. (Eng.), Prof., General Dir.,
klovach@safety.ru

A.S. Pecherkin, Dr. Sci. (Eng.), Prof., First Dep. General Dir.

V.K. Shalaev, Dr. Sci. (Eng.), Director for Regulatory Documents

STC «Industrial Safety» CJSC, Moscow, Russia

V.I. Sidorov, Dr. Sci. (Eng.), Prof., President

Fund of James Bruce, Moscow, Russia

Abstract

In Russia, the reform of the regulatory guillotine is being implemented in the field of control and supervisory activity. It should result in a new regulatory system formed according to the principles specified in the key federal laws: «On state control (supervision) and municipal control in the Russian Federation» (Law on Control) and «On mandatory requirements in the Russian Federation» (Law on Mandatory Requirements) adopted in August 2020. In the field of industrial safety, this process was launched by the Decree of the Government of the Russian Federation № 1192, which will come into force on January 1, 2021.

The main provisions are discussed in the article, which are related to the Law on Control and the Law on Mandatory Requirements. The Law on Control establishes the priority of preventive measures aimed at reducing the risk of causing harm in relation to the control activities, the grounds for carrying out control (supervisory) activities, the types of these activities in the forms of interaction with the controlled person and without such, the procedure for presentation of the results of control (supervisory) activity.

The Law on Mandatory Requirements establishes that the provisions of regulatory legal acts should enter into force either from March 1 or September 1, but not earlier than 90 days after their official publication, and their validity period should not exceed 6 years. The drafts of regulatory legal acts developed by the federal executive bodies are subject to regulatory impact assessment.

With a view to ensuring systematization of mandatory require-

ments, their register is kept. The federal executive body prepares a report on the achievement of the goals of mandatory requirements introduction.

By January 1, 2021, 10 resolutions of the Government of the Russian Federation, 48 federal norms and rules in the field of industrial safety and 9 other regulatory legal acts of Rostekhnadzor should be adopted. The drafts of all the documents are already prepared, some of the acts are completing the process of discussion and approval.

Key words: regulatory guillotine, mandatory requirements, regulatory legal acts, control, supervision, preventive activities, controlled entity, risk assessment, risk indicators.

References

1. Methodology for the implementation of the action plan (Road map) on the implementation of the regulatory guillotine mechanism. Available at: [https://rulaws.ru/acts/Metodika-ispolneniya-plana-meropriyatiy-\(Dorozhnoy-karty\)-po-realizatsii-mehanizma/](https://rulaws.ru/acts/Metodika-ispolneniya-plana-meropriyatiy-(Dorozhnoy-karty)-po-realizatsii-mehanizma/) (accessed: September 18, 2020). (In Russ.).

2. Aleksandrov O.V. Regulatory Guillotines: International Experience in Removing Barriers to Business and Investment. *Torgovaya politika = Trade policy*. 2019. № 1 (17). pp. 107–119. (In Russ.).

3. Jacobs, Cordova & Associates. Reinventing regulatory reform. Available at: <http://regulatoryreform.com/> (accessed: September 16, 2020).

4. Jacobs, Cordova & Associates. The Regulatory Guillotine™ Strategy Preparing the Business Environment in Croatia for Competitiveness in Europe (2005). Available at: <http://regulatoryreform.com/report/regulatory-guillotine-strategy-preparing-business-environment-croatia-competitiveness-europe-2005/> (accessed: September 18, 2020).

5. Reducing Regulation and Controlling Regulatory Costs: a Presidential Document by the Executive Office of the President on 02/03/2017. Available at: <https://www.federalregister.gov/documents/2017/02/03/2017-02451/reducing-regulation-and-controlling-regulatory-costs> (accessed: September 15, 2020).

6. Kenya's Radical Licensing Reforms, 2005–2007: Design, Results, and Lessons Learned. Available at: <http://www.businessenvironment.org/dyn/be/docs/155/Jacobs.pdf> (accessed: September 16, 2020).

7. On the national goals and strategic development tasks of the Russian Federation for the period up to 2024: Decree of the President of the Russian Federation № 204 dated May 7, 2018. Available at: <https://minenergo.gov.ru/view-pdf/11246/84473> (accessed: September 16, 2020). (In Russ.).

8. Chepunov O.I. Some Problems of the «Regulatory Guillotine». *Nomothetika: Filosofiya. Sotsiologiya. Pravo = Nomothetika: Philosophy. Sociology. Law*. 2020. Vol. 45. № 1. pp. 130–140. (In Russ.).

9. Action plan (Road map) for the implementation of the regulatory guillotine. Available at: <http://static.government.ru/media/files/WBykdAuFAJNWZFYFBSx7DIGIcueZAEj4.pdf> (accessed: September 18, 2020). (In Russ.).

10. On the state control (supervision) and municipal control in the Russian Federation: Federal Law of July 31, 2020 № 248-FZ. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358750/ (accessed: September 16, 2020). (In Russ.).

11. On mandatory requirements in the Russian Federation: Federal Law of July 31, 2020 № 247-FZ. Available at: <https://rg.ru/2020/08/05/trebovaniya-dok.html> (accessed: September 18, 2020). (In Russ.).

12. On the acknowledgment as invalid of some regulatory legal acts and some provisions of the regulatory legal acts of the Government of the Russian Federation, on the abolition of some regulatory legal acts and some provisions of the regulatory legal acts of the federal executive bodies that contain mandatory requirements, compliance with which is assessed when carrying out control activities in the implementation of the federal state supervision in the field of industrial safety and state mining su-

pervision, and the acknowledgment as invalid on the territory of the Russian Federation of the Instruction on the inspection of deformations of the sides, slopes of benches and dumps in the open pits, and the development of the activities to ensure their stability, approved by the State Committee for the supervision of safe work execution in industry and mining supervision under the Council of Ministers of the USSR dated July 21, 1970: Resolution of the Government of the Russian Federation of August 6, 2020 № 1192. Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202008110003> (accessed: September 16, 2020). (In Russ.).

Received September 21, 2020

По страницам научно-технических журналов

ноябрь 2020 г.

Бурение и нефть

(специализированный журнал)

Гусейнов Ч.С., Кульпин Д.Л. К вопросу безопасности морских нефтегазовых сооружений в Арктике. — 2020. — № 2.

Рассмотрены вопросы защиты морских нефтегазовых сооружений от всякого рода террористических актов и нападений. Ставится вопрос о необходимости своевременного задействования эффективных мер и средств защиты для предотвращения террористической угрозы на промышленных сооружениях нефтегазового сектора, в особенности на морских сооружениях, с учетом катастрофических последствий разрушения для окружающей среды. Обосновывается необходимость формулирования и решения этих задач на стадии проектирования объектов, а также применения комплексных межведомственных решений.

Обеспечение безаварийного спуска насосно-компрессорных труб/ М.И. Корабельников, А.М. Корабельников, В.П. Овчинников и др. — 2020. — № 7–8.

Рассматривается решение проблемы предупреждения аварий при спуске и посадке насосно-компрессорных труб в арматуру устья скважины. Предлагается к рассмотрению техническое устройство — «шарнирное соединение подвески насосно-компрессорных труб для арматуры устья скважины», относящееся к изделиям нефтяного машиностроения, которое обеспечивает надежное соединение верхней муфты спущенной подвески насосно-компрессорных труб с планшайбой устьевого арматуры и исключает возникновение негативных изгибающих моментов и дополнительных механических напряжений в сечении резьбовых соединений при длительной эксплуатации скважины, а также обеспечивает упрощение технологии включения шарнирного соединения между муфтой насосно-компрессорных труб и планшайбой арматуры устья скважины.

Юсупов Я.И., Калмыков Г.А. Применение геомеханической модели для прогноза устойчивости скважин и оптимизации параметров для дизайна гидравлического

разрыва пласта на примере Красноленинского свода (Западная Сибирь). — 2020. — № 9. — С. 47–51.

Построена одномерная (1D) геолого-геомеханическая модель для нескольких площадей Красноленинского свода, включающая модель механических свойств, давлений и напряжений с привлечением ПО «Геомеханика 3.0». На основании модели разработаны рекомендации по предотвращению осложнений и снижению рисков во время бурения. Определено безопасное окно плотности бурового раствора с возможностью расчета градиентов парового давления, степени обрушения стенок ствола скважины, начала поглощения и гидравлического разрыва пласта (ГРП). Актуализированы параметры для моделирования дизайна трещин ГРП для каждой механической фракции основных продуктивных пластов.

Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов

(специализированный научный журнал)

Неганов Д.А., Варшицкий В.М., Белкин А.А. Расчетные и экспериментальные исследования прочности натуральных образцов труб с дефектами «потеря металла» и «вмятина с риской». — 2020. — Т. 10. — № 3. — С. 226–233.

На основе анализа российских и зарубежных методик расчета прочности труб с дефектами представлены сравнительные результаты экспериментальных и расчетных исследований прочности трубопровода с дефектами «потеря металла» и «вмятина с риской».

Массольд А.В., Думболов Д.У., Дедов А.В. Моделирование глубины проникновения дизельного топлива в защитную песчаную подушку. — 2020. — Т. 10. — № 3. — С. 300–304.

Рассмотрен механизм проникновения топлива в песок и факторы, определяющие глубину проникновения. Разработана модель, позволяющая определить толщину защитного слоя песчаной подушки с известным гранулометрическим составом частиц, необходимую для предотвращения попадания дизельного топлива в почву.

Актуализация национальной нормативной базы в области обеспечения пожарной безопасности электропроводок



Г.И. Смелков,
д-р техн. наук, проф., гл.
науч. сотрудник,
smelkov39@mail.ru



В.А. Пехотиков,
канд. техн. наук, вед. науч.
сотрудник



А.И. Рябиков,
начальник отдела



А.А. Назаров,
зам. начальника отдела

ФГБУ ВНИИПО МЧС России, Балашиха, Россия

Рассмотрены вопросы пожарной опасности самых массовых видов электроустановок — электропроводок, с которыми в Российской Федерации в 2019 г. было связано 65 % пожаров всех видов электрооборудования и электроизделий. Наиболее важные направления деятельности института в области пожарной профилактики таких пожаров: разработка, модификация, гармонизация и актуализация на основе выполненных исследований нормативной базы, регламентирующей противопожарные требования к кабельным изделиям, а также научно обоснованному выбору области их применения. За последние три года в институте выполнена большая научно-исследовательская и нормотворческая работа по пересмотру и подготовке к внедрению окончательных редакций четырех государственных стандартов на различные виды электропроводок, средств их противопожарной защиты, а также методы определения огнезащитной эффективности этих средств. Важно отметить, что результаты этой работы позволяют повысить статус национальных стандартов до межгосударственного уровня, что позволит использовать их в системе стандартизации Евразийского экономического союза.

Ключевые слова: электропроводки, пожарная безопасность, противопожарные требования, методы испытаний, межгосударственные стандарты, актуализация нормативных документов.

Для цитирования: Смелков Г.И., Пехотиков В.А., Рябиков А.И., Назаров А.А. Актуализация национальной нормативной базы в области обеспечения пожарной безопасности электропроводок // Безопасность труда в промышленности. — 2020. — № 11. — С. 29–36. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-29-36

Актуальность проблемы

Оценивать состояние современной национальной нормативной базы в области обеспечения пожарной безопасности электропроводок в настоящее время весьма сложно, так как целый ряд стандартов, в том числе разработанных в ФГБУ ВНИИПО МЧС России, хотя все еще действуют, но за давностью лет частично устарели, а главное, перестали соответствовать статусу технического регламента Евразийского экономического союза [1], который, как известно, в части использования подзаконных актов может опираться только на межгосударственные стандарты стран-участниц.

Институт, предвидя возможность создания в стране критической ситуации по использованию отечественных стандартов в системе основополагаю-

щих межгосударственных нормативных документов по электроустановкам, своевременно включился в работу по актуализированному пересмотру и модификации основных стандартов в статус межгосударственных.

Актуальность статьи вызвана необходимостью проинформировать заинтересованные организации и читателей о внесенных изменениях в пересмотренные стандарты, которые в ближайшее время вступят в силу, а также дать анализ некоторых действующих нормативных документов, затрагивающих вопросы пожарной безопасности электропроводок.

Область исследования

Поскольку статья посвящена электропроводкам, целесообразно четко определить объект исследования, так как в различных стандартах этот термин

трактуются по-разному. Как показывает практика, даже действующий электротехнический персонал на объектах часто руководствуется термином из Правил устройства электроустановок [2], который, как известно, распространяется на небронированные кабели и, кроме того, вносит в это понятие ограничения для кабелей по площади сечения токопроводящих жил (ТПЖ) (до 16 мм²).

Новые нормативные требования по терминологии [3] для кабелей в электропроводках устанавливают только одно ограничение: напряжение в сети переменного тока на кабелях должно быть не более 1000 В, а для постоянного тока — не более 1500 В. Другими словами, электропроводки — это низковольтные сети и отличаются от кабельных линий только по величине номинального напряжения.

Среди многочисленных стандартизованных толкований термина «электропроводки» наиболее удачным можно считать следующее: «совокупность одного или более изолированных проводов, кабелей или шин и частей для их прокладки, крепления и, при необходимости, механической защиты» [3]. Этот международный электротехнический стандарт распространяется на электрические установки жилых, общественных и промышленных зданий и сооружений. Самый неудачный термин приведен в ГОСТ Р 50571.5.52—2011 [4], который допускает использование на перечисленных объектах голых проводов.

В настоящее время основные требования по пожарной безопасности кабелей, проводов, кабельных линий и электропроводок сформулированы в ст. 82 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (далее — Федеральный закон № 123-ФЗ) [5]:

п. 2 — кабельные линии и электропроводки систем противопожарной защиты объектов должны сохранять работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для выполнения функций этих систем и эвакуации людей в безопасную зону;

п. 8 — кабели, прокладываемые открыто, должны быть не распространяющими горение.

Весьма важно, что это требование не ограничивает область его применения и действует на всех объектах независимо от их функциональной пожарной опасности.

Актуализация разработанных в ФГБУ ВНИИПО МЧС России стандартов на электропроводки

ГОСТ Р 53313—2009 «Изделия погонажные электропроводные. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний». Электропроводки, как следует из ГОСТ [3], — это не только открыто проложенные провода и кабели групповых электросетей объектов, но и входящие в них различные средства защиты кабельных изделий от огня, а также от механических воздействий.

Несомненно, к таким средствам относятся погонажные электропроводные изделия (далее — арматура). В ГОСТ Р 53313—2009 [6] под арматурой понимаются изделия погонажные электропроводные с поперечным сечением различной геометрической формы, предназначенные для прокладки в них кабелей и проводов (трубы, лотки, короба, электроплинтусы и др.). При применении арматуры следует учитывать, что она, как и кабели, в соответствии с ТР ЕАЭС 043/2017 [1], входит в перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации на пожарную безопасность. Выдержавшая сертификационные испытания на нераспространение огня арматура с проложенными в ней кабельными изделиями способна обеспечить снижение распространения горения электропроводки на реальном пожаре, особенно на его начальной стадии.

Сертификационные испытания таких электропроводок на нераспространение горения проводятся [6] в наиболее жестких из возможных в эксплуатации и установленных в ходе исследований условиях: заполнение арматуры распространяющими горение кабелями АВВГ 2×2,5, при этом суммарная площадь поперечного сечения кабелей внутри арматуры должна составлять $(15 \pm 3) \%$ площади внутреннего поперечного сечения изделия. Аналогичные исследования проводятся и за рубежом [7].

Стандарт предъявляет к арматуре и устанавливает следующие требования пожарной безопасности, а также соответствующие методы испытаний: теплостойкость (метод давления нагретым шариком при температуре 75 или 125 °С), стойкость к закипанию нагретой проволокой (температура проволоочной петли 850 или 960 °С), стойкость к воздействию открытого пламени (метод FV (ПВ) и стойкость к распространению горения при одиночной или групповой прокладке (по ГОСТ ИЕС 60332-3 [8–12])). Последний метод — это уже испытание не материалов арматуры (как в предыдущих случаях), а крупномасштабные (длина образцов более 3 м) исследования реальной электропроводки: арматуры с проложенными в ней кабелями (проводами). Это очень важное уточнение, так как испытание арматуры в России регламентирует еще ГОСТ Р 52868—2007 [13], распространяющийся на системы кабельных лотков и кабельных лестниц, но в нем требование к длине образцов при оценке стойкости к воздействию открытого пламени — 675 мм, при этом прокладка в арматуре кабелей не предусматривается. В результате складывается сложная ситуация, не допустимая при решении вопроса о пожарной безопасности, когда к одному и тому же виду погонажных электропроводных изделий можно применять разные противопожарные требования, при этом различие требований заключается как в их числе, так и в режимах испытаний, что может существенно повлиять на пожарную безопасность изделий.

Разработанный и представленный в настоящее время в Росстандарт проект актуализированного межгосударственного стандарта, в котором устранены все отмеченные недостатки, после его утверждения даст возможность установить единые требования к методам испытаний для всех видов погонажных электромонтажных изделий.

ГОСТ Р 53311—2009 «Покрытия кабельные огнезащитные. Методы определения огнезащитной эффективности». За последнее время в кабельной отрасли произошли значительные изменения. С разработкой и освоением новых кабелей с повышенными показателями надежности и пожарной безопасности (отмечены Правительством Российской Федерации [14], отвечают межгосударственному стандарту [15]) огнезащитные кабельные покрытия (теперь в стандартах их рекомендовано называть общим термином «средства огнезащиты кабелей» — СОК) используются меньше и в основном для линий, выполненных ранее распространяющими горение кабелями, имеющими в настоящее время, как правило, уже предельный срок службы.

Основная цель использования огнезащитных красок — остановить распространение огня по поверхности защищаемого материала, изделия, конструкции [16].

Разработанный в 2018 г. проект межгосударственного стандарта «Средства огнезащиты кабелей. Методы определения огнезащитной эффективности» представлен в форме модифицированной версии ГОСТ Р 53311—2009 [17].

Проект стандарта гармонизирует национальные и межгосударственные подходы к оценке эффективности средств защиты кабелей в части нераспространения горения по кабельным линиям и электропроводкам, а также другие эксплуатационные характеристики, влияющие на обеспечение пожарной безопасности кабельных изделий.

Эффективность средств огнезащиты кабелей считается отвечающей требованиям стандарта, если в результате сертификационных испытаний:

длина поврежденной пламенем (обугленной) части кабельной прокладки с СОК (допустимый предел распространения горения) не превышает 1,5 м;

коэффициент снижения допустимого длительно-го тока нагрузки $K_{\text{тн}}$ для кабелей, покрытых СОК, — не менее 0,98:

$$K_{\text{тн}} = I_{\text{н}}^{\text{СОК}} / I_{\text{дл}} = 0,98 \div 1 ,$$

где $I_{\text{н}}^{\text{СОК}}$ — ток нагрузки кабеля, покрытого СОК, А; $I_{\text{дл}}$ — длительный допустимый ток кабеля, А.

В данном проекте по сравнению с действующим стандартом [17], исходя из актуализированных показателей теплофизических свойств современных изоляционных материалов, применяемых для изготовления кабельных изделий, допустимая температура нагрева ТПЖ кабелей (проводов) увеличена до

70 °С, что способствует лучшей (нормативной) адаптации современных кабельных изделий к возросшим токовым нагрузкам электропотребителей.

В текст стандарта внесен и ряд других важных изменений: обновлен терминологический ряд (коэффициент снижения допустимого длительного тока нагрузки, защитный покров, длительная допустимая температура нагрева ТПЖ и др.); выполнена актуализация ссылочных нормативных документов; уточнены современные требования к образцам исследуемых кабелей и др.

ГОСТ Р 53316 «Кабельные линии. Сохранение работоспособности в условиях пожара. Методы испытаний». В 2015 г. в результате анализа полученных в ходе публичного обсуждения замечаний и предложений по доработке данного стандарта выяснилось, что количество вносимых изменений превышает 20 % объема действующего стандарта, поэтому принято решение о его пересмотре.

Важность и актуальность стандарта заключаются в том, что он регламентирует противопожарные требования к очень важным электроустановкам любого объекта — электрооборудованию систем противопожарной защиты, которые, в соответствии с требованиями п. 2 ст. 82 Федерального закона № 123-ФЗ, должны работать в условиях пожара и сохранять свою работоспособность в течение времени, необходимого для выполнения функций этих систем и эвакуации людей в безопасную зону.

Модификацию ГОСТ [18], как показал анализ нормативных документов, начинать надо было с заголовка стандарта, так как к этому времени произошли существенные изменения в международной нормативной базе, регламентирующей требования к низковольтному оборудованию, следовательно, и к самим терминам «кабельные линии» и «электропроводки» [4]: низковольтные сети — это электропроводки, а выше 1000 В — кабельные линии. Поскольку системы противопожарной защиты объектов, на которые распространяется стандарт, питаются от низковольтных сетей, то термин «кабельные линии» в названии стандарта является нелегитимным и подлежит замене на термин «электропроводки».

Также некорректно звучат в названии стандарта и слова «в условиях пожара», поскольку сертификационные испытания проводятся не на реальном пожаре, а на стенде, в огневой печи, в режиме стандартизированного теплового воздействия. Поэтому в проекте стандарта предложено его новое наименование: «Электропроводки. Сохранение работоспособности в условиях стандартного теплового воздействия. Методы испытаний».

На основании опыта проведения исследований в проекте введены дополнительные требования к конструкции огневой камеры печи, к устройствам, поддерживающим и стабилизирующим положение образца электропроводки внутри испытательной камеры и на выходе из печи, конкретизированы тре-

бования в части комплектации и состава входящих в испытуемый образец элементов. Например, при испытании кабельных лотков и коробов рассчитывается дополнительная эквивалентная нагрузка, имитирующая массу отсутствующих кабельных изделий, указанных в проектной документации.

Актуализирован и расширен перечень ссылочных нормативных документов. Существенно обновлен и дополнен терминологический ряд стандарта.

Весьма важной в части требований Федерального закона № 123-ФЗ явилась актуализация в выборе образцов кабельных изделий, прокладываемых в коробах при испытании электропроводок на огнестойкость.

Внедрение разработанного проекта стандарта несомненно повысит эффективность его использования и выполнения требований Федерального закона № 123-ФЗ в части оценки фактического времени огнестойкости электропроводок систем противопожарной защиты объектов, необходимого для выполнения их функций и обеспечения эвакуации людей. Аналогичные задачи решаются за рубежом [19].

ГОСТ Р 53310—2009 «Проходки кабельные, вводы герметичные и проходы шинопроводов. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний на огнестойкость». Кабельные проходки не входят непосредственно в понятие «электропроводки», но они являются важнейшим элементом электросети с точки зрения ограничения возможности распространения пожара по кабелям в примыкающие помещения. Практика показывает, что на тех объектах, где устройству проходок не уделялось должного внимания, имели место катастрофические пожары, например, на заводе двигателей КаМАЗа, Останкинской телебашне и многих других.

В соответствии с требованиями технических регламентов [1, 5] проходки входят в перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации на подтверждение соответствия требованиям пожарной безопасности. Противопожарные требования включают два показателя [20]: определение предела огнестойкости проходки и коэффициента снижения допустимого длительного тока нагрузки для силовых кабельных изделий, входящих в проходку (он должен быть не менее 0,98). Предел огнестойкости проходки — это промежуток времени испытаний от начала огневого воздействия до наступления первого по времени (одного из нормируемых) предельного состояния, характеризующего потерю проходкой способности сохранять свои противопожарные функции:

потеря теплоизолирующей способности I вследствие достижения температуры на необогреваемой поверхности заделочного материала более 160 °С;

потеря целостности конструкции (заделочных материалов) проходки E в результате образования в ней сквозных трещин (отверстий), через которые на необогреваемую зону проникают продукты горения или пламя;

достижение критической температуры оболочек кабелей T в необогреваемой зоне проходки, составляющей для оболочек из ПВХ-пластиков 145 °С. В новой редакции предложена температура 160 °С.

В проект стандарта внесен еще ряд необходимых изменений. Прежде всего дано новое, гармонизированное с международной практикой, название стандарта, в котором термин «кабельные проходки» заменен на «узлы пересечения противопожарных преград кабельными изделиями». Но в тексте стандарта термин «кабельные проходки» как более адаптированный к национальной нормативной базе (употребляется в Федеральном законе № 123-ФЗ) остается как равнозначный.

Актуализированы требования к образцам кабелей, используемым в проходках при испытаниях: вместо устаревших ААШВ, АВВГ рекомендованы наиболее широко применяемые в настоящее время в проектной и электромонтажной практике кабели ВВГнг(А)-LS, не распространяющие горение, имеющие, как видно из их маркировки, медные ТПЖ, обладающие большей по сравнению с алюминиевыми жилами теплопроводностью и, следовательно, более эффективным выносом тепла из зоны пожара через проходку в защищаемое помещение.

Необходимые изменения внесены в методику определения коэффициента снижения допустимого длительного тока нагрузки для силовых кабелей путем введения требования по корректировке значения тока нагрузки в зависимости от температуры окружающей среды при испытаниях.

Весьма важно было уточнить и ввести в стандарт более корректную оценку соответствия полученных результатов испытания заделочных материалов проходки требованиям стандарта в части их допустимого нагрева. В действующем ГОСТ Р 53310—2009 нормируется допустимый перегрев заделочного материала более 140 °С, хотя понятно, что пожарную опасность любого горючего материала определяет температура его нагрева (суммарная температура окружающей среды и перегрева). Эту температуру и рекомендовано использовать для регламентации результатов испытаний. Исследования показали, что ее можно принять равной 160 °С. Для материалов оболочек кабелей из пластикатов поливинилхлорида и полимерных композиций, не содержащих галогенов (при отсутствии наносимых средств защиты), допускается температура нагрева не более 160 °С. Для металлических конструктивных элементов (короба, лотки, трубы) — не более 180 °С.

Окончательная редакция международного стандарта ГОСТ ИЕС 60695-1-12:2015 «Испытания на пожароопасность. Руководство по оценке пожарной опасности электротехнической продукции. Система пожарной безопасности». Проект этого межгосударственного стандарта занимает особое место в обзоре, поскольку отражает первую и весьма удачную попытку участия института в разработке ана-

литического раздела «Вероятная оценка пожарного риска» (выполнено по заказу ТК 89 Международной электротехнической комиссии) для включения его в международный стандарт IEC 60695-1-12:2015 [21].

Вероятностный метод оценки пожарной опасности электроизделий ранее присутствовал только в системе национальной стандартизации, в ГОСТ 12.1.004—91 [22], т.е. это тот редкий случай, когда международный стандарт был гармонизирован под российский. На сегодняшний день метод оценки риска возникновения пожара от электротехнических изделий утвержден для применения в 13 национальных стандартах Российской Федерации и более чем в 20 стандартах на различные электротехнические изделия. Метод достаточно известен, поэтому не будем подробно рассматривать его в статье. Для электротехнических изделий в общем виде расчет выполняется по формуле:

$$Q_f = Q_{fc} Q_{fv} Q_{pf} Q_{ign},$$

где Q_{fc} — вероятность возникновения характерного аварийного режима в изделии (короткое замыкание, перегрузки, повышенное переходное сопротивление и т.п.), рассчитывается статистически на основе накопленных данных; Q_{fv} — вероятность того, что значение величины характеристического электротехнического параметра (ток, сопротивление и др.) характерного аварийного режима находится в диапазоне пожароопасных значений; Q_{pf} — вероятность несрабатывания (аппарата) защиты (электрической, тепловой и т.п.); Q_{ign} — вероятность того, что горючий материал достигает критической температуры либо загорается (на основе экспериментальных данных).

Если существует k (число) определенных пожароопасных режимов, характерных для функционирования электротехнического изделия, то

$$Q_f = 1 - \prod_{i=1}^k [1 - (Q_{fc} Q_{fv} Q_{pf} Q_{ign})].$$

Конечно, стандарт не является подробным техническим пособием при выполнении проектных работ, но может служить руководством для технических комитетов по видам электротехнической продукции при разработке и обосновании методов оценки и обеспечения пожарной безопасности электротехнических изделий и электроустановок.

Для электропроводок метод вероятностной оценки пожарного риска в ГОСТе не приводится. С ним можно ознакомиться в методических рекомендациях института, разработанных на базе этого стандарта [23].

Заключение

Разработка, модификация и гармонизация нормативных документов, регламентирующих противопожарные требования, предъявляемые к электропроводкам, являются одним из важнейших

направлений в деятельности института в области пожарной профилактики электроустановок. Наибольшей эффективностью обладают нормы, имеющие в основе научно-техническое обоснование, которое институт осуществляет на протяжении многих лет в процессе выполнения научно-исследовательских работ по заявкам МЧС России.

Завершение плана научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ МЧС России по пересмотру стандартов и программы межгосударственной стандартизации, начатой в 2017 г., позволит существенно повысить эффективность деятельности проектных организаций, предприятий кабельной промышленности, органов по сертификации, надзорных служб, предприятий и организаций Росэлектромонтажа по повышению качества и безопасности электротехнической продукции, в том числе кабельных изделий, а также различного рода электросетей, прежде всего электропроводок.

Стандарты, регламентирующие область применения кабельной продукции, а также правила монтажа кабельных линий и электропроводок, не могут быть идентичными, а обязательно модифицированными, опирающимися на национальную нормативную базу, учитывающую отечественную практику проектирования, а также уровень, особенности и возможности российской электротехнической промышленности.

Специалисты института высказали мнение по вопросу гармонизации отечественной нормативной базы с международными стандартами [24]. Необходимость гармонизации не вызывает сомнения, когда речь идет о разработке стандартов, регламентирующих методы оценки качества кабельных изделий, в том числе показателей, характеризующих их пожарную безопасность.

Авторы благодарят А.А. Варламкина за активное участие в проведении экспериментальных исследований, связанных с обеспечением пожарной безопасности кабельных проходок.

Список литературы

1. *ТР ЕАЭС 043/2017*. Технический регламент Евразийского экономического союза «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения». URL: <http://docs.cntd.ru/document/456080708> (дата обращения: 12.10.2020).
2. *Правила* устройства электроустановок. Все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями. — М.: Норматика, 2020. — 464 с.
3. *ГОСТ Р МЭК 60050-826—2009*. Термины и определения (Переиздание). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200077683> (дата обращения: 12.10.2020).
4. *ГОСТ Р 50571.5.52—2011*. Электроустановки низковольтные. Часть 5-52. Выбор и монтаж электрооборудования. Электропроводки. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-50571-5-52-2011> (дата обращения: 12.10.2020).
5. *Технический регламент* о требованиях пожарной безопасности: федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. URL:

<http://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 12.10.2020).

6. *ГОСТ Р 53313—2009*. Изделия погонажные электро-монтажные. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/48074/> (дата обращения: 12.10.2020).

7. *Instrument cable tray fire protection*. URL: <https://morganadvancedmaterials.com/media/5882/cabletray.pdf> (дата обращения: 12.10.2020).

8. *ГОСТ IEC 60332-3-21—2011*. Испытание электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 3-21. Распространение пламени по вертикально расположенным пучкам проводов или кабелей. Категория А F/R. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200096309> (дата обращения: 12.10.2020).

9. *ГОСТ IEC 60332-3-22—2011*. Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 3-22. Распространение пламени по вертикально расположенным пучкам проводов или кабелей. Категория А. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200101503> (дата обращения: 12.10.2020).

10. *ГОСТ IEC 60332-3-23—2011*. Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 3-23. Распространение пламени по вертикально расположенным пучкам проводов или кабелей. Категория В. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200100776> (дата обращения: 12.10.2020).

11. *ГОСТ IEC 60332-3-24—2011*. Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 3-24. Распространение пламени по вертикально расположенным пучкам проводов или кабелей. Категория С. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200100694> (дата обращения: 12.10.2020).

12. *ГОСТ IEC 60332-3-25—2011*. Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 3-25. Распространение пламени по вертикально расположенным пучкам проводов или кабелей. Категория D. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200100706> (дата обращения: 12.10.2020).

13. *ГОСТ Р 52868—2007*. Системы кабельных лотков и системы кабельных лестниц для прокладки кабелей. Общие технические требования и методы испытаний. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200068297> (дата обращения: 12.10.2020).

14. *О присуждении премий Правительства Российской Федерации 2010 года в области науки и техники: распоряжение Правительства Рос. Федерации от 25 февр. 2011 г. № 285-р*. URL: <https://rg.ru/2011/03/02/premii-site-dok.html> (дата обращения: 12.10.2020).

15. *ГОСТ 31565—2012*. Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200101754> (дата обращения: 12.10.2020).

16. *How to Use Fire Retardant Paint and Intumescent Paint to Increase the Safety and Fire Resistant Properties of Timber, Plaster, Steel and Masonry Surfaces*. URL: <https://www.diydoctor.org.uk/projects/fire-retardant-paint.htm> (дата обращения: 12.10.2020).

17. *ГОСТ Р 53311—2009*. Покрытия кабельные огнезащитные. Методы определения огнезащитной эффектив-

ности. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200073270> (дата обращения: 12.10.2020).

18. *ГОСТ Р 53316—2009*. Кабельные линии. Сохранение работоспособности в условиях пожара. Методы испытаний. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200082424> (дата обращения: 12.10.2020).

19. *Flame Retardant and Fire Resistant Cables*. URL: <https://tratosgroup.com/news/flame-retardant-and-fire-resistant-cables/> (дата обращения: 12.10.2020).

20. *ГОСТ Р 53310—2009*. Проходки кабельные, вводы герметичные и проходы шинопроводов. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний на огнестойкость. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071876> (дата обращения: 12.10.2020).

21. *IEC 60695-1-12:2015*. Fire hazard tasting — Part 1-12: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products — Fire safety engineering. URL: https://webstore.iec.ch/preview/info_iec60695-1-12%7Bed1.0%7Db.pdf (дата обращения: 12.10.2020).

22. *ГОСТ 12.1.004—91*. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. URL: <http://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 12.10.2020).

23. *Определение вероятности пожара от кабелей и проводов электрических сетей: методические рекомендации*. — М.: ВНИИПО МВД СССР, 1990. — 40 с.

24. *Смелков Г.И., Копылов Н.П., Пехотиков В.А.* Актуальные вопросы оценки и обеспечения пожарной безопасности электропроводок// *Безопасность труда в промышленности*. — 2019. — № 6. — С. 38—44. DOI: 10.24000/0409-2961-2019-6-38-44

smelkov39@mail.ru

*Материал поступил в редакцию 6 октября 2020 г.
Доработанная версия — 12 октября 2020 г.*

**«Bezopasnost Truda v Promyshlennosti»/ «Occupational Safety in Industry», 2020, № 11, pp. 29—36.
DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-29-36**

Updating of the National Normative Base in the Field of Ensuring Fire Safety of Electrical Wiring

G.I. Smelkov, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Chief Research Associate, smelkov39@mail.ru

V.A. Pekhotikov, Cand. Sci. (Eng.), Lead Researcher

A.I. Ryabikov, Department Head

A.A. Nazarov, Deputy Head of the Department

FGBU VNIPO of EMERCOM of Russia, Balashikha, Russia

Abstract

In Russia every year, according to the statistics, the most fire hazardous types of electrical installations are electrical wiring, from which 65 % of fires occurred in 2019, associated with all the types of electrical installations.

Considering the urgency of the problem, the Federal Research Budgetary Institution of the All-Russian Order of the Badge of Honor, the Research Institute of Fire Defense pays constant attention to increasing the level of fire prevention studies.

One of the most important tasks in the institute activities in this

field is the development, updating, modification and harmonization of the national normative base regulating fire safety requirements and methods for assessing the fire safety of electrical installations, and, above all, of course, electrical wiring.

The fundamental regulatory documents are the Technical Regulations TR EEU 043/2017 and the Federal Law of 22. 07. 2008 № 123-FZ «Technical regulations on fire safety requirements», in the development of the electrical section of which the authors of the article took an active part. Particular attention here deserves Clause 2 of Article 82, which regulates the requirements for fire resistance (operability) of cable lines and electrical wiring systems for fire protection of the objects under fire conditions, and Clause 8 of the same article, which imposes the requirements that were awaited for a long time by all the branches of industry, agriculture, housing construction and, first of all, of course, power engineers and employees of the fire service: «Cables laid openly must be flame retardant». The requirement applies to all the objects, regardless of their functional fire hazard.

Over the past three years, the Institute carried out a large scientific research and rule-making work on the revision, development and substantiation of the proposed solutions for new editions of the interstate standards for various types of electrical wiring using: molded electrical wiring products, cables of increased fire resistance under fire conditions, fire retardant cable coatings and cable penetrations.

In theoretical terms, the interest is in the proposed by the authors a calculation method for assessment of electrical products fire hazard, based on the stochasticity of emergency modes that cause their failure and ignition.

Key words: electrical wiring, fire hazard, fire safety requirements, test methods, interstate standards, updating of regulatory documents.

References

1. TR EEU 043/2017. Technical Regulations of the Eurasian Economic Union «On the requirements for means of ensuring fire safety and fire fighting». Available at: <http://docs.cntd.ru/document/456080708> (accessed: October 12, 2020). (In Russ.).
2. Rules for electrical installations. All current sections of the sixth and seventh editions with changes and additions. Moscow: Normatika, 2020. 464 p. (In Russ.).
3. GOST R IEC 60050-826—2009. Electrical installations. Terms and definitions. (Reedition). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200077683> (accessed: October 12, 2020). (In Russ.).
4. GOST R 50571.5.52—2011. Low-voltage electrical installations. Part 5-52. Selection and installation of electrical equipment — Wiring systems. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-50571-5-52-2011> (accessed: October 12, 2020). (In Russ.).
5. Technical regulations on fire safety requirements: Federal law of the Russian Federation № 123-FZ of July 22, 2008. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (accessed: October 12, 2020). (In Russ.).
6. GOST R 53313—2009. Molded electrical products. Fire safety requirements. Test methods. Available at: <https://internet-law.ru/gosts/gost/48074/> (accessed: October 12, 2020). (In Russ.).
7. Instrument cable tray fire protection. Available at: <https://morganadvancedmaterials.com/media/5882/cabletray.pdf> (accessed: October 12, 2020).
8. GOST IEC 60332-3-21—2011. Tests on electric and optical cables under fire conditions. Part 3-21. Flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables. Category A F/R. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200096309> (accessed: October 12, 2020). (In Russ.).
9. GOST IEC 60332-3-22—2011. Tests on electric and optical cables under fire conditions. Part 3-22. Flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables. Category A. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200101503> (accessed: October 12, 2020). (In Russ.).
10. GOST IEC 60332-3-23—2011. Tests on electric and optical cables under fire conditions. Part 3-23. Flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables. Category B. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200100776> (accessed: October 12, 2020). (In Russ.).
11. GOST IEC 60332-3-24—2011. Tests on electric and optical cables under fire conditions. Part 3-24. Flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables. Category C. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200100694> (accessed: October 12, 2020). (In Russ.).
12. GOST IEC 60332-3-25—2011. Tests on electric and optical cables under fire conditions. Part 3-25. Flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables. Category D. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200100706> (accessed: October 12, 2020). (In Russ.).
13. GOST R 52868—2007. (IEC 61537:2006). Cable tray systems and cable ladder systems for cable management. General technical requirements and test methods. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200068297> (accessed: October 12, 2020). (In Russ.).
14. On awarding prizes of the Government of the Russian Federation in 2010 in the field of science and technology: Order of the Government of the Russian Federation № 285-p dated February 25, 2011. Available at: <https://rg.ru/2011/03/02/premii-site-dok.html> (accessed: October 12, 2020). (In Russ.).
15. GOST 31565—2012. Cable products. Requirements of fire safety. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200101754> (accessed: October 12, 2020). (In Russ.).
16. How to Use Fire Retardant Paint and Intumescent Paint to Increase the Safety and Fire Resistant Properties of Timber, Plaster, Steel and Masonry Surfaces. Available at: <https://www.diydoctor.org.uk/projects/fire-retardant-paint.htm> (accessed: October 12, 2020).
17. GOST R 53311—2009. Coatings cables fire retardant. Methods for determination of fireproof efficiency. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200073270> (accessed: October 12, 2020). (In Russ.).
18. GOST R 53316—2009. Cable lines. Circuit integrity under fire. Test method. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200082424> (accessed: October 12, 2020). (In Russ.).
19. Flame Retardant and Fire Resistant Cables. Available at: <https://tratosgroup.com/news/flame-retardant-and-fire-resistant-cables/> (accessed: October 12, 2020).
20. GOST R 53310—2009. Through penetration for cables, hermetic inputs and through penetration of electric current types.

Requirements of fire safety. Fire resistance test methods. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200071876> (accessed: October 12, 2020). (In Russ.).

21. IEC 60695-1-12:2015. Fire hazard testing — Part 1-12: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products — Fire safety engineering. Available at: https://webstore.iec.ch/preview/info_iec60695-1-12%7Bed1.0%7Db.pdf (accessed: October 12, 2020).

22. GOST 12.1.004—91. Occupational safety standards system. Fire safety. General requirements. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/9051953> (accessed: October 12, 2020). (In Russ.).

23. Determination of the probability of fire from cables and wires of electrical networks: methodological recommendations. Moscow: VNIPO MVD SSSR, 1990. 40 p. (In Russ.).

24. Smelkov G.I., Kopylov N.P., Pekhotikov V.A. Current Issues of Assessment and Ensuring Electrical Wiring Fire Safety. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2019. № 6. pp. 38–44. (In Russ.). DOI: 10.24000/0409-2961-2019-6-38-44

Received October 6, 2020
In final form — October 12, 2020

Вышел в свет Информационный бюллетень Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 5 (110) за 2020 г.



В бюллетене представлена информация о работе Управления по надзору за объектами нефтегазового комплекса Ростехнадзора за 8 мес 2020 г., в том числе сведения об объектах: нефтегазодобывающей, нефтехимической, нефтегазоперерабатывающей промышленности; нефтепродуктообеспечения; магистрального трубопроводного транспорта и подземного хранения газа; газораспределения и газопотребления; информация об авариях, происшедших на вышеперечисленных объектах нефтегазового комплекса, о работе Управления государственного энергетического надзора, об уроках, извлеченных из аварий и несчастных случаев, о работе Управления горного надзора, об аварийности, травматизме и утратах взрывчатых материалов на опасных производственных объектах за III квартал 2020 г., о работе Управления общепромышленного надзора, о промышлен-

ной безопасности производственных объектов агропромышленного комплекса, отнесенных действующим законодательством в области промышленной безопасности к опасным производственным объектам.

Опубликованы: информация о нормативно-правовых актах Ростехнадзора в области использования атомной энергии, об утвержденных, вступивших в силу, замененных или отмененных документах в сфере деятельности Ростехнадзора; постановление Правительства Российской Федерации от 1 октября 2020 г. № 1580; материалы «XVIII заседание Межгосударственного совета по промышленной безопасности», «СИЗ — глобальная проверка рынка 2020. Было — стало», «Управление рисками — новые вызовы», «Аддитивные технологии в ТЭК: мировая практика и российские перспективы», «Нефтегазопереработка – 2020».

Подписаться на Информационный бюллетень на 2020 г. можно

- ♦ **в редакции** — по телефону +7 (495) 620-47-53;
- ♦ **в почтовом отделении связи** по каталогу ОАО «Агентство «Роспечать» «Газеты. Журналы» (индекс 82684), объединенному каталогу «Пресса России» (индекс 42099);
- ♦ **через каталог периодических изданий «Газеты и журналы» ГК «Урал-Пресс»** (индекс 82684);
- ♦ **в интернет-магазине** www.shop.safety.ru.

Приобрести Информационный бюллетень за наличный или безналичный расчет можно по адресу:

105082, Москва, Переведеновский пер., д. 13, строение 14. Заявку и оплаченный счет необходимо отправить по тел/факсу +7 (495) 620-47-53 (многоканальный) или e-mail: ornd@safety.ru.

Факторы оценки степени вины пострадавшего при несчастном случае на производстве



Е.Е. Фомина,
канд. техн. наук, доцент,
зам. зав. кафедрой,
ka72@bk.ru



Е.В. Глебова,
д-р техн. наук, проф.,
зав. кафедрой

ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина»,
Москва, Россия

Введение

Согласно ст. 229.2 Трудового кодекса Российской Федерации «Если при расследовании несчастного случая с застрахованным установлено, что грубая неосторожность застрахованного содействовала возникновению или увеличению вреда, причиненного его здоровью, то с учетом заключения выборного органа первичной профсоюзной организации или иного уполномоченного работниками органа комиссия (в предусмотренных настоящим Кодексом случаях государственный инспектор труда, самостоятельно проводящий расследование НС) устанавливает степень вины застрахованного в процентах» [1].

На сегодняшний день отсутствует какая-либо методика, позволяющая выполнить требование законодательства.

Цель работы — совершенствование процедуры расследования несчастных случаев на производстве, одной из задач которой является разработка методики оценки степени вины застрахованного при грубой неосторожности.

Теория вопроса

Для того чтобы решить, допустил ли работник грубую неосторожность, просто неосторожность, неосмотрительность или поспешность, необходимо установить причинную связь между нарушением и нарушителем и очень тщательно проверить, все ли сделал работодатель для создания безопасных условий труда [2–4]:

было ли проведено качественное обучение пострадавшего;

Рассмотрена методика оценки степени вины участников происшествия, в том числе несчастного случая на производстве, основанная на анализе причинных факторов, используемых в процедурах внутреннего расследования происшествий ведущих компаний топливно-энергетического комплекса. В качестве примера выполнен анализ несчастного случая (падение работника на лестничном пролете офисного здания). На основе уровня воздействия выявленных причинных факторов рассчитан процент вины пострадавшего.

Ключевые слова: происшествие, несчастный случай, метод анализа происшествия, причинный фактор, степень вины пострадавшего.

Для цитирования: Фомина Е.Е., Глебова Е.В. Факторы оценки степени вины пострадавшего при несчастном случае на производстве // Безопасность труда в промышленности. — 2020. — № 11. — С. 37–43. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-37-43

был ли пострадавший обеспечен всеми необходимыми средствами индивидуальной защиты;

проведена ли специальная оценка условий труда на рабочем месте;

содержат ли инструкции по охране труда, по которым инструктировался пострадавший, требования по безопасному выполнению работы, при которой получена травма;

все ли предусмотренные технические средства предупреждения аварий и несчастных случаев соответствуют требованиям безопасности (ограждения, аварийные выключатели, блокировки и т.п.);

был ли проведен пострадавшему медицинский осмотр в положенные сроки в соответствии с требованиями законодательства;

соблюден ли режим труда и отдыха;

предоставлены ли своевременно пострадавшему выходные дни и очередные отпуска и пр.

Согласно российскому законодательству степень вины пострадавшего в несчастном случае влияет только на размер ежемесячных страховых выплат, назначаемых в случае стойкой утраты трудоспособности (т.е. инвалидности) [1]. При этом она никоим образом не отражается на размере пособия по временной нетрудоспособности в связи с несчастным случаем, которое назначают по правилам [5] на оплату больничных листов и иных выплат по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Вина пострадавшего не учитывается при его смерти и не отражается на предоставлении страховых

выплат иждивенцам (на практике при расследовании несчастных случаев, закончившихся смертельным исходом, степень (размер) вины пострадавшего в произошедшем несчастном случае не устанавливаются). Грубая неосторожность может повлиять на решение суда, если пострадавший обратится за взысканием компенсации материального и морального ущерба. Размер возмещения может быть уменьшен в зависимости от установленной степени вины, если грубая неосторожность содействовала возникновению или увеличению вреда. При грубой неосторожности потерпевшего и отсутствии вины работодателя в отдельных случаях в компенсации ущерба потерпевшему может быть отказано [3].

Размер (процент) устанавливаемой вины пострадавшего работника законодательством не регламентируется и не ограничивается. То есть он может быть любым (от 0 до 100 %) и зависит лишь от решения лиц, проводивших расследование несчастного случая, и установленных ими в ходе расследования истинных обстоятельств и причин происшествия. Однако размер ежемесячных страховых выплат нельзя снизить более чем на 25 % [5].

В п. 10 акта о несчастном случае на производстве по форме Н-1 должны быть указаны лица, виновные в происшествии, если такие выявлены в ходе расследования [6]. Согласно ч. 8 ст. 229.2 [1] при определении степени вины застрахованного в процентах комиссия по расследованию несчастного случая на производстве обязана рассмотреть заключение профсоюзного комитета или другого уполномоченного органа работников, форма которого в российском законодательстве отсутствует. Отсутствует и единая методика определения степени вины пострадавшего.

Описание материалов и методов анализа

В процедуре внутреннего расследования происшествий, в том числе несчастного случая на производстве, крупные компании топливно-энергетического комплекса (ТЭК) используют локальные нормативные документы [7–11], в которых для выявления коренных причин происшествия рекомендуются различные методы. В настоящее время насчитывается более 60 методов анализа, каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки [12]. В табл. 1 приведены наиболее часто используемые в компаниях ТЭК методы анализа происшествий.

Таблица 1

Название метода	Краткое описание метода
Шкала событий (Step)	Визуальное представление последовательности событий, взаимосвязи объектов, субъектов и условий на временной шкале [13]
Анализ заданий	Метод деления задачи и заданий на шаги или подзадачи, определения последовательности действий, инструкций, условий, инструментов и материалов, связанных с выполнением конкретной задачи или задания. Позволяет составить представление о том, как работа должна была выполняться, если бы она выполнялась в соответствии со всеми предъявляемыми к ней требованиями и ожиданиями, а также как она выполнялась в действительности
Анализ изменений	Сравнение деятельности, выполняемой до и после происшествия, с той же самой деятельностью, когда происшествие не произошло. Позволяет определить различие между тем, что имело место в других ситуациях, и тем, что случилось
Анализ барьеров	Анализ основывается на допущении, при котором происшествие возникает в результате воздействия, и такое воздействие можно предотвратить посредством использования барьеров. Нежелательное событие возникает в результате отсутствия, отказа или низкой эффективности барьеров [14]
Пять почему	Осуществляется путем итеративной (как правило, не более пяти итераций) постановки вопроса «почему?» для установления связей между причинами, каждый последующий вопрос задается к ответу на предыдущий
Диаграмма Иси-кавы (диаграмма причинно-следственных связей)	Создается диаграмма всех возможных причинных факторов в виде рыбьего скелета [15], чтобы увидеть, где проблема могла начаться
Пять вопросов	Состоит из пяти групп вопросов: цель (зачем выполнялась работа?); люди (кто выполнял и контролировал работу, имели ли работники необходимые квалификацию, подготовку, опыт и т.п. ?); место (где выполнялась работа, правильно ли выбрано место?); время (когда выполнялась работа, удобно ли было выбрано время?); технология (как выполнялась работа, почему работа выполнялась именно так?). Могут быть и другие группы вопросов [16]
Дерево отказов (неисправностей)	Идентифицируется главное событие, определяются причины его возникновения, которые представляются в виде логической древовидной диаграммы [15, 17, 18]
Галстук-бабочка	Описываются события с помощью дерева неисправностей и анализа последствий с использованием дерева событий. Особое внимание фокусируется на барьерах между причинами и отказами, отказами и последствиями [15, 19]

С помощью данных методов определяются причинно-следственные связи и причинные факторы, которые условно можно разделить на следующие группы [7]:

связь (несоответствующий обмен информацией при непосредственном общении, по телефону, электронной почте и т.д.);

документация (несоответствующие инструкции по охране труда, процедуры, методики и инструкции по выполнению работ, ремонту и техническому обслуживанию, эксплуатации или специальные программы и инструкции по проведению испытаний; несоответствующие чертежи, инструкции по оборудованию, проект и т.д.);

автоматизация процесса (недостаточные или неправильные показания измерительных приборов, устройств сигнализации и управления, передающих информацию о работоспособности оборудования и т.п.);

условия труда (недостаточное освещение рабочего пространства, шум, температура, влажность и др.);

рабочий график (сверхурочное время, недостаточное время для подготовки и (или) для выполнения поставленной задачи);

практика работы (порядок ведения работ, наличие нарушений правил ведения работ);

организация и планирование работы (связанная с работой задача, определение необходимых средств, постановка задачи и составление графика выполнения поставленной задачи);

методы надзора, контроля за выполнением связанных с работой задач (несоответствующее управление, вмешательство органов контроля и т.п.);

квалификация, обучение и повышение квалификации (неправильно установленные требования к квалификации работников, недостаточные знания, отсутствие обучения, несоответствующие учебные материалы, недостаточная практика, неэффективное обучение на рабочем месте и т.п.);

управление изменениями (несоответствующая требованиям модификация оборудования, отсутствие повторного обучения, необходимого при появлении изменений в инструкциях и документации; любые изменения, влияющие на безопасность (организация рабочего места, нормативные требования, параметры технологического процесса, средства коллективной защиты и др.);

управление ресурсами (отсутствие или недостаток инструментов, запасных частей, информации, финансовых, человеческих ресурсов);

методы управления (отсутствие ответственности с эффективным распределением обязанностей по лицам, участвующим в технологическом процессе; неустранение ранее выявленных проблем; неэффективное использование опыта эксплуатации; отсутствие учета безопасности и др.);

проект и анализ (недостатки проектирования систем или подсистем; несоответствующее распо-

ложение компонентов; отсутствие необходимого компонента; ошибки в допущениях, методах или вычислениях во время проектирования или установления эксплуатационных пределов; неправильный выбор материалов, компонентов; в исходном проекте не учтены условия окружающей среды при эксплуатации);

конструкция, изготовление и сборка оборудования (дефекты и т.п.);

эксплуатация оборудования (эксплуатационные характеристики оборудования);

ремонтное и техническое обслуживание и испытания (объем и качество проведения пусконаладочных работ, технического обслуживания, диагностического обследования, капитального и текущего ремонтов);

внешние факторы (буря, наводнение, колебания напряжения и частоты в энергосистеме, экстремальная температура и т.п.);

персональные факторы (физические, психофизиологические способности человека, поведение работника и т.п.);

средства индивидуальной защиты (наличие, применение, соответствие условиям труда и т.п.);

средства коллективной защиты (наличие, исправность, обслуживание и т.п.).

В ходе внутреннего расследования происшествия, установив причинные факторы с учетом их уровня воздействия k_i (табл. 2), можно определить процент вины пострадавшего, чья грубая неосторожность привела к несчастному случаю на производстве, по формуле:

$$X = \frac{k_1 n_{1\text{постр}} + k_2 n_{2\text{постр}} + k_3 n_{3\text{постр}}}{\sum_{i=1}^3 k_i n_i} \cdot 100,$$

где в числителе — сумма причинных факторов, относящихся исключительно к пострадавшему, а в знаменателе — сумма всех причинных факторов, установленных в ходе расследования происшествия; n_1 — число главных факторов; n_2 — число второстепенных факторов; n_3 — число возможных факторов. В целях анализа происшествий и разработки мер по снижению травматизма также можно

Таблица 2

Тип причинного фактора	k_i , балл
Главный — если фактор, повлиявший на событие, необходим при текущей деятельности	3
Второстепенный — если фактор способствует возникновению события, устранение данного фактора снизит вероятность возникновения события	2
Возможный — если фактор потенциально может способствовать возникновению аналогичного события	1

определить процент вины каждого прямого или косвенного участника происшествия (другие работники организации, подрядчики, поставщики, третьи лица и др.).

Рассмотрим самое распространенное событие — падение на лестнице, относящееся к условной группе «сквозных рисков», т.е. рисков, присущих всем рабочим местам на любом предприятии (в этом случае не рассматриваются работы на высоте) [20]. Работник компании — специалист в туфлях на высоком каблуке (высота каблука более 8 см) — спускалась по лестнице (в одной руке у нее были документы, в другой — телефон), не держась за поручень (рис. 1). В результате скольжения (мокрый пол) произошло падение, исход которого мог быть от легкого ушиба до смертельного случая. На рис. 2 представлена шкала событий (здесь в черной рамке — критическое действие (условие).

На рис. 3 представлено графическое изображение причин падения на лестнице с помощью объединенных методов «Дерево отказов» и «Пять почему».

По результатам расследования несчастного случая на производстве в акте формы Н-1 указана причина — личная неосторожность работника. В процессе внутреннего расследования коренных причин происшествия из 20 вышеописанных причинных факторов, повлиявших на данное событие, выявлены только две группы: условия труда и персональный фактор. Со стороны работодателя выполнены все основные требования безопасности: проведена специальная оценка условий труда, работник обучен по охране труда, соблюден режим труда и отдыха, остальные факторы не оказали воздействия на происшествие. Среди возможных, т.е. оказавших потенциальное воздействие, выделены два фактора:

скользкий, мокрый пол с предупреждающим знаком безопасности «Осторожно, скользко»;

отсутствие на лестнице знаков безопасности: «Двигаясь по лестнице, держись за перила» и «Запрещается пользоваться мобильными (сотовыми) телефонами во время движения» (табл. 3, причинные факторы).

Со стороны пострадавшей нарушены два правила безопасности, закрепленных в локальных нормативных документах компании [21]:

не держалась за перила;

отвлеклась во время передвижения (разговаривала по телефону).

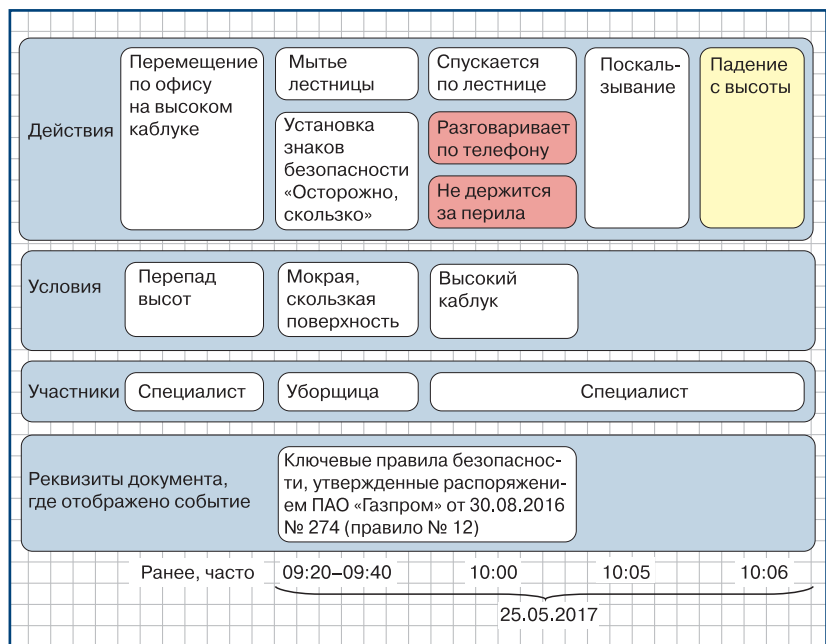
Они определены как два главных фактора, повлиявших на событие.

Также обозначены два второстепенных фактора:



▲ Рис. 1. Модель происшествия

▲ Fig. 1. Incident model



▲ Рис. 2. Шкала событий

▲ Fig. 2. Scale of events

пониженные бдительность и осторожность; высокий каблук.

Все четыре фактора относятся к группе «Персональный фактор».

Процент вины пострадавшего рассчитывается по формуле:

$$X = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 2}{3 \cdot 2 + 2 \cdot 2 + 1 \cdot 2} \cdot 100 = 83,33.$$

Заключение

Разработанная методика, основанная на факторном анализе, позволяет:



▲ Рис. 3. Графическое изображение причин падения на лестнице
 ▲ Fig. 3. Graphical representation of the causes of falling on the stairs

Таблица 3

Группа причинных факторов	Причинный фактор	Тип причинного фактора	k_p , балл	Участник происшествия
Условия труда	Скользкая поверхность с предупреждающим знаком безопасности	Возможный	1	Работодатель
	Отсутствие знака безопасности при его желательном наличии	Возможный	1	Работодатель
Персональный фактор	Нарушение правил безопасности (не держится за перила на лестнице)	Главный	3	Пострадавший
	Нарушение правил безопасности (разговор по телефону во время движения)	Главный	3	Пострадавший
	Пониженные бдительность и осторожность	Второстепенный	2	Пострадавший
	Использование неудобной обуви (высокий каблук)	Второстепенный	2	Пострадавший

внести ясность и прозрачность в процедуру расследования происшествий, в том числе несчастных случаев на производстве;

ликвидировать пробел в российском законодательстве в части определения степени вины застрахованного в процентах при грубой неосторожности;

сократить число судебных разбирательств по данному вопросу.

Список литературы

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 дек. 2001 г. № 197-ФЗ (ред. от 14.07.2020). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (дата обращения: 20.07.2020).

2. Волжанская Е. Грубая неосторожность пострадавшего. URL: <https://ohranatruda.ru/news/2845/156159/> (дата обращения: 20.07.2020).

3. Воробьев И. Несчастные случаи и профзаболевания. Особенности расследования. Грубая неосторожность при несчастном случае: порядок, практика, последствия установления. URL: <https://e.otruda.ru/474367> (дата обращения: 20.07.2020).

4. Рекомендации профсоюзному комитету по определению степени вины пострадавшего при несчастном случае на производстве или профессиональном заболевании. URL: <https://pandia.ru/text/78/634/37972.php> (дата обращения: 20.07.2020).

5. Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний: федер. закон от 24 июля 1998 г. № 125-ФЗ (последняя ред.). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19559/<https://clck.ru/G3xet> (дата обращения: 20.07.2020).

6. Об утверждении форм документов, необходимых для расследования и учета несчастных случаев на производстве, и положения об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях: постановление Минтруда России от 24 окт. 2002 г. № 73 (ред. от 14.11.2016). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_39925/ (дата обращения: 20.07.2020).

7. СТО Газпром 18000.4-008—2019. Анализ коренных причин происшествий. Порядок их установления и разработки мероприятий по предупреждению. URL: <https://pererabotka.gazprom.ru/d/textpage/6e/110/sto-gazprom-18000.4-008-2019-analiz-kornevykh-prichin.pdf> (дата обращения: 05.07.2020).

8. Положение компании. Порядок расследования происшествий № ПЗ-05 Р-0778. URL: http://zakupki.rosneft.ru/files/zakup/45835/2020-03/551445/docs/BP3-05_R-0778_IZM1.pdf (дата обращения: 20.07.2020).

9. Стандарт по предоставлению отчетности о происшествиях и последующих мероприятиях. Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд., 2018. URL: <http://www.sakhalinenergy.ru/media/library/ru/forcontractors/procedures/Incident%20Reporting%20and%20Follow-Up%20Standard%20rus%20rev%2004.pdf> (дата обращения: 20.07.2020).

10. РД ЭО 0095—2004. Руководящий документ. Методические указания по анализу причин нарушений в работе атомных станций, пожаров, несчастных случаев и повреждений зданий и сооружений. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/47/47805/> (дата обращения: 20.07.2020).

11. ОП-03.100.5 0-КТН-004-12. Порядок организации и проведения расследований несчастных случаев, произошедших с работниками организаций системы Транснефть. URL: <https://www.studmed.ru/or-03-100-5-0-ktn-004-12-poryadok-organizacii-i-provedeniya-rassledovaniy-neschastnyh-sluchaev->

proizoshedshih-s-rabotnikami-organizaciy-sistemy-transneft_a9fbefa3b7e.html (дата обращения: 20.07.2020).

12. *Accident Analysis Methods and Models — a Systematic Literature Review*/ H.C.A. Wienen, F.A. Bukhsh, E. Vriezolk, R.J. Wieringa. URL: https://functionalresonance.com/onewebmedia/Accident_Analysis_Methods_and_Models_a_Systematic_Literature_Review.pdf (дата обращения: 20.07.2020).

13. *Root causes analysis: Literature review*. Contract Research Report 325/2001. URL: https://www.hse.gov.uk/research/crr_report/2001/crr01325.pdf (дата обращения: 20.07.2020).

14. Жуков И.С. Барьеры безопасности: понятие, классификация, концепции// *Безопасность труда в промышленности*. — 2017. — № 5. — С. 49–56. DOI: 10.24000/0409-2961-2017-5-49-56

15. *ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010—2011*. Менеджмент риска. Методы оценки риска. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200090083> (дата обращения: 20.07.2020).

16. *Tips for investigating workplace incidents*. URL: https://www.worksafe.qld.gov.au/__data/assets/pdf_file/0020/131780/tips-for-investigating-workplace-incidents.pdf (дата обращения: 20.07.2020).

17. *ГОСТ Р 27.302—2009*. Надежность в технике (СЧТ). Анализ дерева неисправностей. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200081358> (дата обращения: 20.07.2020).

18. *Использование метода дерева отказов для анализа несчастных случаев*/ А.Б. Александров, В.Ф. Мартынюк, С.Л. Фомин, Е.Е. Фомина// *Безопасность жизнедеятельности*. — 2002. — № 9. — С. 6–11.

19. *BowTieXP*. The next generation BowTie methodology tool. Bowtie Methodology Manual. Revision 15. URL: <https://www.icao.int/safety/SafetyManagement/SMI/Documents/BowTieXP%20Methodology%20Manual%20v15.pdf> (дата обращения: 20.07.2020).

20. *Оценка профессиональных рисков. Падение*. URL: <https://clck.ru/PnT8N> (дата обращения: 20.07.2020).

21. *Ключевые правила безопасности ПАО «Газпром»*. URL: <https://ch4gaz.ru/klyuchevye-pravila-bezopasnosti-pao-gazprom/> (дата обращения: 20.07.2020).

ka72@bk.ru

Материал поступил в редакцию 29 июля 2020 г.

«Bezopasnost Truda v Promyshlennosti»/ «Occupational Safety in Industry», 2020, № 11, pp. 37–43.
DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-37-43

Factors for Assessing the Degree of a Victim's Fault in an Industrial Incident

E.E. Fomina, Cand. Sci. (Eng.), Assoc. Prof., Deputy Head of the Department, ka72@bk.ru

E.V. Glebova, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Head of the Department FGAOU VO «RGU of Oil and Gas (NIU) named after I.M. Gubkin», Moscow, Russia

Abstract

The aim of this work is to improve the procedure for investigating industrial incidents. The article offers the methodology for as-

sessing the degree of fault of the incident participants, including work injuries, based on a factor analysis of the event causes. Causal factors are divided into 20 groups, allowing to cover the entire spectrum of possible causes of any event. Brief description is given concerning the most often used methodology of incident analysis in the companies of fuel and energy complex. Based on the methods — Scale of events, Fault tree, and Five why — one of the most common incidents were analyzed, namely, falling on a flight of stairs of the office building during employee descending stairs. This incident belongs to the conditional group of End-to-end risks, that is risks inherent in all the workplaces at any enterprise. The causal factors and the exposure level on the participants of this event were determined, and the percentage of the victim's fault was calculated. The proposed methodology is based on the practice of internal investigation of incidents of the leading companies of fuel and energy complex. This methodology will help to eliminate gaps in the legislation, bring clarity and transparency to the procedure for investigating an industrial incident in terms of determining the degree of fault of the insured (victim) in case of gross negligence. The proposed methodology will be useful for specialists in the field of occupational and industrial safety, state labor inspectors and representatives of the trade unions.

It can be assumed that this methodology will motivate the employees of fuel and energy complex to work safely and increase the level of safety culture.

Key words: event, industrial incident, event analysis method, causal factor, degree of the victim's fault.

References

1. Labor Code of the Russian Federation dated December 30, 2001 № 197-FZ (revision from 14.07.2020). Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (accessed: July 20, 2020). (In Russ.).

2. Volzhanskaya E. Gross negligence of the victim. Available at: <https://ohranatruda.ru/news/2845/156159/> (accessed: July 20, 2020). (In Russ.).

3. Vorobev I. Indenents and occupational diseases. Features of the investigation. Gross negligence in an incident: order, practice, consequences of the establishment. Available at: <https://e.otruda.ru/474367> (accessed: July 20, 2020). (In Russ.).

4. Recommendations to the trade union committee for determining the degree of the victim's fault in case of industrial injury or occupational disease. Available at: <https://pandia.ru/text/78/634/37972.php> (accessed: July 20, 2020). (In Russ.).

5. On compulsory social insurance against industrial incidents and occupational diseases: Federal law № 125-FZ of July 24, 1998 (last citation). Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19559/https://clck.ru/G3xet (accessed: July 20, 2020). (In Russ.).

6. On the approval of the forms of documents required for the investigation and record of industrial incidents, and the provisions on the features of the investigation of industrial incidents in certain branches of industries and organizations: Decree of Mintrud of Russia of October 24, 2002, № 73 (as amended on November 14, 2016). Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_39925/ (accessed: July 20, 2020). (In Russ.).

7. STO Gazprom 18000.4-008—2019. Analysis of the root causes of incidents. Procedure for their establishment and development of prevention measures. Available at: <https://pererabotka.gazprom.ru/d/textpage/6e/110/sto-gazprom-18000.4-008-2019-analiz-kornevykh-prichin.pdf> (accessed: July 5, 2020). (In Russ.).

8. Provision of the company. Procedure for incidents investigation. № PZ-05 P-0778. Available at: http://zakupki.rosneft.ru/files/zakup/45835/2020-03/551445/docs/BP3-05_R-0778_IZM1.pdf (accessed: July 20, 2020). (In Russ.).

9. Standard for reporting incidents and subsequent activities. Sakhalin Energy Investment Company Ltd., 2018. Available at: <http://www.sakhalinenergy.ru/media/library/ru/forcontractors/procedures/Incident%20Reporting%20and%20Follow-Up%20Standard%20rus%20rev%2004.pdf> (accessed: July 20, 2020). (In Russ.).

10. RD EO 0095—2004. Regulatory document. Guidelines for analyzing the causes of violations in the operation of nuclear power plants, fires, incidents, and damage to buildings and structures. Available at: <https://files.stroyinf.ru/Data1/47/47805/> (accessed: July 20, 2020). (In Russ.).

11. OP-03.100.5 0-KTN-004-12. Procedure for organizing and conducting investigations of incidents that occurred to the employees of the organizations of Transneft system. Available at: https://www.studmed.ru/or-03-100-5-0-ktn-004-12-poryadok-organizacii-i-provedeniya-rassledovaniy-neschastnyh-sluchaev-proizoshedshih-s-rabotnikami-organizaciy-sistemy-transneft_a9fbefa3b7e.html (accessed: July 20, 2020). (In Russ.).

12. Wienen H.C.A., Bukhsh F.A., Vriezokolk E., Wieringa R.J. Accident Analysis Methods and Models — a Systematic Literature Review. Available at: https://functionalresonance.com/onewebmedia/Accident_Analysis_Methods_and_Models_a_Systematic_Literature_Review.pdf (accessed: July 20, 2020).

13. Root causes analysis: Literature review. Contract Research Report 325/2001. Available at: https://www.hse.gov.uk/research/crr_pdf/2001/crr01325.pdf (accessed: July 20, 2020).

14. Zhukov I.S. Safety Barriers: Notion, Classification, Concepts. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2017. № 5. pp. 49–56. (In Russ.). DOI: 10.24000/0409-2961-2017-5-49-56

15. GOST R ISO/IEC 31010—2011. Risk management. Risk assessment methods. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200090083> (accessed: July 20, 2020). (In Russ.).

16. Tips for investigating workplace incidents. Available at: https://www.worksafe.qld.gov.au/__data/assets/pdf_file/0020/131780/tips-for-investigating-workplace-incidents.pdf (accessed: July 20, 2020).

17. GOST R 27.302—2009. Dependability in technics. Fault tree analysis. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200081358> (accessed: July 20, 2020).

18. Aleksandrov A.B., Martynyuk V.F., Fomin S.L., Fomina E.E. Use of the fault tree method for incidents analysis. *Bezopasnost zhiznedeyatelnosti = Life Safety*. 2002. № 9. pp. 6–11. (In Russ.).

19. BowTieXP. The next generation BowTie methodology tool. Bowtie Methodology Manual. Revision 15. Available at: <https://www.icao.int/safety/SafetyManagement/SMI/Documents/BowTieXP%20Methodology%20Manual%20v15.pdf> (accessed: July 20, 2020).

20. Professional risk assessment. Falling. Available at: <https://clck.ru/PnT8N> (accessed: July 20, 2020). (In Russ.).

21. Key safety rules of PAO Gazprom. Available at: <https://ch4gaz.ru/klyucheve-pravila-bezopasnosti-pao-gazprom/> (accessed: July 20, 2020). (In Russ.).

Received July 29, 2020



ЛИСОВСКИЙ Владимир Владимирович (к 60-летию со дня рождения)

18 октября 2020 г. исполнилось 60 лет Владимиру Владимировичу Лисовскому, кандидату технических наук, директору по устойчивому развитию АО «СУЭК».

Владимир Владимирович родился в Караганде Казахской ССР. В 1982 г. окончил Карагандинский политехнический институт. Сразу после окончания института начал работать горным мастером участка вентиляции и техники безопасности на шахте им. 50-летия Октябрьской революции ПО «Карагандауголь». В дальнейшем он на протяжении многих лет трудился на этой шахте в должности начальника добычного участка.

С 2005 г. В.В. Лисовский продолжил трудовую деятельность в АО «СУЭК», где прошел трудный путь от главного специалиста отдела охраны труда и производственного контроля до директора по устойчивому развитию. Руководимое им подразделение координирует работу в области управления рисками, промышленной и аэрологической безопасности, противоаварийной устойчивости, гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций, охраны окружающей среды, охраны и медицины труда. Владимир Владимирович на протяжении многих лет активно участвует в разработке и усовершенствовании нормативных и методических документов, многих информационных и компьютерных технологий в области промышленной безопасности и экологии.

Кропотливая работа В.В. Лисовского совместно с другими специалистами АО «СУЭК» позволила за 15 лет снизить уровень производственного травматизма в несколько раз. Глубокие знания, высокий профессионализм и большой опыт работы в угольной промышленности снискали Владимиру Владимировичу заслуженное уважение коллег.

За многолетний и добросовестный труд В.В. Лисовский награжден нагрудными знаками «Шахтерская слава» трех степеней, а также неоднократно поощрялся корпоративными наградами.

Коллектив Управления горного надзора Ростехнадзора, редколлегия и редакция журнала «Безопасность труда в промышленности» сердечно поздравляют Владимира Владимировича с 60-летием, желают крепкого здоровья, благополучия, счастья и дальнейших успехов.

Исследования боевой одежды пожарного, предназначенной для эксплуатации в условиях Крайнего Севера и Арктической зоны



В.И. Логинов,
д-р техн. наук, гл. науч. сотрудник,
loginovvlad@mail.ru



К.Э. Архиреев,
начальник отдела



Е.Д. Михайлова,
канд. техн. наук, вед. науч.
сотрудник



А.К. Некрасов,
канд. физ.-мат. наук,
доцент

ФГБУ ВНИИПО МЧС России, Балашиха, Россия

Представлены методики теоретических и экспериментальных исследований боевой одежды пожарного для холодных климатических районов, позволяющие количественно оценить ее теплозащитные свойства в условиях воздействия как экстремально низких температур, так и тепловых факторов пожара. Теоретические исследования проведены на основе разработанной модели сложного нестационарного теплообмена, в состав которой входит компартментная геометрическая модель тела человека. Разработана методика экспериментальных исследований боевой одежды в климатической камере с участием испытателей-добровольцев. Получены расчетные и экспериментальные данные исследований конкретных моделей боевой одежды.

Ключевые слова: боевая одежда пожарного, Арктическая зона, условия Крайнего Севера, теоретическая модель, средство индивидуальной защиты, теплозащитные свойства, экспериментальные исследования, климатическая камера, экстремально низкая температура.

Для цитирования: Логинов В.И., Архиреев К.Э., Михайлова Е.Д., Некрасов А.К. Исследования боевой одежды пожарного, предназначенной для эксплуатации в условиях Крайнего Севера и Арктической зоны // Безопасность труда в промышленности. — 2020. — № 11. — С. 44–50. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-44-50

Введение

В состав группировки сил и средств Федеральной противопожарной службы Государственной пожарной службы (ФПС ГПС) по прикрытию Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) входит 98 пожарно-спасательных подразделений, численность группировки составляет около 6 тыс. человек. Экстремальные климатические, географические и социально-инфраструктурные условия размещения и применения подразделений ФПС ГПС МЧС России в районах Крайнего Севера и в АЗРФ предъявляют особые требования к оснащению техническими средствами, обмундированием и экипировкой личного состава [1–3]. Прежде всего, это относится к боевой одежде пожарного (далее — БОП) как к наиболее массовому в применении средству индивидуальной защиты. Боевая одежда климатического исполнения ХЛ (холодный климатический район) должна обеспечивать защиту от экстремально низких темпера-

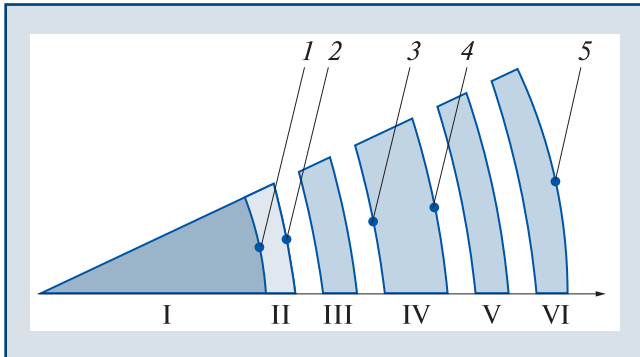
тур, ветровых нагрузок, тепловых факторов пожара. Теплозащитные свойства БОП зависят от состава многослойного пакета материалов и тканей, их теплофизических характеристик, воздушных прослоек между слоями, конструкции элементов БОП [4].

Методология проведения исследований

Разработанные методические подходы и на их основе методики теоретических и экспериментальных исследований позволяют решать задачи по оценке качества боевой одежды для эксплуатации в указанных условиях [5].

В качестве теоретической модели исследований предлагается модель сложного нестационарного теплообмена в системе «человек — БОП — окружающая рабочая среда при пожаре» с учетом многокомпарментной тепловой модели «стандартного» человека, положенная в основу численного алгоритма программы для ЭВМ, приведенная в работах

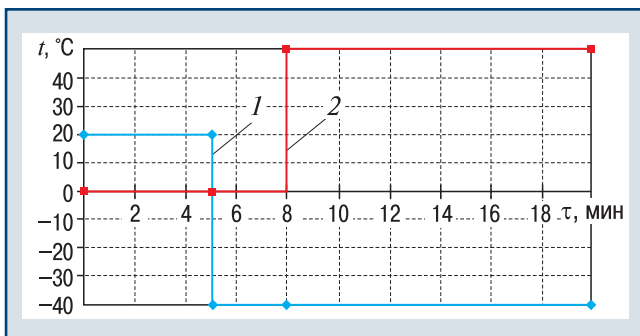
[6–8]. Схема расчетной области исследуемой модели приведена на рис. 1 (здесь I — тело человека; II — нательное термостойкое белье; III — подкладка; IV — теплоизолятор; V — водонепроницаемый слой; VI — материал верха; 1, 2 — внутренняя и внешняя поверхности термостойкого белья; 3 — внутренняя поверхность подкладки; 4 — внешняя поверхность теплоизолятора; 5 — внешний слой материала верха).



▲ Рис. 1. Схема расчетной области
▲ Fig. 1. Computational domain diagram

При разработке модели принимались во внимание результаты исследований, изложенные в работах [9–12]. Необходимые геометрические и теплофизические параметры слоев биоткани, соответствующие, например, компартменту «бедро», а также теплофизические параметры материалов многослойного пакета БОП брались из таблиц в работе [13].

Исходя из реальных условий работы пожарного, на рис. 2 приводятся графики изменения во времени температуры окружающего воздуха t_a при работе в условиях воздействия экстремально отрицательных температур и падающего из зоны пожара радиационного теплового потока q_p , для которых получены показанные на рисунках ниже некоторые результаты численного моделирования. На рис. 2 представлены:



▲ Рис. 2. Графики изменения во времени температуры окружающего воздуха (1) и падающего радиационного теплового потока (2)

▲ Fig. 2. Graphs of the variation of the ambient temperature (1) and the incident radiation heat flux (2) depending on time

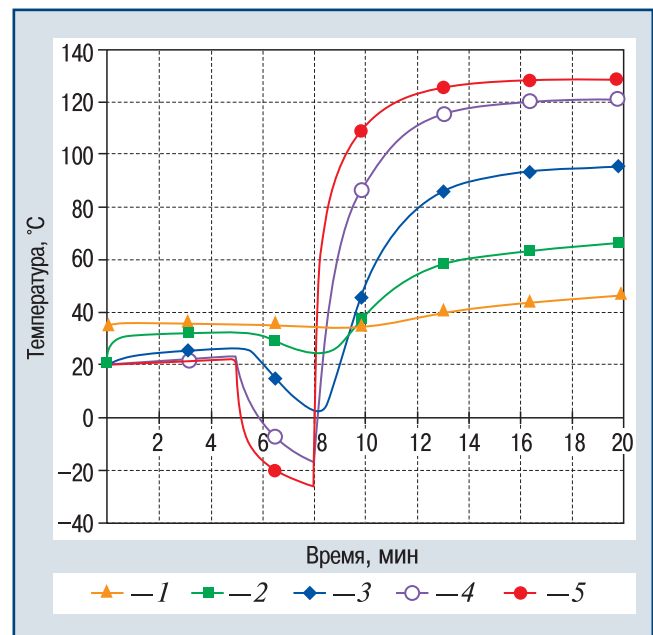
значения температуры окружающей газовой среды при выполнении последовательных дейст-

вий пожарного-спасателя (выделено синим): посадка в пожарный автомобиль и следование к месту пожара (5 мин) при температуре 20 °С, боевое развертывание (3 мин) и подача огнетушащего вещества в зону пожара (-40 °С);

значения падающего теплового потока на внешние слои боевой одежды (выделено красным) — нормативное значение составляет 5 кВт·м⁻².

Расчетные данные

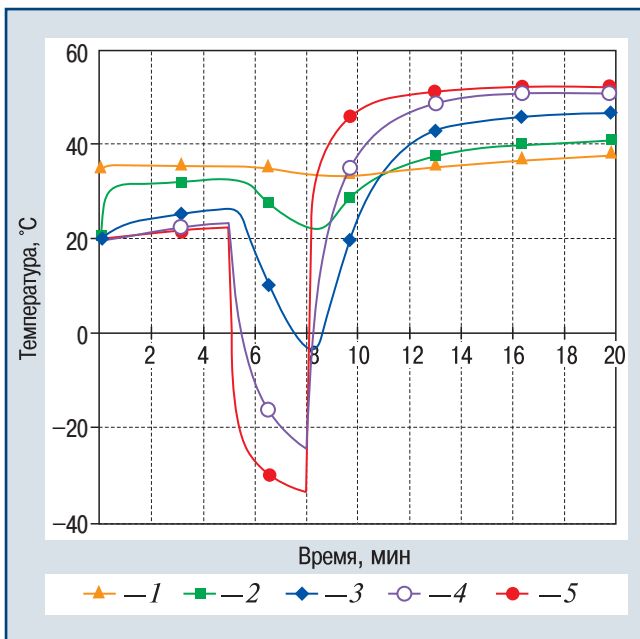
На рис. 3 и 4 приведены расчетные кривые изменения температуры во времени в характерных точках расчетной области (здесь 1–5 — то же, что на рис. 1) при численных значениях параметров, введенных на рис. 2. Расчетное время определяется временем достижения предельно допустимой температуры поверхности кожи (точка 1 расчетной области на рис. 1).



▲ Рис. 3. Изменение температуры во времени в характерных точках многослойного пакета при скорости ветра 5 м/с

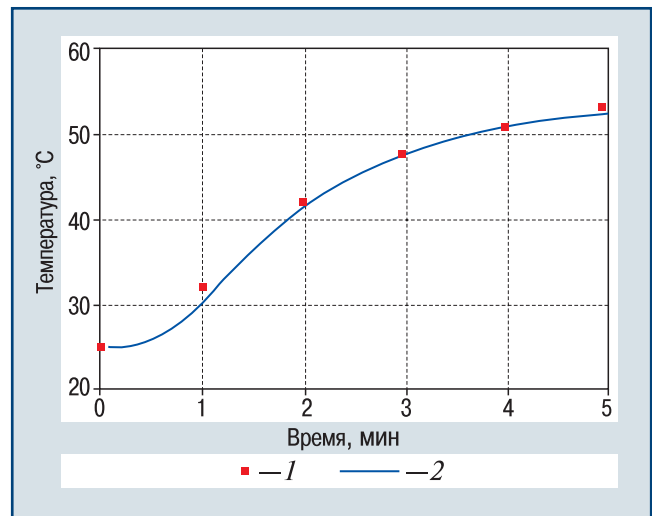
▲ Fig. 3. Temperature change over time at characteristic points of a multilayer package at wind speed 5 m/s

Подобные расчеты проведены также при других параметрах окружающей рабочей среды (температура воздуха -20 °С, -30 °С, -40 °С, скорость ветра 5, 10, 15 м/с, внешний радиационный тепловой поток 5 кВт·м⁻²). По результатам расчетов можно сделать вывод, что в рассмотренном диапазоне изменения параметров окружающей рабочей среды в климатических условиях АЗРФ время защитного действия многослойного пакета материалов и тканей БОП определяется временем достижения на поверхности кожи предельной температуры охлаждения в области необогреваемых элементов конструкции. Тепловой поток в этом случае не является определяющим фактором.



▲ Рис. 4. Изменение температуры во времени в характерных точках многослойного пакета при скорости ветра 15 м/с
▲ Fig. 4. Temperature change over time at characteristic points of a multilayer package at wind speed 15 m/s

Верификация модели проводится сравнением представленных на рис. 5 результатов экспериментальных измерений и данных, полученных расчетным путем (здесь 1 — экспериментальные данные; 2 — расчетные изменения температуры на внутренней поверхности многослойного теплозащитного пакета материалов БОП, полученные в результате конечно-разностного решения предлагаемой нестационарной задачи теплообмена). Экспериментальные данные получены на лабораторном стенде по определению устойчивости материалов и тканей к тепловому потоку и коэффициента ослабления теплового потока многослойным защитным пакетом БОП. На лабораторном стенде реализуется случай отсутствия воздушных прослоек между слоями в пакете. Поэтому при расчете принимался идеальный контакт между слоями и задавались граничные условия IV рода. Рассмотрен случай нагрева внешней поверхности плоского пакета радиационным тепловым потоком с поверхностной плотностью $5 \text{ кВт}\cdot\text{м}^{-2}$. Начальная температура пакета t_0 равнялась температуре окружающего воздуха $t_f = 25^\circ\text{C}$. Наружные поверхности пакета охлаждались свободной конвекцией окружающего воздуха. Расчет коэффициентов теплоотдачи выполнялся по соответствующим критериальным соотношениям для теплообмена при свободной конвекции на вертикальной стенке [13]. При расчете теплообмена излучением по закону Стефана — Больцмана с окружающей средой внешняя и внутренняя поверхности пакета рассматривались как серые тела с соответствующими степенями черноты.



▲ Рис. 5. Изменения во времени температуры внутренней поверхности многослойного пакета БОП
▲ Fig. 5. Changes over time of the temperature of inner surface of a multilayer package of the firefighter's combat clothing

Сравнение экспериментальных и расчетных результатов, приведенных на рис. 5, показывает вполне удовлетворительную сходимость и позволяет сделать вывод о возможности применения для решения подобных задач численной реализации математической модели сложного нестационарного теплообмена, приведенной в работах [6—8].

Проведенные теоретические исследования с учетом теплофизических свойств материалов и тканей позволили определить оптимальный состав многослойного защитного пакета и разработать на его основе конструкцию БОП для эксплуатации в АЗРФ. На рис. 6 показан один из вариантов БОП в арктическом исполнении.

Экспериментальные исследования

Для проведения дальнейших исследований готового изделия разработана методика полномасштабных испытаний БОП в климатической камере с участием испытателей-добровольцев при физическом моделировании необходимых условий: температуры воздуха, ветровой нагрузки и с нормируемой физической нагрузкой на испытуемого, возможностью контроля



▲ Рис. 6. Общий вид варианта БОП в арктическом исполнении
▲ Fig. 6. General view of the Arctic version of firefighter's combat clothing

параметров подкостюмного пространства и некоторых параметров физиологического состояния испытуемого. Ветровая нагрузка существенно изменяет температурный фон [14] и влияет на изменение теплозащитных свойств БОП, что подтверждается проведенными расчетами.

При разработке методики учитывались положения ГОСТ 12.4.061—88 и ГОСТ Р 53255—2009, а также результаты исследований, представленных в [15]. Испытания проводились в целях определения теплозащитных свойств БОП, ее эргономических особенностей, стойкости материалов с полимерным пленочным покрытием при воздействии экстремально низких температур. К испытаниям привлекался врач-физиолог, участвовали испытуемые-добровольцы, имеющие регулярный практический опыт в использовании БОП, допущенные к испытаниям врачом и изучившие руководство по эксплуатации БОП. Испытуемые не должны в течение суток перед испытанием выполнять тяжелую физическую работу и принимать алкоголь.

Испытательное оборудование и средства измерения:

- климатическая камера с температурным диапазоном от -65 до 100 °С с погрешностью не более ± 3 °С; помост площадью $(9 \pm 1,5)$ дм² и высотой $(3 \pm 0,1)$ дм;

- груз (ящик или гиря) массой $(20 \pm 0,1)$ кг;

- автономные регистраторы типа DS1923 Hygrochron iButton (США) и EClerk-USB-RHT-1 (Россия) с погрешностью измерения температуры ± 1 °С и погрешностью измерения влажности ± 3 % для измерения температуры и влажности в подкостюмном пространстве на внутренних слоях пакета материалов и тканей БОП в точках, определенных для измерения средневзвешенной температуры тела человека;

- автономные регистраторы для измерения параметров физиологического состояния испытуемого (частота сердечных сокращений, артериальное давление и т.д.). Медицинские параметры физического состояния испытуемого-добровольца измеряются до и после испытаний.

Испытания проводят при физическом моделировании условий эксплуатации изделия при температуре в камере от -40 до -50 °С. Каждый испытуемый участвует в одном испытании (выполняет один заход в климатическую камеру). При необходимости создаются ветровые нагрузки.

Испытуемый-доброволец, находясь в камере, выполняет следующие упражнения:

- ходьба на месте с интенсивностью 60–80 шагов в минуту в течение 5 мин (интенсивность задается с помощью метронома);

- работа с пожарно-техническим вооружением и аварийно-спасательным инструментом;

- отдых — неподвижное состояние в течение 1 мин;
- степ-тест в течение 1 мин;

- отдых.

С испытуемым-добровольцем постоянно поддерживается визуальная и вербальная (с использованием технических средств) связь. Команду о начале и окончании выполнения упражнений дает руководитель испытаний, который контролирует время испытаний по секундомеру. При необходимости вместе с испытуемым в камере находится страхующий (руководитель испытаний).

Считается, что БОП выдержала испытания при следующих условиях:

- во всех точках измерений регистраторами температура внутреннего подкостюмного пространства не опустилась ниже 0 °С в течение не менее 40 мин выполнения упражнений;

- отсутствует снижение эргономических свойств, затрудняющих выполнение упражнений;

- отсутствует нарушение полимерного покрытия на материалах.

Испытания могут быть прекращены в следующих случаях:

- снижение температуры подкостюмного пространства, измеряемой регистраторами, ниже предельных значений;

- выход измеряемых физиологических параметров организма испытуемого за допустимые пределы;

- невозможность испытуемым-добровольцем продолжать дальнейшую работу из-за плохого общего самочувствия и (или) тактильных непереносимых ощущений холода в любой части тела;

- по команде руководителя испытаний.

На рис. 7 показан фрагмент испытаний образца БОП — Арктика в климатической камере с регистрацией параметров физиологического состояния испытуемого-добровольца.

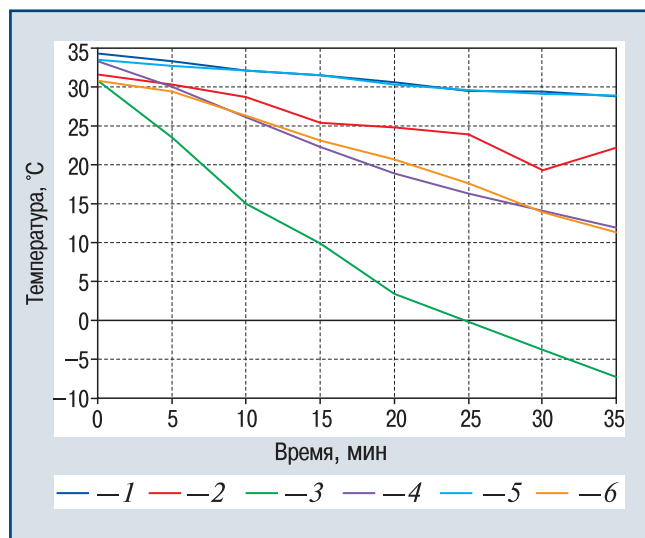
На рис. 8 (здесь области установки датчиков: 1 — грудь, 2 — голень, 3 — внутренняя сторона верха



▲ Рис. 7. Фрагмент испытаний образца БОП — Арктика в климатической камере

▲ Fig. 7. Fragment of tests of firefighter's combat clothing sample — Arctic in the climatic chamber

материала БОП, 4 — внутренняя сторона пакета материалов БОП, 5 — спина, 6 — рука) представлены некоторые результаты климатических камерных испытаний образца БОП арктического исполнения с участием испытателей-добровольцев. На графиках показано изменение температуры в различных точках измерений. Видно, что за все время испытаний температура в подкостюмном пространстве не достигла критической величины, при которой эксперимент должен прекращаться.



▲ Рис. 8. Изменение температуры во времени при испытаниях БОП в климатической камере (-55 °C)

▲ Fig. 8. Temperature change over time during firefighter's combat clothing testing in the climatic chamber (-55 °C)

Заключение

Разработана методическая база теоретических и экспериментальных исследований боевой одежды пожарного климатического исполнения «холодный климатический район» для эксплуатации в Арктической зоне, включающая в себя:

модель сложного нестационарного теплообмена в системе «человек — боевая одежда пожарного — окружающая рабочая среда на пожаре» с учетом многокомпарментной тепловой модели «стандартного» человека;

методику климатических испытаний боевой одежды пожарного при экстремально отрицательных температурах в климатической камере с участием испытателей-добровольцев.

Математическая модель позволяет проводить расчеты теплового состояния многослойного пакета боевой одежды пожарного при различных климатических условиях окружающей среды и тепловых факторах пожара.

Сравнение экспериментальных данных и расчетных результатов при термическом воздействии на многослойный защитный пакет материалов и тканей боевой одежды пожарного свидетельствует об адекватности предлагаемой модели реальным условиям эксплуатации.

Разработанная методическая база позволяет проводить объективную оценку боевой одежды пожарного в арктическом исполнении по показателям назначения, определяющим качество изделия, и может быть использована при оценке качества других средств индивидуальной защиты пожарного.

Список литературы

1. *История* развития технических средств борьбы с пожарами в условиях низких температур/ М.В. Алешков, М.Д. Безбородько, И.А. Ольховский, О.В. Двоенко// Пожаровзрывобезопасность. — 2016. — Т. 25. — № 11. — С. 77–83.
2. *Перспективы* применения отдельных технических достижений для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Арктическом регионе/ Ш.Ш. Дагиров, М.В. Алешков, А.Д. Ищенко, В.В. Роечко// Материалы Междунар. конф. по проблемам предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Арктике «Безопасный город в Арктике». — М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2016. — С. 38–41.
3. *Проблемы* предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Арктике, включая вопросы подготовки профильных кадров для работы в северных условиях: сб. материалов междунар. конф. — М., 2014. — 160 с.
4. *Чубарова З.С.* Методы оценки качества специальной одежды. — М.: Легпромбытиздат, 1988. — 161 с.
5. *Логинов В.И.* Конструирование и комплексная оценка качества специальной защитной одежды пожарных: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. — М., 2010. — 48 с.
6. *Математическое* моделирование сложного нестационарного теплообмена в многослойных теплозащитных конструкциях с воздушными прослойками/ А.К. Некрасов, В.И. Логинов, К.Э. Архиреев, Е.С. Михайлов// Пожарная безопасность. — 2016. — № 2. — С. 37–42.
7. *Некрасов А.К., Логинов В.И., Архиреев К.Э.* Прогнозирование температурных режимов и времени защиты боевой одежды пожарного от тепловых факторов пожара в условиях арктического климата// Пожарная безопасность. — 2018. — № 3. — С. 86–90.
8. *Некрасов А.К., Логинов В.И., Архиреев К.Э.* Численное моделирование температурных режимов многослойных пакетов материалов и тканей боевой одежды пожарных// Пожарная безопасность. — 2018. — № 1. — С. 70–75.
9. *Бартон А., Эндхолм О.* Человек в условиях холода. — М.: Иностранная литература, 1957. — 333 с.
10. *Stoll A.M., Greene L.C.* Relationship between pain and tissue damage due to thermal radiation// Journal of Applied Physiology. — 1959. — Vol. 14. — № 3. — P. 373–382.
11. *Прогнозирование* теплового поражения человека при динамическом нагреве/ Р.Ш. Еналеев, В.А. Качалкин, Э.Ш. Теляков, Ю.С. Чистов// Пожаровзрывобезопасность. — 2012. — № 5. — С. 48–53.
12. *Holopainen R.* A human thermal model for improved thermal comfort: doctoral dissertation. URL: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/science/2012/S23.pdf> (дата обращения: 22.05.2020).
13. *Кутателадзе С.С.* Теплопередача и гидродинамическое сопротивление: справ. пособие. — М.: Энергоатомиздат, 1990. — 367 с.

14. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. — 6-е изд. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 611 с.

15. Маханёк А.А., Левин М.Л., Драгун В.Л. Теплофизические аспекты общей газовой криотерапии// Известия Национальной академии наук Беларуси. Сер. Физ.-техн. наук. — 2011. — № 3. — С. 59–71.

loginovvlad@mail.ru

Материал поступил в редакцию 25 мая 2020 г.

Доработанная версия — 25 июня 2020 г.

«Bezопасnost Truda v Promyshlennosti»/ «Occupational Safety in Industry», 2020, № 11, pp. 44–50.
DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-44-50

Study of Firefighter's Combat Clothing Intended for Use in the Far North and the Arctic Zone

V.I. Loginov, Dr. Sci. (Eng.), Chief Researcher Associate, loginovvlad@mail.ru

K.E. Arkhireev, Department Head

E.D. Mikhaylova, Cand. Sci. (Eng.), Leading Researcher

A.K. Nekrasov, Cand. Sci. (Phys.–Math.), Assistant Professor
FGBU VNIPO EMERCOM of Russia, Balashikha, Russia

Abstract

Methodological base was developed for assessing the quality of firefighter - saviour combat clothing for use in the Arctic zone. It consists of a mathematical model for calculating the thermal state of special combat clothing in the «man — firefighter's combat clothing — working environment» system and a chamber climate test methodology with the participation of testers-volunteers. The results of some calculations of the firefighter's combat clothing thermodynamic state under the climatic factors exposure (negative values of the ambient temperature, wind load), and the fire thermal factors exposure are presented. Calculations were made based on the time and tasks performed, on the basis of actual working conditions of the firefighter. According to the calculation results we can conclude that in the considered range of variation of the environmental parameters of the working environment in the climatic conditions of the Arctic zone, the time of protective action of a multilayer stack of materials and tissues of the firefighter's combat clothing is determined by the time of reaching of the skin surface limit temperature cooling in the region of the unheated structural elements. In this case the heat flux is not a determining factor.

Verification of the model is carried out by comparing the results of experimental measurements and data obtained by calculation. The climate chamber test methodology includes registration in the process of tests of the firefighter's combat clothing under-suit space thermodynamic parameters and the tester physiological parameters using both special sensors and displaying the results on a computer multiplier in real time mode. In addition, a visual assessment of the firefighter's combat clothing technical condition at the end of the tests is carried out.

Based on the results of the performed studies of the specific firefighter's combat clothing samples it can be concluded that the developed methodological base allows to perform the objective assessment of the Arctic version of the firefighter's combat

clothing according to the application indicators that determine the quality of the product, and can be used to assess the quality of other personal protective equipment of a firefighter.

Key words: firefighter's combat clothing, Arctic zone, conditions of the Far North, theoretical model, personal protective equipment, thermal protection properties, experimental studies; climate chamber, extremely low temperature.

References

1. Aleshkov M.V., Bezborodko M.D., Olkhovskiy I.A., Dvoenko O.V. History of the development of technical means to fight fire, adapted for work at low temperatures. *Pozharyo-vzryvobezопасnost = Fire and Explosion Safety*. 2016. Vol. 25. № 11. pp. 77–83. (In Russ.).

2. Dagiurov Sh.Sh., Aleshkov M.V., Ishhenko A.D., Roenko V.V. Prospects for the application of certain technical achievements for the prevention and elimination of emergencies in the Arctic Region. *Materialy Mezhdunar. konf. po problemam preduprezhdeniya i likvidatsii chrezvychaynykh situatsiy v Arktike «Bezопасnyy gorod v Arktike»* (Materials of the International conference on the problems of prevention and elimination of emergencies in the Arctic «Safe city in the Arctic»). Moscow: FGBU VNII GO ChS (FTs), 2016. pp. 38–41. (In Russ.).

3. Problems of prevention and elimination of emergency situations in the Arctic, including the issues of the specialized personnel training for work in the northern conditions: digest of the international conferences. Moscow, 2014. 160 p. (In Russ.).

4. Chubarova Z.S. Methods for assessing the quality of special clothing. Moscow: Legprombytizdat, 1988. 161 p. (In Russ.).

5. Loginov V.I. Design and comprehensive quality assessment of special protective clothing for the firefighters: abstract of the thesis... Doctor of Technical Sciences. Moscow, 2010. 48 p. (In Russ.).

6. Nekrasov A.K., Loginov V.I., Arkhireev K.E., Mikhailov E.S. Mathematical modeling of complex non-stationary heat exchange in multilayered heat-shielding designs with air spaces. *Pozharnaya bezопасnost = Fire Safety*. 2016. № 2. pp. 37–42. (In Russ.).

7. Nekrasov A.K., Loginov V.I., Arkhireev K.E. Prediction of temperature and protective period for fire fighter's combat clothing against heat factors of fire in arctic climate. *Pozharnaya bezопасnost = Fire Safety*. 2018. № 3. pp. 86–90. (In Russ.).

8. Nekrasov A.K., Loginov V.I., Arkhireev K.E. Numerical modeling of temperature profiles in multilayer packages of materials and fabrics for special heat-resistant fire fighter's uniform. *Pozharnaya bezопасnost = Fire Safety*. 2018. № 1. pp. 70–75. (In Russ.).

9. Burton A., Edholm O. Man in a cold environment. Moscow: Inostrannaya literatura, 1957. 333 p. (In Russ.).

10. Stoll A.M., Greene L.C. Relationship between pain and tissue damage due to thermal radiation. *Journal of Applied Physiology*. 1959. Vol. 14. № 3. pp. 373–382.

11. Enaleev R.Sh., Kachalkin W.A., Telyakov E.Sh., Chislov Yu.S. Prediction of human damage under dynamic heating. *Pozharyo-vzryvobezопасnost = Fire and Explosion Safety*. 2012. № 5. pp. 48–53. (In Russ.).

12. Holopainen R. A human thermal model for improved thermal comfort: doctoral dissertation. Available at: <https://www.>

vttresearch.com/sites/default/files/pdf/science/2012/S23.pdf (accessed: May 22, 2020).

13. Kutateladze S.S. Heat transfer and hydrodynamic resistance: reference book. Moscow: Energoatomizdat, 1990. 367 p. (In Russ.).

14. Dolin P.A. Safety Handbook. 6-e izd. Moscow: Energoatomizdat, 1985. 611 p. (In Russ.).

15. Makhaniok A.A., Levin M.L., Dragun V.L. Thermophysical Aspects of Total Gas Cryotherapy. *Izvestiya Natsionalnoy akademii nauk Belarusi. Ser. Fiz.-tekhn. nauk = Proceedings of the National Academy of Science of Belarus. Physical-technical series.* 2011. № 3. pp. 59–71. (In Russ.).

Received May 25, 2020
In final form — June 25, 2020

Пожарная безопасность (научно-технический журнал)

Экспериментальные исследования подслоной подачи самовспенивающейся газоаэрозоленополненной пены для тушения пожаров в резервуарах с нефтепродуктами/ Н.П. Копылов, Д.В. Федоткин, Л.А. Орлов и др. — 2020. — № 2.

Рассмотрено тушение пожаров в резервуарах классическим подслоным способом. Представлены результаты натурных огневых (и без горючей нагрузки) испытаний по подслоной подаче самовспенивающейся газоаэрозоленополненной пены (СГП) в резервуар РВС-5000 от импульсных установок пожаротушения. Испытания показали высокую эффективность тушения нефтепродуктов импульсным способом с подачей СГП, в том числе по протяженному сухотрубу. Определен комплекс факторов, обеспечивающих высокую эффективность исследуемого способа пожаротушения.

Моделирование динамики пожара при производстве судебных нормативных пожарно-технических экспертиз/ И.Р. Хасанов, С.Ф. Лобова, Н.В. Петрова и др. — 2020. — № 2 (99).

Проанализирована нормативная база, регламентирующая проведение расчетов по оценке параметров срабатывания автоматической установки пожарной сигнализации (АУПС), а также компьютерных программ моделирования динамики пожара и математических моделей, описывающих срабатывание пожарных извещателей. Сформулированы и структурированы вопросы нормативного характера, для решения которых необходимо применение компьютерного моделирования динамики пожара с учетом работы АУПС. Предложен алгоритм компьютерного моделирования пожара при проведении пожарно-технической экспертизы с учетом возможных расчетных ошибок и получения неоднозначных результатов.

Тушение тлеющего горения опилок/ А.В. Попов, А.В. Казаков, Д.В. Бухтояров и др. — 2020. — № 2 (99).

Проанализированы теоретические и известные экспериментальные исследования по тлеющему горению опилок. Разработана методика определения характеристик очагов тлеющего горения. Экспе-

риментально обоснован модельный очаг тлеющего горения. Показано изменение скорости тлеющего горения, массы опилок в зависимости от их дисперсности. Разработана лабораторная методика определения эффективности тушения различными огнетушащими веществами тлеющего горения опилок. Получены экспериментальные результаты по тушению опилок газовыми огнетушащими веществами, тонкораспыленной водой, а также огнетушащим порошком.

Расчетная оценка геометрических параметров спринклерных установок водяного пожаротушения высотных стеллажей/ С.Н. Копылов, Л.Т. Танклевский, А.А. Таранцев и др. — 2020. — № 2.

Рассмотрены вопросы, связанные с применением спринклерных автоматических установок водяного пожаротушения стеллажей. Проанализированы соответствующие нормативные документы. Описаны варианты решения задач определения расхода воды из оросителя, координат места его установки, а также углов распыла огнетушащего вещества и наклона оси оросителя. Приведены примеры расчета геометрических параметров спринклерных автоматических установок водяного пожаротушения стеллажей.

Пожаровзрывобезопасность (научно-технический журнал)

Харламенков А.С. Пути решения проблемы взрывов бытового газа в жилых домах. — 2020. — Т. 29. — № 4.

Рассмотрены основные проблемы обеспечения пожаровзрывобезопасности жилых зданий с газоиспользующим оборудованием. Проведен анализ возможных причин развития аварийной ситуации с образованием опасных концентраций природного газа в помещениях квартир. Даны разъяснения о степени влияния на угрозу возникновения взрыва типовых пластиковых окон. Представлены профилактические меры и технические способы снижения числа взрывоопасных случаев в процессе эксплуатации газового оборудования. Выполнен обзор действующей нормативной литературы, законопроектов и иных открытых источников, формирующих общее представление о состоянии системы потребления газа в жилом секторе и путях повышения ее безопасности.

Общие положения о разработке региональных программ обеспечения безопасности гидротехнических сооружений



Ф.В. Матвеевков,
канд. техн. наук, зам. директора
по науч. работе,
f.matveenko@enerb.ru



П.С. Каныгин,
д-р экон. наук,
директор



О.М. Щурский,
зам. начальника
управления



В.И. Пименов,
канд. техн. наук, начальник
отдела

ФБУ «НТЦ Энергобезопасность», Москва, Россия

Ростехнадзор, Москва, Россия

Приводятся основные требования Федерального закона от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» в части разработки и реализации органами исполнительной власти субъекта Российской Федерации в области безопасности гидротехнических сооружений региональных программ обеспечения безопасности гидротехнических сооружений, в том числе бесхозяйных гидротехнических сооружений. Предлагается состав рекомендаций по разработке региональных программ обеспечения безопасности гидротехнических сооружений, в том числе бесхозяйных гидротехнических сооружений. Состав рекомендаций следует построить на действующих обязательных требованиях законодательства Российской Федерации в области безопасности гидротехнических сооружений.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, бесхозяйные гидротехнические сооружения, обеспечение безопасности, региональная программа, надзор.

Для цитирования: Матвеевков Ф.В., Каныгин П.С., Щурский О.М., Пименов В.И. Общие положения о разработке региональных программ обеспечения безопасности гидротехнических сооружений // Безопасность труда в промышленности. — 2020. — № 11. — С. 51–55. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-51-55

Введение

Обеспечение безопасности на территории субъекта Российской Федерации (РФ) является ключевым аспектом, включающим в себя реализацию мероприятий по обеспечению безопасности техногенной среды, к которой относятся гидротехнические сооружения (ГТС), в том числе ГТС, которые не имеют собственника или собственник которых неизвестен либо от права собственности на которые собственник отказался (бесхозяйные ГТС). Разработка и реализация превентивных мер обеспечения безопасности техногенной среды способствуют предотвращению чрезвычайных ситуаций (ЧС) и выработке алгоритма ликвидации их последствий.

Общие положения о разработке региональных программ обеспечения безопасности гидротехнических сооружений, в том числе бесхозяйных гидротехнических сооружений

Обязательными требованиями в ст. 5 [1] установлены полномочия органов исполнительной власти

субъектов РФ в области безопасности ГТС, одним из которых является полномочие по разработке и реализации региональных программ обеспечения безопасности ГТС, в том числе бесхозяйных ГТС (далее — региональные программы обеспечения безопасности ГТС).

Несмотря на 23-летний период действия федерального закона [1, 2], в большинстве субъектов РФ отсутствуют региональные программы обеспечения безопасности ГТС, в том числе бесхозяйных ГТС (для бесхозяйных ГТС такая норма введена в 2013 г. [3, 4]). При этом органы исполнительной власти субъектов РФ ссылаются на норму п. 4 ст. 25 [5], в соответствии с которой разработаны, утверждены и реализуются программы субъектов РФ по использованию и охране водных объектов или их частей, расположенных на территориях субъектов РФ.

Программы субъектов РФ по использованию и охране водных объектов или их частей, разработанные, утвержденные и реализуемые в соответствии с подпунктом 4 ст. 25 [5], относятся к полномочи-

ям органов государственной власти субъектов РФ в области водных отношений, а не к полномочиям в области безопасности ГТС, установленным ст. 5 [1].

Отсутствие в субъекте РФ утвержденной региональной программы обеспечения безопасности ГТС создает риск возникновения ЧС. Постоянно проживающие люди в зоне возможного затопления территории, которые могут пострадать от аварии ГТС; люди, условия жизнедеятельности которых могут быть нарушены при аварии ГТС; размер возможного материального ущерба без учета убытков владельца ГТС; характеристики территории распространения ЧС, возникшей в результате аварии ГТС, являются последствиями ЧС, нарушающими быт населения субъекта РФ.

Так, в ч. 9 ст. 5 [1] установлено, что органы исполнительной власти субъектов РФ в области безопасности ГТС обеспечивают безопасность ГТС, находящихся в собственности субъектов РФ, а также капитальный ремонт, консервацию и ликвидацию бесхозных ГТС, которые находятся на территориях субъектов РФ. При этом на основе общих требований к обеспечению безопасности ГТС, определенных в ст. 8 [1], органы исполнительной власти субъектов РФ в области безопасности ГТС решают вопросы безопасности ГТС на соответствующих территориях, за исключением вопросов безопасности ГТС, находящихся в муниципальной собственности (ч. 2 ст. 5 [1]).

В [1] отмечено, что безопасность ГТС обеспечивается на основании общих требований, в том числе осуществление федерального государственного надзора в области безопасности ГТС, а также необходимости заблаговременного проведения комплекса мероприятий по максимальному уменьшению риска возникновения ЧС на ГТС (ч. 4, 7 ст. 8 [1]).

На территории субъекта РФ, как правило, имеются ГТС, находящиеся в собственности субъекта РФ, ГТС иных собственников, в том числе муниципальных образований и (или) эксплуатирующих организаций, а также бесхозные ГТС.

Вопрос разработки и реализации региональных программ обеспечения безопасности ГТС становится наиболее актуальным при возникновении аварии ГТС, которая привела к ЧС.

Состав и порядок разработки региональных программ обеспечения безопасности ГТС в настоящее время отсутствуют, обязательные требования, наделяющие полномочиями Правительство РФ и (или) орган надзора по определению таких состава и порядка, не установлены, что приводит к отсутствию понимания у субъектов РФ последовательности разработки и принятия региональных программ обеспечения безопасности ГТС, что повышает риск возникновения аварии ГТС, снижает уровень безопасности ГТС и создает социальную напряженность.

Как указано в [6], критерии безопасности, в соответствии со ст. 3 [1], — предельные значения коли-

чественных и качественных показателей состояния ГТС и условий его эксплуатации, соответствующие допустимому риску аварии ГТС, а в разделе 7 ГОСТ Р 22.2.09—2015 [7] нормируется интегральная оценка уровня безопасности и риска аварий на ГТС. При этом необходимо учитывать классы ГТС [8] и допускаемые значения риска аварий (категории риска) в зависимости от класса ГТС (п. 8.25 СП 58.13330.2019 [9]).

С учетом важности вопроса разработки и реализации региональных программ обеспечения безопасности ГТС необходимо создать Методические рекомендации по разработке региональных программ обеспечения безопасности гидротехнических сооружений, в том числе гидротехнических сооружений, которые не имеют собственника или собственник которых неизвестен либо от права собственности на которые собственник отказался (далее — Методические рекомендации).

При этом основными целями разработки региональной программы обеспечения безопасности ГТС являются: повышение уровня безопасности ГТС [10], снижение числа бесхозных ГТС, формирование стабильных и благоприятных условий для привлечения инвестиций в строительство и развитие объектов [11].

В целях повышения исполнительной дисциплины региональную программу обеспечения безопасности ГТС рекомендуется утверждать актом высшего исполнительного органа государственной власти субъекта РФ сроком на три года с возможностью ежегодной корректировки. Решение о внесении изменений в региональную программу обеспечения безопасности ГТС рекомендуется принимать высшим исполнительным органом государственной власти субъекта РФ.

Региональная программа обеспечения безопасности ГТС должна состоять из введения, общего раздела, раздела по обеспечению безопасности ГТС, раздела по обеспечению безопасности бесхозных ГТС, раздела о планируемых к строительству, строящихся (реконструируемых) ГТС, приложений.

В общем разделе рекомендуется указывать организационные сведения и исходные данные по объекту РФ и ГТС, расположенным на его территории.

Раздел по обеспечению безопасности ГТС, которые находятся в собственности субъекта РФ, рекомендуется разбить на три части: ГТС, находящиеся в собственности субъекта РФ; ГТС иных собственников и эксплуатирующих организаций; законсервированные ГТС и (или) находящиеся в стадии ликвидации и (или) планирующиеся к консервации (ликвидации).

Немаловажными являются сведения о числе ГТС, находящихся в собственности субъекта РФ, которые имеют утвержденную декларацию безопасности [12] (с указанием даты утверждения, регистрационного номера, срока действия) [13], сведения о внесении в Российский регистр гидротехнических сооружений

(с указанием регистрационного номера ГТС), сведения о наличии разрешения на эксплуатацию ГТС (с указанием даты, номера и срока действия), сведения о наличии согласованных с органом надзора правил эксплуатации ГТС.

Также необходимо привести информацию о перечне объектов, имеющих ГТС, подлежащие декларированию, графике проведения преддекларационных обследований ГТС [14] на плановый трехлетний период, графике представления деклараций безопасности ГТС на утверждение в орган надзора на плановый трехлетний период.

В составе региональной программы обеспечения безопасности ГТС для сооружений, которые находятся в собственности субъекта РФ, необходимо предусмотреть мероприятия по соблюдению обязательных требований ст. 9 [1].

При оценке материальных и финансовых резервов, предназначенных для ликвидации аварии ГТС, предлагается определять индекс обеспеченности резервами для ликвидации аварии ГТС, рассчитываемый по формуле:

$$I_{\text{ОРЛА}} = (R_{\text{соб}} + R_{\text{страх}}) / R_{\text{max}},$$

где $R_{\text{соб}}$ — резервы (финансовые, материальные), предусмотренные в бюджете субъекта РФ для ликвидации последствий аварии каждого ГТС, руб.; $R_{\text{страх}}$ — страховая сумма в соответствии с договором обязательного страхования гражданской ответственности каждого ГТС, руб.; R_{max} — наибольшее значение вероятного вреда, который может быть причинен в результате аварии каждого ГТС, руб.

Определение индекса обеспеченности резервами для ликвидации аварии ГТС позволит установить укомплектованность субъекта РФ финансовыми и материальными резервами, предназначенными для ликвидации аварии каждого ГТС.

В целях оценки возможного масштаба ЧС, возникшей в результате аварии ГТС, целесообразно в региональной программе обеспечения безопасности ГТС указать: сведения по каждому ГТС о размере вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии ГТС; число постоянно проживающих людей, которые могут пострадать от аварии ГТС; число людей, условия жизнедеятельности которых могут быть нарушены при аварии ГТС; размер возможного материального ущерба без учета убытков владельца ГТС (млн руб.); характеристики территории распространения ЧС, возникшей в результате аварии ГТС.

Такие сведения необходимо приводить не только по ГТС, находящимся в собственности субъекта РФ, но и иных собственников, в том числе муниципальных образований, а также по бесхозным ГТС.

В разделе по обеспечению безопасности бесхозных ГТС следует указывать исходные данные по

бесхозным ГТС, а также планы мероприятий по обеспечению безопасности каждого бесхозного ГТС с перечислением конкретных мероприятий, указанием наименования бесхозного ГТС, его места расположения, сроков реализации мероприятий, ответственного за выполнение плана мероприятий должностного лица органа исполнительной власти субъекта РФ в области безопасности ГТС.

В разделе о планируемых к строительству, строящихся (реконструируемых) ГТС предлагается указывать перечень планируемых к строительству, строящихся (реконструируемых) ГТС на трехлетний период, класс ГТС, их цели и функции, объем финансовых затрат на планируемую стройку, заказчика строительства.

Следует также предусмотреть рекомендацию о том, что сведения, относящиеся к ограниченному пользованию, формируются в отдельное приложение с указанием в тексте региональной программы обеспечения безопасности ГТС ссылки на такое приложение.

Разработку и реализацию региональных программ обеспечения безопасности ГТС целесообразно выполнять с применением проектного управления [15–20].

Заключение

Обеспечение безопасности на территории субъекта Российской Федерации, используя обязательные требования ст. 5 [1] в части разработки и реализации органами исполнительной власти субъекта Российской Федерации в области безопасности гидротехнических сооружений региональных программ, является ключевой особенностью полномочий органов исполнительной власти субъекта Российской Федерации по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений на территории субъекта Российской Федерации.

Предлагаемые Методические рекомендации позволят повысить безопасность на территории субъекта Российской Федерации, обеспечат слаженные действия органа надзора и субъекта Российской Федерации при проведении организационно-технических мероприятий по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений и повышению их уровня безопасности, что также снизит затраты органа надзора на выполнение контрольно-надзорной деятельности.

Список литературы

1. *О безопасности гидротехнических сооружений* (с изменениями на 29 июля 2018 г.): федер. закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/9046062> (дата обращения: 24.07.2020).
2. Фролов Д.И., Щурский О.М., Пименов В.И. Организация и проведение работ по выявлению и сокращению количества бесхозных гидротехнических сооружений и обеспечению их безопасности// Гидротехническое строительство. — 2012. — № 11. — С. 18–21.

3. *Шурский О.М., Пименов В.И., Волосухин В.А.* О работе с бесхозными гидротехническими сооружениями// Гидротехника. — 2013. — № 1 (30). — С. 99–103.

4. *Шурский О.М., Пименов В.И., Волосухин В.А.* Проблемы безопасности бесхозных гидротехнических сооружений// Безопасность в техносфере. — 2013. — № 1 (40). — С. 31–34.

5. *Водный кодекс Российской Федерации* (с изменениями на 24 апреля 2020 г.) (редакция, действующая с 14 июня 2020 г.): федер. закон от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901982862> (дата обращения: 24.07.2020).

6. *Матвеенков Ф.В.* Динамическая и статическая модели осуществления контрольно-надзорной деятельности при эксплуатации гидротехнических сооружений// Безопасность труда в промышленности. — 2018. — № 7. — С. 54–58. DOI: 10.24000/0409-2961-2018-7-54-58

7. *ГОСТ Р 22.2.09—2015.* Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Экспертная оценка уровня безопасности и риска аварий гидротехнических сооружений. Общие положения (Переиздание). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200127764> (дата обращения: 24.07.2020).

8. *О классификации гидротехнических сооружений:* постановление Правительства Рос. Федерации от 2 нояб. 2013 г. № 986. URL: <http://docs.cntd.ru/document/499054996> (дата обращения: 24.07.2020).

9. *СП 58.13330.2019.* Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01—2003. — М.: Минрегион России, 2020. — 39 с.

10. *Матвеенков Ф.В.* Основные особенности продления установленного срока эксплуатации грунтового гидротехнического сооружения III и IV класса// Природообустройство. — 2015. — № 4. — С. 44–47.

11. *Козлов Д.В., Матвеенков Ф.В.* Современные аспекты государственного регулирования безопасности гидротехнических сооружений// Природообустройство. — 2016. — № 3. — С. 45–51.

12. *Об утверждении* формы декларации безопасности гидротехнических сооружений (за исключением судоходных гидротехнических сооружений) (с изменениями на 19 декабря 2014 г.): приказ Ростехнадзора от 2 июля 2012 г. № 377. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902359400> (дата обращения: 24.07.2020).

13. *Об утверждении* Административного регламента Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по предоставлению государственной услуги по утверждению деклараций безопасности поднадзорных гидротехнических сооружений, находящихся в эксплуатации (с изменениями на 30 июня 2017 г.): приказ Ростехнадзора от 12 авг. 2015 г. № 312. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420296470> (дата обращения: 24.07.2020).

14. *Об утверждении* формы акта преддекларационного обследования гидротехнических сооружений (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений): приказ Ростехнадзора от 30 окт. 2013 г. № 506. URL: <http://docs.cntd.ru/document/499056493> (дата обращения: 24.07.2020).

15. *Паспорт* реализации проекта «Совершенствование функции государственного надзора в Федеральной

службе по экологическому, технологическому и атомному надзору в рамках реализации приоритетной программы Реформа контрольной и надзорной деятельности» (утв. протоколом заседания проектного комитета от 13.02.2018 № 1). URL: https://legalacts.ru/doc/pasport-realizatsii-proekta-sovershenstvovanie-funktsii-gosudarstvennogo-nadzora-v-federalnoi_1/ (дата обращения: 24.07.2020).

16. *Макарчук М.В.* Внедрение риск-ориентированного подхода при осуществлении федерального государственного надзора в области промышленной безопасности// Безопасность труда в промышленности. — 2018. — № 7. — С. 59–66. DOI: 10.24000/0409-2961-2018-7-59-66

17. *Abusah S., Pingiaro C.* Cost-Effectiveness of Regulatory Impact Assessment in Victoria. — Melbourne: Victorian Competition & Efficiency Commission, 2011.

18. *Better Regulation Framework Manual.* Practical Guidance for UK Government Officials. URL: <http://regulatoryreform.com/wp-content/uploads/2015/02/UK-better-regulation-framework-manual-guidance-for-officials-July-2013.pdf> (дата обращения: 24.07.2020).

19. *Garcia Villareal J.P.* Successful Practices and Policies to Promote Regulatory Reform and Entrepreneurship at the Sub-national Level. URL: <https://www.oecd.org/gov/regulatory-policy/45083032.pdf> (дата обращения: 24.07.2020).

20. *Handbook on Economic Analysis of Investment Operations.* URL: <http://documents1.worldbank.org/curated/en/749061468740206498/pdf/207330REVISED.pdf> (дата обращения: 24.07.2020).

f.matveenkov@enerb.ru

Материал поступил в редакцию 6 августа 2020 г.

**«Bezopasnost Truda v Promyshlennosti»/ «Occupational Safety in Industry», 2020, № 11, pp. 51–55.
DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-51-55**

General Provisions on the Development of Regional Programs for Ensuring Safety of Hydraulic Structures

F.V. Matveenkov, Cand. Sci. (Eng.), Deputy Director for Research, f.matveenkov@enerb.ru

P.S. Kanygin, Dr. Sci. (Econ.), Director
FBU STC energy Security, Moscow, Russia

O.M. Shchurskiy, Deputy Head of Department

V.I. Pimenov, Cand. Sci. (Eng.), Department Head
Rostechnadzor, Moscow, Russia

Abstract

Ensuring safety on the territory of the subject of the Russian Federation is a key aspect, including implementation of measures to ensure safety of the technogenic environment, which includes hydraulic structures, as well as hydraulic structures that do not have an owner or the owner of which is unknown or whose ownership rights were refused (ownerless hydraulic structures). Development and implementation of preventive measures to ensure safety of the technogenic environment contribute to the prevention of emergencies and the development of an algorithm for eliminating their consequences. Article 5 of Federal law № 117-FZ of July 21, 1997 «On safety of hydraulic structures» establishes the powers of the executive

authorities of the subjects of the Russian Federation in the field of safety of hydraulic structures, one of which is the authority to develop and implement regional programs to ensure safety of hydraulic structures, including ownerless hydraulic structures.

Despite the twenty third year period of validity for this federal law, most subjects of the Russian Federation do not have regional programs of ensuring safety of hydraulic structures, including ownerless hydraulic structures (for ownerless hydraulic structures, such a norm was introduced in 2013). In this case, the executive authorities of the subjects of the Russian Federation refer to the norm of p. 4 of Art. 25 of the Water Code of the Russian Federation, in accordance with which the programs of the subjects of the Russian Federation for the use and protection of water bodies or their parts located on the territories of the subjects of the Russian Federation were developed, approved and are being implemented.

The absence in the subject of the Russian Federation of an approved regional program for ensuring safety of hydraulic structures creates the risk of occurrence of an emergency.

Key words: hydraulic structures, ownerless hydraulic structures, ensuring safety, regional program, supervision.

References

1. On safety of hydraulic structures (as amended of July 29, 2018): Federal Law of July 21, 1997 № 117-FZ. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/9046062> (accessed: July 24, 2020). (In Russ.).
2. Frolov D.I., Shchurskiy O.M., Pimenov V.I. Organization and carry out of work to identify and reduce the number of ownerless hydraulic structures and ensure their safety. *Gidrotekhnicheskoe stroitelstvo = Power Technology and Engineering*. 2012. № 11. pp. 18–21. (In Russ.).
3. Shchurskiy O.M., Pimenov V.I., Volosukhin V.A. On the work with ownerless hydraulic structures. *Gidrotekhnika = Hydrotechnika*. 2013. № 1 (30). pp. 99–103. (In Russ.).
4. Shchurskiy O.M., Pimenov V.I., Volosukhin V.A. Safety Problems of Ownerless Hydraulic Engineering Constructions. *Bezopasnost v tekhnosfere = Safety in Technosphere*. 2013. № 1 (40). pp. 31–34. (In Russ.).
5. Water Code of the Russian Federation (as amended on April 24, 2020) (as amended on June 14, 2020): Federal Law of June 3, 2006 № 74-FZ. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/901982862> (accessed: July 24, 2020). (In Russ.).
6. Matveenkov F.V. Dynamic and Static Models of Control and Supervision Activities Implementation during Hydraulic Structures Operation. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2018. № 7. pp. 54–58. (In Russ.). DOI: 10.24000/0409-2961-2018-7-54-58
7. GOST R 22.2.09—2015. Safety in emergencies. Expert assessment of safety and accident risk levels for hydraulic structure. General principles. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200127764> (accessed: July 24, 2020). (In Russ.).
8. On the classification of hydraulic structures: Resolution of the Government of the Russian Federation of November 2, 2013 № 986. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/499054996> (accessed: July 24, 2020). (In Russ.).
9. SP 58.13330.2019. Hydraulic Structures. Basic statements. Updated edition of SNiP 33-01-2003. Moscow: Minregion Ros-sii, 2020. 39 p. (In Russ.).
10. Matveenkov F.V. Basic Features of Extension of the Specified Service Life of Operation of Earth Hydraulic Engineering Structure of III and IV Class. *Prirodoobustroystvo = Environmental engineering*. 2015. № 4. pp. 44–47. (In Russ.).
11. Kozlov D.V., Matveenkov F.V. Modern Aspects of State Regulation of Hydraulic Structures Safety. *Prirodoobustroystvo = Environmental engineering*. 2016. № 3. pp. 45–51. (In Russ.).
12. On the approval of the form for the declaration of safety of hydraulic structures (except for navigational hydraulic structures) (as amended on December 19, 2014): order of Rostekhnadzor dated July 2, 2012 № 377. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902359400> (accessed: July 24, 2020). (In Russ.).
13. On the approval of the Administrative regulations of the Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service on the provision of state services for the approval of safety declarations for supervised hydraulic structures in operation (as amended of June 30, 2017): Rostekhnadzor order dated August 12, 2015 № 312. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/420296470> (accessed: July 24, 2020). (In Russ.).
14. On the approval of the form of the act of pre-declaration inspection for hydraulic structures (except for shipping and port hydraulic structures): order of Rostekhnadzor dated October 30, 2013 № 506. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/499056493> (accessed: July 24, 2020). (In Russ.).
15. Passport for the implementation of the project «Improving the function of state supervision in the Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service within the framework of the implementation of the priority program Reform of control and supervisory activities» (approved by the minutes of meeting of the project committee dated 13.02.2018 № 1). Available at: https://legalacts.ru/doc/pasport-realizatsii-proekta-sovershenstvovanie-funktsii-gosudarstvennogo-nadzora-v-federalnoi_1/ (accessed: July 24, 2020). (In Russ.).
16. Makarchuk M.V. Introduction of Risk-Oriented Approach at the Implementation of the Federal State Supervision in the Field of Industrial Safety. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2018. № 7. pp. 59–66. (In Russ.). DOI: 10.24000/0409-2961-2018-7-59-66
17. Abusah S., Pingiaro C. Cost-Effectiveness of Regulatory Impact Assessment in Victoria. Melbourne: Victorian Competition & Efficiency Commission, 2011.
18. Better Regulation Framework Manual. Practical Guidance for UK Government Officials. Available at: <http://regulatoryreform.com/wp-content/uploads/2015/02/UK-better-regulation-framework-manual-guidance-for-officials-July-2013.pdf> (accessed: July 24, 2020).
19. Garcia Villareal J.P. Successful Practices and Policies to Promote Regulatory Reform and Entrepreneurship at the Sub-national Level. Available at: <https://www.oecd.org/gov/regulatory-policy/45083032.pdf> (accessed: July 24, 2020).
20. Handbook on Economic Analysis of Investment Operations. Available at: <http://documents1.worldbank.org/curated/en/749061468740206498/pdf/207330REVISED.pdf> (accessed: July 24, 2020).

Received August 6, 2020

Внедрение инновационного программно-аппаратного комплекса пассивной акустики для диагностики технического состояния скважин



А.М. Асланян,
канд. физ.-мат. наук,
ректор



И.Ю. Асланян,
канд. физ.-мат. наук,
ст. техн. советник



Р.Р. Кантюков,
канд. техн. наук, зам.
ген. директора



Ю.Ю. Петрова,
канд. физ.-мат. наук, зам.
начальника лаборатории,
PetrovaYY@vniigaz.gazprom.ru



Р.Н. Минахметова,
вед. специалист
отдела

ООО «НАФТА Колледж»,
Казань, Россия

TGT, Дубай, ОАЭ

ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Развилка, Россия

ООО «МИКС», Казань,
Россия

Разработана и внедрена новая программно-аппаратная технология пассивной акустики, применяемая в составе комплекса промыслово-геофизических исследований для проведения диагностики технического состояния скважин подземных хранилищ газа. Технология позволяет зарегистрировать и расшифровать акустический сигнал, возникающий при движении флюида в скважине или пласте. Приведены результаты комплекса промыслово-геофизических исследований скважин для различных типов подземных хранилищ газа.

Ключевые слова: метод пассивной акустики, подземное хранилище газа, диагностика технического состояния скважины, рабочие интервалы пласта, заколонные перетоки флюида.

Для цитирования: Асланян А.М., Асланян И.Ю., Кантюков Р.Р., Петрова Ю.Ю., Минахметова Р.Н. Внедрение инновационного программно-аппаратного комплекса пассивной акустики для диагностики технического состояния скважин// Безопасность труда в промышленности. — 2020. — № 11. — С. 56–62. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-56-62

Введение

Для обеспечения устойчивой работы единой системы газоснабжения в зависимости от сезонных колебаний спроса на газ эффективно используются подземные хранилища газа (ПХГ). Контроль технического состояния скважин подземных хранилищ газа — одна из ключевых задач технического диагностирования, проводимого в целях обеспечения требований промышленной безопасности [1, 2]. Он актуален на протяжении всего срока эксплуатации от строительства до ликвидации скважины, в том числе при проведении экспертизы промышленной безопасности [3]. Проведение диагностики технического состояния скважин с использованием современных геофизических методов способствует своевременному определению потенциальных проблем, которые могут возникнуть во внутрискважинном и околоскважинном пространствах, и, как следствие, продлению срока безопасной эксплуатации действующих ПХГ. В настоящее время для

оценки технического состояния скважин ПХГ применяются различные методы геофизических исследований, включая методы определения геометрии ствола, акустические методы изучения преломленных или отраженных ультразвуковых волн, электромагнитные, радиоактивные методы, термометрию и др. [4–6].

В работе представлены результаты диагностики технического состояния скважин для различных типов формирования ПХГ: в водоносном пласте-коллекторе, в соляном куполе и в выработанном газовом месторождении с помощью комплекса промыслово-геофизических исследований (ПГИ), включающего в себя пассивную акустику.

Коллектив Казанского научно-технического центра компании TGT (ОАЭ) разработал новую программно-аппаратную технологию пассивной акустики. Информация, полученная с помощью данной технологии, используется для определения рабочих интервалов пластов, локализации интервалов не-

герметичности элементов конструкции скважины, а также для выявления возможных заколонных перетоков флюида.

Широкополосный прибор пассивной акустики высокого разрешения (рис. 1) представляет собой усовершенствованный прибор пассивной акустики [7], основным элементом которого является гидрофон. Корпус прибора изготовлен из титана, пригодного для работы в агрессивных средах. Прибор позволяет регистрировать акустические данные в диапазонах частот от 8 до 60 кГц с амплитудами 100 дБ. Такие характеристики прибора позволяют регистрировать практически все значимые акустические сигналы, генерируемые при движении флюида по пласту или скважине, причем частота сигналов зависит в большей степени от геометрических размеров структуры, по которой движется флюид (например, системы пор или трещин, а также образованных в цементе каналов), а интенсивность — от типа и скорости движущегося флюида. Глубинность исследований у прибора пассивной акустики составляет несколько метров, что позволяет детектировать акустические сигналы, которые генерируются за колонной и могут быть вызваны, например, движением флюида по каналу в цементном камне, а также движением флюида по проницаемым коллекторам. При этом каждый источник акустического сигнала обладает уникальными частотными характеристиками, что позволяет выделить его из общего спектра акустического сигнала.



▲ Рис. 1. Схематическое изображение односенсорного прибора пассивной акустики

▲ Fig. 1. Schematic representation of a single-sensor passive acoustic device

Программное обеспечение, разработанное для интерпретации данных прибора пассивной акустики, автоматически увязывает данные по глубине, полученные одним или несколькими сенсорами, контролирует данные на предмет компрессии, фильтрует акустические сигналы для выделения тех, которые связаны с потоком флюида по пласту или скважине, используя при этом алгоритмы временной когерентности и вейвлет-фильтрацию данных в частотной области [8]. Прибор оснащен специализированным метрологическим оборудованием, которое обеспечивает контроль за техническими характеристиками и чувствительностью измерительной аппаратуры при изготовлении прибора и во время его эксплуатации. Для повышения

достоверности получаемых данных прибор калибруют перед каждым измерением на поверхности с помощью мобильной калибровочной установки (рис. 2). Важный функционал прибора пассивной акустики выполняет интеллектуальный модуль распознавания источника акустического сигнала с помощью нейронных сетей. Интерпретация данных, полученных методом пассивной акустики, основана на результатах лабораторных и скважинных исследований [7–14].



▲ Рис. 2. Оборудование для мобильной калибровки данных прибора пассивной акустики

▲ Fig. 2. Equipment for mobile calibration of passive acoustic instrument data

Способ и устройство скважинной пассивной акустики высокого разрешения запатентованы в России и за рубежом [15, 16].

Задачи

Программно-аппаратная технология пассивной акустики позволяет проверить техническое состояние скважины [7, 14, 17, 18], а именно:

- локализовать интервалы возможной негерметичности в эксплуатационной колонне (ЭК) и других элементах конструкции скважины;

- определить источники избыточного давления в межтрубном пространстве;

- выявить возможные заколонные перетоки флюида (т.е. перетоки пластового флюида по заколонному пространству из объекта хранения газа и других газоводоносных пластов через дефекты крепи);

- уточнить интервалы поглощения промывочной жидкости во время бурения скважины.

Помимо контроля технического состояния скважины метод пассивной акустики широко применяется также для изучения некоторых параметров целевого пласта, в частности для:

- определения геометрии потоков флюида из пласта в скважину (для добывающих скважин) и из скважины в пласт (для нагнетательных скважин);

- определения рабочих интервалов пласта;

- выявления интервалов прорывов газа и воды по пласту;

- анализа потоков флюида по трещинам в пласте;

- мониторинга интенсификации притока жидкости после кислотной обработки;

определения пластового давления в каждом работающем интервале неоднородного пласта путем измерения данных пассивной акустики при трех стабильных режимах работы скважины.

География

Метод пассивной акустики успешно применяется в 35 странах мира, среди которых Россия, Оман, ОАЭ, Саудовская Аравия, Кувейт, Ирак, Канада, США, Великобритания, Дания, Казахстан, Азербайджан, Туркменистан, Малайзия, Индонезия, Нигерия и др. Работа ведется совместно с ведущими мировыми нефтегазодобывающими компаниями, такими как ПАО «Газпром», ПАО «Газпромнефть», ПАО «НК «Роснефть», ПАО «Лукойл», ООО «Сибнефтегаз», ОАО «Новатэк», ExxonMobil, Shell, Chevron, BP, ENI, TOTAL, ARAMCO, ConocoPhillips, PETRONAS и т.д.

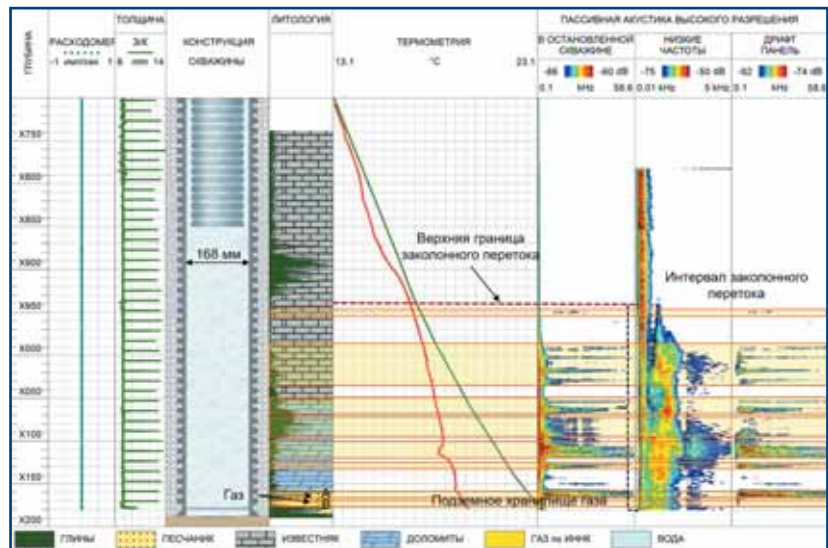
Примеры скважинных исследований

В настоящее время ПАО «Газпром» эксплуатирует в России двадцать шесть ПХГ, при этом существует 17 хранилищ, построенных в истощенных газоконденсатных месторождениях, 8 расположены в водоносных пластах и одно хранилище создано в отложениях каменной соли. Других типов ПХГ, построенных в льдогрунтовых пластах, горных выработках или созданных подземным взрывом, в России нет.

Метод пассивной акустики оказался достаточно информативным для диагностики технического состояния действующих скважин для трех основных типов ПХГ (всех типов ПХГ, действующих на территории Российской Федерации), особенно в комплексе с методами высокоточной термометрии и барометрии. В статье приведены результаты ПГИ, показывающие, каким образом те или иные нарушения в скважинах ПХГ могут быть идентифицированы и оптимальным образом устранены.

Пример 1. ПХГ в водоносных пластах. На ПХГ, которое было создано в куполе песчаных пластов нижнего карбона пористостью до 30 % и введено в эксплуатацию за 14 лет до исследования, была пробурена новая вертикальная скважина. Поставлена задача — провести диагностику технического состояния ЭК этой скважины с помощью комплекса ПГИ, включающего в себя высокоточную термометрию, пассивную акустику, расходомерию, импульсный нейтрон-нейтронный каротаж и магнитно-импульсную дефектоскопию. В исследуемой скважине объектом ПХГ являются пласты А и В, которые характеризуются пористостью 17–21,5 % и проницаемостью 0,8 Дарси. На момент исследования скважина не была перфорирована.

Результаты комплекса ПГИ показаны на рис. 3, где слева направо: панель расходомерии; рассчитанная толщина ЭК; схема конструкции скважины; литология; кривые замеренной высокоточной термометрии и рассчитанного геотермического профиля; панель пассивной акустики; панель низкочастотного канала пассивной акустики для обнаружения заколонных перетоков; панель данных пассивной акустики, обработанных с помощью вейвлет-фильтрации, для обнаружения акустических сигналов, вызванных потоками флюида по пласту.



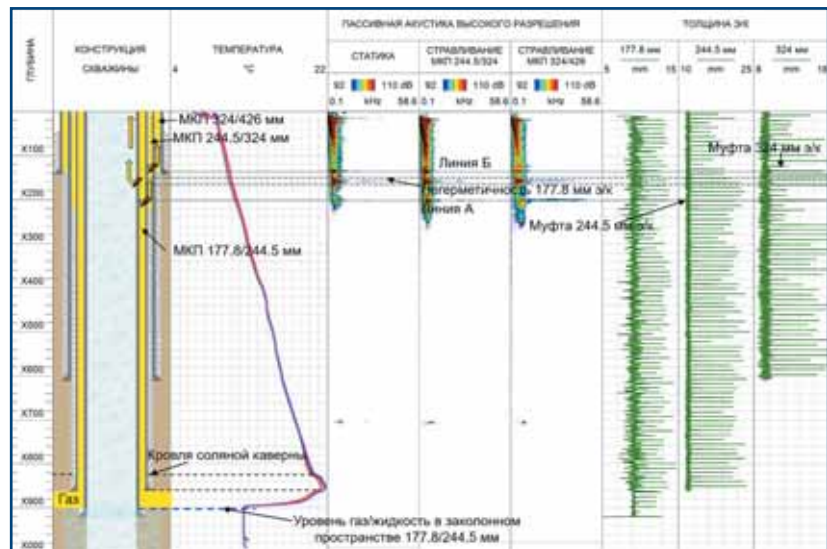
▲ Рис. 3. Результаты комплекса промыслово-геофизических исследований в скважине ПХГ, пробуренной в водоносном пласте
▲ Fig. 3. Results of the complex of field and geophysical studies in the underground gas storage well drilled in an aquifer

Данные магнитно-импульсной дефектоскопии указывают на отсутствие дефектов в эксплуатационной колонне и насосно-компрессорной трубе (НКТ). Данные расходомерии не противоречат этому выводу, поскольку никаких внутриколонных циркуляций флюида в данной скважине не обнаружено. Однако сенсор пассивной акустики зарегистрировал множественные сигналы, вызванные движением флюида. Зарегистрированный акустический спектр свидетельствует как о наличии заколонного перетока флюида, так и о движениях флюида по проницаемым пропласткам, включая нецелевые. Вывод о заколонном перетоке во вновь пробуренной скважине сделан на основании низкочастотной составляющей акустического спектра — именно низкочастотные акустические сигналы генерируются при движении флюида по трещинам в цементном кольце (см. рис. 3, панель пассивной акустики в области низких частот). Для определения сигналов, вызванных движением флюида вдоль проницаемых пропластков, данные пассивной акустики были обработаны с помощью вейвлет-фильтрации (см. рис. 3, панель пассивной акустики). Подобные сигналы обычно характеризуются широким диапазоном частот и при этом

хорошо коррелируют с проницаемыми зонами, определенными во время каротажа в необсаженной скважине (см. рис. 3, панель ЛИТОЛОГИЯ). Наличие газа в пласте ПХГ подтверждено с помощью импульсного нейтрон-нейтронного каротажа (ИННК). Охлаждение, обнаруженное напротив интервалов, где имеет место движение флюида по пропласткам, свидетельствует о том, что именно закачиваемый в ПХГ газ перетекает из объекта ПХГ в выше- и нижележащие пропластки. Направление заколонных перетоков газа определили по форме изменения температуры в скважине. Оказалось, что в скважине имеют место сразу два заколонных перетока флюида (газа) из пластов ПХГ А и В: вверх (до глубины, обозначенной пунктирной коричневой линией) и вниз (в проницаемые интервалы, находящиеся ниже интервала исследования).

Пример 2. ПХГ в соляной каверне. В скважине, пробуренной в ПХГ, созданном в соляной каверне, и пребывающей на стадии размытия этой каверны, было обнаружено избыточное давление в зацементированном межколонном пространстве (МКП) 244,5/324 мм и 324/426 мм. Для предотвращения размыва кровли соляного пласта и растворения ее пресной водой в межтрубье 177,8/244,5 мм закачивался газ, а рассол при этом вытеснялся по колонне диаметром 177,8 мм.

Задача поиска источника избыточного давления успешно решена с помощью комплекса ПГИ с использованием сенсора пассивной акустики. Результаты комплекса ПГИ приведены на рис. 4. Они свидетельствуют о том, что источником избыточного давления является газ в МКП 177,8/244,5 мм. Этот газ через негерметичность муфтового соединения колонны диаметром 244,5 мм на глубине, обозначенной линией А, поступает в МКП 244,5/324 мм, а через негерметичность муфтового соединения колонны диаметром 324 мм на глубине, обозначенной линией Б, — в МКП 324/426 мм, создавая при этом в обоих затрубных пространствах избыточное давление (желтыми стрелками показана миграция газа). Интервалы негерметичности в обсадной и кондукторной колоннах совпали с муфтовыми соединениями, что является показателем их негерметичности. Положения муфтовых соединений определили с помощью магнитно-импульсной дефектоскопии прибором Pulse. Других интервалов потери металла во вновь пробуренной скважине обнаружено не было. Полная и детальная информация о состоянии конструкции скважины позволяет спланировать на ней эффективный и экономически выгодный ремонт.



▲ Рис. 4. Результаты комплекса промыслово-геофизических исследований в скважине ПХГ, пробуренной в соляной каверне

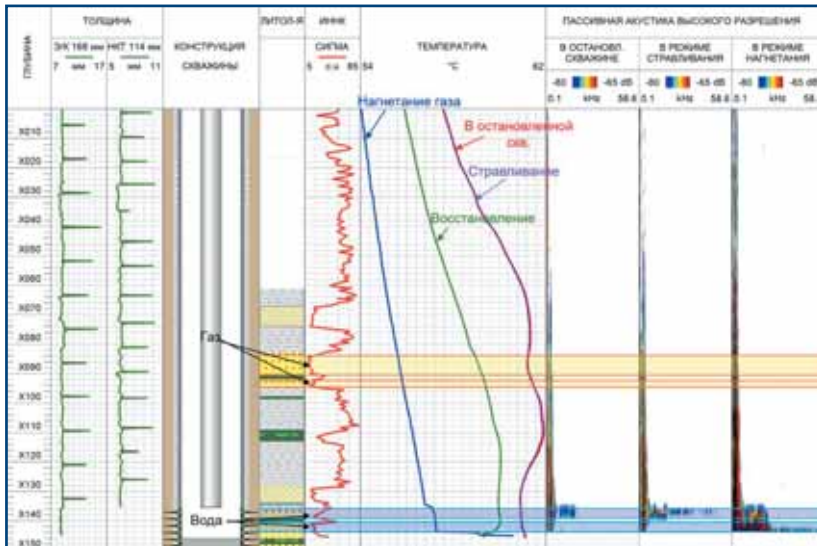
▲ Fig. 4. Results of the complex of field and geophysical studies in the underground gas storage well drilled in a salt cavern

На рис. 4 слева направо показаны: панель глубины; схема конструкции скважины; кривые замеренной высокоточной термометрии и рассчитанного геотермического профиля; панель данных пассивной акустики, обработанных с помощью вейвлет-фильтрации, в режиме простоя и двух режимах стравливания МКП 244,5/324 мм и 324/424 мм. Толщины колонн составляют 177,8, 244,5 и 324 мм.

Пример 3. ПХГ в истощенном газовом месторождении. Данный пример показывает результаты комплексного промыслово-геофизического исследования, проведенного в скважине ПХГ, созданного в истощенном газовом месторождении. Ствол исследуемой скважины оказался заполненным водой, и скважина не могла выполнять свои функции.

Всего на данном ПХГ используются два пласта — D2a и D2c. Исследуемая скважина в течение 30 лет эксплуатировалась циклически как скважина ПХГ, работающая на изначально газонасыщенный пласт D2c, в условиях упруговодонапорного режима, когда подошвенная вода вытесняется вниз при закачке газа и перемещается вверх при его отборе. На протяжении последних двух лет перед исследованием скважина находилась в бездействии по причине невозможности закачки газа в пласт ПХГ D2c. Для определения источника обводнения в скважине провели комплекс ПГИ, который кроме стандартных методов термометрии и барометрии включал пассивную акустику и импульсный нейтрон-нейтронный каротаж. Процедура исследования предполагала измерение скважины в трех режимах: во время длительного простоя скважины, в режиме стравливания давления между НКТ и 168 мм эксплуатационной колонной, в режиме нагнетания газа между НКТ и 168 мм эксплуатационной колонной под давлением 40 атм.

Результаты комплексного исследования ПХГ показаны на рис. 5. Как видим, в режиме длительной остановки скважины температурная кривая характеризуется охлаждением напротив обоих пластов ПХГ, в то время как в режиме стравливания газа из МКП температура не проявила никаких дополнительных аномалий вследствие достаточно малой депрессии на пласт (8 атм).



▲ Рис. 5. Результаты комплекса промыслово-геофизических исследований в скважине ПХГ, расположенной в выработанном газовом месторождении

▲ Fig. 5. Results of the complex of field and geophysical studies in the underground gas storage well located in a developed gas field

На рис. 5 слева направо показаны: панель глубины, рассчитанной толщины 168 мм эксплуатационной колонны, 114 мм колонны НКТ; схема конструкции скважины; литология; данные ИННК («Сигма»); кривые замеренной высокоточной термометрии; панель пассивной акустики; панель низкочастотного канала пассивной акустики при различных режимах исследования скважины.

Спектральное представление данных пассивной акустики помогло выявить интервалы активного движения флюида по пласту и по заколонному пространству: высокочастотные сигналы наблюдаются напротив пласта газового хранилища D2с во всех режимах исследования, включая фоновый замер. Расхождение кривых термометрии в режиме закачки и остановки скважины на забое, а также увеличение амплитуды акустического сигнала в области низких частот в режиме нагнетания газа свидетельствуют о заколонной циркуляции флюида ниже интервала перфорации. По данным ИННК выявлено, что на момент исследования пласт D2с был насыщен водой, а D2а — преимущественно газом. По совокупности полученных данных сделан вывод, что причиной обводнения скважины, в результате которого скважина не могла выполнять свою функцию, явилось поднятие газовой воды за счет

снижения пластового давления. Полученная информация успешно использовалась для устранения проблемы.

Заключение

Приведены примеры задач, которые возникают при эксплуатации скважин подземного хранилища газа. К ним относятся поиск источника повышенной обводненности в скважине, обнаружение заколон-

ных коммуникаций, локализация нарушений в колоннах, поиск источника избыточного давления в межтрубье, выявление негерметичности элементов скважинной конструкции и т.д. Такие задачи требуют достоверной диагностики технического состояния скважин и могут быть решены с помощью комплексного промыслово-геофизического исследования, которое включает спектральную пассивную акустику. Применение данной технологии позволяет существенно повысить безопасность эксплуатации скважин. Полученная в результате исследования информация используется как при подготовке заключений экспертиз промышленной безопасности, так и для разработки эффективных программ капитального ремонта скважин подземных хранилищ газа, расположенных в истощенных газовых и водяных месторождениях, а также в соляных кавернах.

В настоящее время программно-аппаратная технология пассивной акустики используется практически во всех крупнейших нефте- и газодобывающих регионах мира, получив признание у крупнейших отечественных и зарубежных компаний, однако для проверки технического состояния скважин подземных хранилищ газа применяется впервые.

Список литературы

1. Правила безопасности опасных производственных объектов подземных хранилищ газа: федер. нормы и правила в обл. пром. безопасности. — Сер. 08. — Вып. 21. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2017. — 24 с.
2. СТО Газпром 2-2.3-696—2013. Руководство по эксплуатации скважин с межколонными давлениями на месторождениях и подземных хранилищах газа. — М.: ОАО «Газпром экспо», 2014. — 35 с.
3. СТО Газпром 2-2.3-056—2006. Регламент по проведению экспертизы промышленной безопасности скважин различного назначения подземных хранилищ газа и назначению (продлению) срока их безопасной эксплуатации. — М.: Изд. дом «Полиграфия». — 57 с.
4. СТО Газпром 2-2.3-145—2007. Инструкция по техническому диагностированию скважин ПХГ. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/58/58901/> (дата обращения: 14.06.2020).

5. *ГОСТ Р 53709—2009*. Скважины нефтяные и газовые. Геофизические исследования и работы на скважинах. Общие требования. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-53709-2009> (дата обращения: 14.06.2020).

6. *ГОСТ 22609—77*. Геофизические исследования в скважинах. Термины, определения и буквенные обозначения (с Изменением № 1). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200023247> (дата обращения: 14.06.2020).

7. *An integrated approach to the integrity diagnostics of underground gas storage wells/ R. Kantyukov, D. Grishin, R. Nikitin et al.*// SPE Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference. — Abu Dhabi: Society of Petroleum Engineers, 2017. DOI: 10.2118/188656-MS

8. *Spectral Noise Logging Data Processing Technology/ Y.S. Maslennikova, V.V. Bochkarev, A.V. Savinkov, D.A. Davydov*// SPE Russian Oil and Gas Exploration and Production Technical Conference and Exhibition. — Moscow: Society of Petroleum Engineers, 2012. DOI: 10.2118/162081-RU

9. *Применение геофизического комплекса спектральной шумометрии на солевой скважине, пробуренной на ассельский (рассольный) водоносный горизонт/ Р.Р. Кантюков, А.А. Арбузов, С.В. Сорока, Л.А. Спирина*// Георесурсы. — 2017. — Т. 19. — № 2. — С. 138–140.

10. *Скважинная шумометрия как энергосберегающая инновационная технология/ А.М. Асланян, И.Ю. Асланян, Р.Р. Кантюков и др.*// Нефтегазовое дело. — 2016. — Т. 14. — № 2. — С. 8–12.

11. *Complementing Production Logging with Spectral Noise Analysis to Improve Reservoir Characterisation and Surveillance/ N. Suarez, A. Otubaga, N. Mehrotra et al.*// SPWLA 54th Annual Logging Symposium. — New Orleans: Society of Petrophysicists and Well-Log Analysts, 2015. URL: <https://www.onepetro.org/conference-paper/SPWLA-2013-TTT> (дата обращения: 14.06.2020).

12. *Understanding Noises from Different Flow Mediums in Near Well Bore Region: A Novel Approach for Detection and Characterisation of Sub-Vertical Natural Flow Paths in North Kuwait Gas Fields/ M.N. Acharya, A. Al-Mershed, S.R. Narhari et al.*// Offshore Technology Conference Asia. — Kuala Lumpur: Offshore Technology Conference, 2016. DOI: 10.4043/26742-MS

13. *Subsea Well Envelope Integrity Assessment Utilizing Electromagnetic Pulse and Spectral Noise Logging, Case Study/ M. Swankie, I. MacFarlane, M. Volkov et al.*// SPE International Oilfield Corrosion Conference and Exhibition. — Aberdeen: Society of Petroleum Engineers, 2018. DOI: 10.2118/190888-MS

14. *Volkov M., Yurchenko A., Ellis R.* The Loss of Primary Barrier: An Integrated Approach of Downhole Leak Location and Quantification. Case Study// SPE Nigeria Annual International Conference and Exhibition. — Lagos: Society of Petroleum Engineers, 2019. DOI: 10.2118/198838-MS

15. *Пат. 2499283* Рос. Федерация. Способ и устройство для скважинной спектральной шумометрии/ Д.А. Давыдов, А.М.Асланян: заявл. 02.07.2012; опубл. 20.11.2013, Бюл. № 32.

16. *Patent GB 2504918* United Kingdom. Method and apparatus for spectral noise logging/ A.M. Aslanuan, D.A. Davydov. Applied: April 23, 2020. Published: February 19, 2020.

17. *Out of Zone Injection/ A. Galiev, I. Mukhliev, M. Volkov et al.*// SPE Norway One Day Seminar. — Bergen: Society of Petroleum Engineers, 2018. DOI: 10.2118/191338-MS

18. *Volkov M., Zaripova A.* The Importance of Reliable Barrier Verification in the P&A Environment — Case Studies// SPE Offshore Europe Conference and Exhibition. — Aberdeen: Society of Petroleum Engineers, 2019. DOI: 10.2118/195789-MS

PetrovaYY@vniigaz.gazprom.ru

*Материал поступил в редакцию 29 апреля 2020 г.
Доработанная версия — 25 июня 2020 г.*

«**Bezopasnost Truda v Promyshlennosti**»/ «**Occupational Safety in Industry**», 2020, № 11, pp. 56–62.
DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-56-62

Implementation of the Advanced Passive Acoustics Hardware and Software Complex for Well Integrity Diagnostics

A.M. Aslanyan, Cand. Sci. (Phys.-Math.), Rector
Nafta College LLC, Kazan, Russia

I.Yu. Aslanyan, Cand. Sci. (Phys.-Math.), Senior Technical Advisor

TGT, Dubai, UAE

R.R. Kantyukov, Cand. Sci. (Eng.), Deputy General Director
Yu.Yu. Petrova, Cand. Sci. (Phys.-Math.), Deputy Head of the Laboratory, **PetrovaYY@vniigaz.gazprom.ru**

Gazprom VNIIGAZ LLC, Razvilka, Russia

R.N. Minakhmetova, Lead Expert of the Department

MIKS LLC, Kazan, Russia

Abstract

To ensure operational stability of the unified gas supply system depending on the seasonal gas demand fluctuations, the underground gas storage facilities are effectively used. Well integrity diagnostics using the advanced logging techniques facilitate timely identification of potential problems (pinpointing cross-flows behind casing, detecting leaks in production casing and other well construction components, locating sustained annulus pressure sources etc.), and, thereby extension of the safe operation life of functioning of the underground gas storage facilities.

The results of the complex of field and geophysical studies in several underground gas storage wells are given in this article. Different types of the underground gas storages are reviewed: the ones located in an aquifer, salt dome, and mature field. The diagnostics was carried out based on the complex of downhole logging including a passive acoustic tool. The passive acoustics hardware and software technology can capture and interpret acoustic signals generated by the wellbore or reservoir flows. To recognise and interpret the captured signals, the temporal coherence algorithms, data wavelet filtration, and neural networks are used.

The use of this technology allows to significantly improve the safety of well operation. The information obtained is used both in the preparation of industrial safety expert reports and for the development of effective programs for major repairs of the underground gas storage wells located in the depleted gas and water fields, as well as in the salt caverns.

Hardware and software technology of passive acoustics is being used in almost all the major oil and gas provinces in the world,

receiving recognition from the largest domestic and foreign companies, however, this is the first time that underground gas storage facilities are used to check the technical condition of the wells.

Key words: passive acoustics method, underground gas storage, well integrity diagnostics, reservoir flow zones, cross-flows behind casing.

References

1. Safety rules for hazardous production facilities of the underground gas storages: Federal rules and regulations in the field of industrial safety. Ser. 08. Iss. 21. Moscow: ZAO NTTs PB, 2017. 24 p. (In Russ.).
2. STO Gazprom 2-2.3-696—2013. Operating manual for the wells with annular pressure at the fields and underground gas storage facilities. Moscow: OAO «Gazprom ekspoz», 2014. 35 p. (In Russ.).
3. STO Gazprom 2-2.3-056—2006. Regulations for conducting industrial safety expertise of the underground gas storage wells for various purposes and the dedication (extension) of their safe operation. Moscow: Izd. dom «Poligrafiya». 57 p. (In Russ.).
4. STO Gazprom 2-2.3-145—2007. Instructions for technical diagnostics of the underground gas storage wells. Available at: <https://files.stroyinf.ru/Data1/58/58901/> (accessed: June 14, 2020). (In Russ.).
5. GOST R 53709—2009. Oil and gas wells. Geophysical researches and works in wells. General requirements. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-53709-2009> (accessed: June 14, 2020). (In Russ.).
6. GOST 22609—77. Geophysical exploration in wells. Terms, definitions and letter symbols (with Amendment № 1). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200023247> (accessed: June 14, 2020). (In Russ.).
7. Kantyukov R., Grishin D., Nikitin R., Aslanyan A., Aslanyan I., Minakhmetova R., Soroka S. An integrated approach to the integrity diagnostics of underground gas storage wells. SPE Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference. Abu Dhabi: Society of Petroleum Engineers, 2017. DOI: 10.2118/188656-MS
8. Maslennikova Y.S., Bochkarev V.V., Savinkov A.V., Davydov D.A. Spectral Noise Logging Data Processing Technology. SPE Russian Oil and Gas Exploration and Production Technical Conference and Exhibition. Moscow: Society of Petroleum Engineers, 2012. DOI: 10.2118/162081-RU
9. Kantyukov R.R., Arbuзов A.A., Soroka S.V., Spirina L.A. Spectral Noise Logging for Well Integrity Analysis in the Mineral Water Well in Asselian Aquifer. *Georesursy = Georesursy*. 2017. Vol. 19. № 2. pp. 138—140. (In Russ.).
10. Aslanyan A.M., Aslanyan I.Yu., Kantyukov R.R., Minakhmetova R.N., Nikitin R.S., Nurgaliev D.K., Soroka S.V. Well Noise Logging as Energy Saving Innovation Technology. *Neftegazovoe delo = Petroleum engineering*. 2016. Vol. 14. № 2. pp. 8—12. (In Russ.).
11. Suarez N., Otubaga A., Mehrotra N., Aslanyan A., Aslanyan I., Khabibullin M., Wilson M., Barghouti J., Maslennikova Y. Complementing Production Logging with Spectral Noise Analysis to Improve Reservoir Characterisation and Surveillance. SPWLA 54th Annual Logging Symposium. New Orleans: Society of Petrophysicists and Well-Log Analysts, 2015. Available at: <https://www.onepetro.org/conference-paper/SPWLA-2013-TTT> (accessed: June 14, 2020).
12. Acharya M.N., Al-Mershed A., Narhari S.R., Al-Azmi M., Dashti Q.M., Chakravorty S., Abdulkadir R.I., Prosvirkin S. Understanding Noises from Different Flow Mediums in Near Well Bore Region: A Novel Approach for Detection and Characterisation of Sub-Vertical Natural Flow Paths in North Kuwait Gas Fields. Offshore Technology Conference Asia. Kuala Lumpur: Offshore Technology Conference, 2016. DOI: 10.4043/26742-MS
13. Swankie M., MacFarlane I., Volkov M., Abshenas M., Khabibullin M., Trusov A.V., Kanukov D. Subsea Well Envelope Integrity Assessment Utilizing Electromagnetic Pulse and Spectral Noise Logging, Case Study. SPE International Oilfield Corrosion Conference and Exhibition. Aberdeen: Society of Petroleum Engineers, 2018. DOI: 10.2118/190888-MS
14. Volkov M., Yurchenko A., Ellis R. The Loss of Primary Barrier: An Integrated Approach of Downhole Leak Location and Quantification. Case Study. SPE Nigeria Annual International Conference and Exhibition. Lagos: Society of Petroleum Engineers, 2019. DOI: 10.2118/198838-MS
15. Davydov D.A., Aslanyan A.M. Patent RF № 2499283 The method and equipment for borehole spectral noise logging. Applied: July 2, 2012. Published: November 20, 2013. Bulletin № 32. (In Russ.).
16. Aslanyan A.M., Davydov D.A. Patent GB 2504918 United Kingdom. Method and apparatus for spectral noise logging. Applied: April 23, 2012. Published: February 19, 2014.
17. Galiev A., Mukhliev I., Volkov M., Gress R.M., Zaripova A., Trusov A. Out of Zone Injection. SPE Norway One Day Seminar. Bergen: Society of Petroleum Engineers, 2018. DOI: 10.2118/191338-MS
18. Volkov M., Zaripova A. The Importance of Reliable Barrier Verification in the P&A Environment — Case Studies. SPE Offshore Europe Conference and Exhibition. Aberdeen: Society of Petroleum Engineers, 2019. DOI: 10.2118/195789-MS

Received April 29, 2020

In final form — June 25, 2020



От редакции

Вниманию авторов!

За публикацию научно-технических статей плата не взимается. Вознаграждение авторам не выплачивается. Электронная версия журнала с опубликованной статьей высылается каждому автору на его e-mail. Статьи рецензируются. Отрицательные рецензии доводятся до сведения авторов. Журнал выпускается и в электронной версии.

Об одном подходе к оценке эффективности инспекционной контрольной деятельности



М.И. Лукьянчиков,
ген. директор
(ООО «Газпром
газнадзор»,
Москва, Россия)



В.В. Лесных,
wlesnykh@gmail.com, д-р техн. наук,
проф., советник ген. директора (ООО
«Газпром газнадзор», Москва, Россия)
проф. департамента (Российский
университет дружбы народов,
Москва, Россия)

Рассмотрена проблема оценки эффективности инспекционной контрольной деятельности. Выполнен анализ базовой модели оценки эффективности надзорной деятельности. Проведено сравнительное исследование возможности и целесообразности использования пирамиды Хайнриха — Берда при обосновании мероприятий по обеспечению производственной безопасности. Предложен подход к оценке предотвращенного ущерба как одного из показателей эффективности инспекционной контрольной деятельности. Приведены результаты оценочных расчетов.

Ключевые слова: опасный производственный объект, инспекционная контрольная деятельность, оценка эффективности, риск-ориентированный подход, проактивный подход, пирамида происшествий, предотвращенный ущерб.
Для цитирования: Лукьянчиков М.И., Лесных В.В. Об одном подходе к оценке эффективности инспекционной контрольной деятельности // Безопасность труда в промышленности. — 2020. — № 11. — С. 63–68. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-63-68

Введение

Инспекционная контрольная деятельность (ИКД) — составная часть государственной и корпоративной деятельности, направленной на оценку состояния процессов, продукции и услуг с точки зрения их качества и безопасности в соответствии с регулирующими документами. Особое значение ИКД имеет в области промышленного производства, прежде всего в тех отраслях, где строятся и эксплуатируются опасные производственные объекты (ОПО).

Основа регулирования надзорной, контрольной и инспекционной деятельности в Российской Федерации (РФ) — Федеральный закон от 26 декабря 2008 г. № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении

государственного контроля (надзора) и муниципального контроля». В настоящее время проходит реформа контрольно-надзорной деятельности, которая утверждена в декабре 2016 г., со сроком реализации до 2025 г. Одно из основных направлений реформы — переход на риск-ориентированный подход. Базовым законодательным документом, регулирующим внедрение риск-ориентированного подхода, является постановление Правительства РФ от 17 августа 2016 г. № 806 (ред. от 12 октября 2018 г.) «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации».

Как правило, ИКД относится к такому виду деятельности, которую можно рассматривать как важнейший элемент системы проактивного управления безопасностью ОПО как на стадии строительства и капитального ремонта, так и на стадии эксплуатации. Обоснованное использование концепции риска на различных этапах организации и проведения ИКД (планирование проверок, проведение проверок, мониторинг устранения нарушений) позволяет учесть возникающую неопределенность в выборе объектов проверок и частоты проверок с точки зрения системной значимости и ограничений на ресурсы (финансовые, человеческие, временные). Опыт применения риск-ориентированного подхода к процессу планирования проверок ОПО ПАО «Газпром» показан в работе [1].

Проблема оценки эффективности инспекционной контрольной деятельности

Риск-ориентированный подход должен также применяться и при оценке эффективности ИКД. Для этого целесообразно использовать общие рекомендации, установленные распоряжением Правительства РФ от 23 мая 2017 г. № 999-р «О внесении изменений в основные направления разработки и внедрения системы оценки результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности, утвержденные распоряжением Правительства РФ от 17.05.2017 № 934-р». Данным документом определены ключевые показатели эффективности государственного контроля (надзора) и муниципального контроля, отражающие уровень достижения общественно значимых результатов контрольно-надзорной деятельности, по которым устанавливаются целевые значения, являющиеся ориентиром для органа, осуществляющего контрольно-надзорную деятельность.

В соответствии с вышеназванным распоряжением показатели эффективности контрольно-надзорной деятельности состоят из группы ключевых показателей (группа «А») и двух групп индикативных показателей (группа «Б» и группа «В»), включающих обязательные для определения показатели и показатели, состав которых зависит от конкретного вида контрольно-надзорной деятельности.

Анализ базовой модели (введена распоряжением Правительства РФ от 23 мая 2017 г. № 999-р) показывает, что риск-ориентированный подход частично проявляется в использовании в качестве одного из показателей эффективности величины предотвращенного в результате контрольно-надзорной деятельности ущерба (материального, социального, финансового и пр.). Однако в базовой модели ущерб оценивается не как ожидаемая величина, взвешенная по вероятности наступления негативного события, а как разница между суммарным ущербом в предшествующем и текущем периоде:

$$W = \frac{\Delta Y_T + \Delta P_T + \Delta B_T}{Y_{T-1} + P_{T-1} + B_{T-1}}, \quad (1)$$

где ΔY_T — разница между причиненным ущербом в предшествующем периоде ($T - 1$) и причиненным ущербом в текущем периоде (T); ΔP_T — разница между расходами на исполнение полномочий в предшествующем периоде ($T - 1$) и расходами на исполнение полномочий в текущем периоде (T); ΔB_T — разница между издержками хозяйствующих субъектов в предшествующем периоде ($T - 1$) и издержками хозяйствующих субъектов в текущем периоде (T); Y_{T-1} — причиненный ущерб в предшествующем периоде ($T - 1$); P_{T-1} — расходы на исполнение полномочий в предшествующем периоде ($T - 1$); B_{T-1} — издержки хозяйствующих субъектов в предшествующем периоде ($T - 1$).

Предотвращенный ущерб выступает одним из возможных показателей эффективности ИКД, который отражает потенциальные (возможные) последствия ИКД по выявлению и устранению нарушений законодательных и нормативных требований. Такие нарушения могут быть источниками событий (отказы, инциденты, аварии, несчастные случаи), которые повлекут за собой социально-экономические, материальные, финансовые, экологические и другие проблемы.

Достаточно длительное время применительно к ОПО использовалась система классификации событий, которая имела в своем составе только два уровня, различающихся масштабом последствий (инциденты, аварии). Такая классификация носила реактивный характер, т.е. отражала только происшедшие события, однако не включала информацию о предпосылках к инцидентам и авариям, что снижало эффективность проактивного (предупреждающего) подхода к управлению производственной безопасностью ОПО.

В целях перехода к проактивному подходу к обеспечению безопасности объектов нефтегазового комплекса приказом Ростехнадзора от 24 января 2018 г. утверждено Руководство по безопасности «Методические рекомендации по классификации техногенных событий в области промышленной безопасности на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса». Данный документ устанавливает классификацию техногенных событий, которая включает 4 уровня (табл. 1).

Таблица 1

Уровень события	Техногенное событие	Признаки опасности техногенного события
1	Авария	Разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на ОПО, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ
2	Инцидент	Отказ или повреждение технических устройств, применяемых на ОПО, отклонение от установленного режима технологического процесса
3	Предпосылка к инциденту	Изменение технологических параметров режима работы ОПО, которое может привести к инциденту
4	Событие уровня 4	Изменения технологических параметров и (или) нарушения в функционировании Системы управления промышленной безопасностью (производственный контроль), которые могут приводить к предпосылкам к инцидентам

Такая классификация вводит два дополнительных уровня событий, относящихся к технологическим отказам и изменениям параметров технологических процессов, которые могут находиться в установленных пределах, однако позволяют идентифицировать негативные тренды. Если переходить к ИКД, то логично ввести еще один уровень событий — несоответствия, под которыми понимаются отклонения от положений регламента по эксплуатации, паспорта технического устройства, инструкции, проектной и нормативной документации в области промышленной, экологической, энергетической безопасности, положений (требований) нормативных документов по охране труда и т.п.

Использование пирамиды Хайнриха — Берда для оценки эффективности инспекционной контрольной деятельности

Для того чтобы учесть взаимосвязь между событиями различных уровней предлагаемой классификации, рекомендуется (с учетом ряда предположений) использовать так называемый закон Хайнриха (пирамида травматизма, пирамида происшествий или треугольник Хайнриха). Этот закон гласит, что

на каждый несчастный случай на рабочем месте, повлекший тяжелые последствия (включая смертельные случаи), приходится 29 случаев получения легких травм и 300 потенциально опасных происшествий без последствий. Данная закономерность установлена на основе анализа статистики несчастных случаев на производстве. Ее сформулировал американский инженер Г. Хайнрих в своей книге «Предупреждение производственных травм: научный подход», вышедшей в 1931 г. [2]. В более поздних работах американский сотрудник страховой компании Ф. Берд проанализировал данные о более 1,7 млн событий, включая происшествия, которые потенциально могли бы привести к негативным последствиям в 297 компаниях. Эти компании представляли собой 21 различную промышленную группу, где было занято 1,7 млн сотрудников, проработавших более 3 млрд ч в течение анализируемого периода воздействия. В результате анализа им предложено другое соотношение между уровнями пирамиды происшествий: 1–10–30–600 [3]. В настоящее время пирамиду происшествий чаще называют пирамидой Хайнриха — Берда. Одним из результатов анализа Ф. Берда стало утверждение, что соотношение между уровнями пирамиды может различаться в зависимости от типов происшествий, отраслей промышленности и ряда других факторов.

Авторы поздних исследований фактически разделились на тех, кто считал пирамиду происшествий не более чем удобной формой графической интерпретации статистических данных, и тех, кто находил ей практическое применение. В частности, противники широкой интерпретации пирамиды отмечали, что в своих работах ни Г. Хайнрих, ни Ф. Берд никогда не указывали на прямую связь между нижним и верхними уровнями пирамиды [4]. С другой стороны, именно такая связь в принципе позволяет говорить о возможности обоснования мероприятий по снижению риска происшествий, даже если уровни событий только частично связаны между собой.

В современных работах исследуется, какие факторы влияют на форму пирамиды происшествий. Например, в научных трудах [5, 6] показано, что соотношение числа событий на разных уровнях может зависеть от вида деятельности и рассматриваемых рисков. Необходимо отметить, что выявленная закономерность в пирамиде Хайнриха — Берда используется при обосновании мероприятий по повышению безопасности и охраны труда в различных отраслях экономики. В качестве примера можно привести работы в области железнодорожного транспорта [7, 8], нефтегазовой отрасли [9], судоходства [10] и др.

Анализ публикаций по данной тематике позволяет сделать следующие выводы: несмотря на критическое отношение к возможности практического применения коэффициентов уровней в пирамиде Хайнриха — Берда, отрицать связь между уровнями (взаимное влияние) нецелесообразно; даже сла-

бая связь позволяет говорить о том, что устранение источников событий (нарушений, несоответствий) нижнего уровня пирамиды потенциально может предотвратить события на верхних уровнях.

В рамках формирования подхода к оценке предотвращенного ущерба в задаче оценки эффективности ИКД проанализирована статистика событий на производственных объектах ПАО «Газпром» за период 2015–2018 гг. Выполнен анализ по числу аварий (уровень 1), инцидентов (уровень 2) и несоответствий (уровень 5), данные по уровням 3 и 4 собираются с начала 2019 г. и не являются представительными. Уровни 1–4 соответствуют уровням классификации событий, приведенных в табл. 1, а уровень 5 — уровню нарушений (несоответствий), выявленных ИКД.

Анализ статистических данных показывает, что число событий на различных уровнях возрастает при увеличении уровня от первого до пятого. Вместе с тем соотношение событий разного уровня явно не соответствует закономерности Хайнриха, что вполне ожидаемо, поскольку относится не к статистике травматизма. Для того чтобы установить соотношение уровней для событий, имеющих отношение к промышленной безопасности, перейдем к суммарным показателям за рассматриваемый период, в этом случае получаем закономерность, показанную в табл. 2.

Таблица 2

Уровень событий	Суммарное число событий за период	Расчетное отношение K_{pi}^1	Рекомендуемое отношение K_i^2
1	33	1	1
2	100	3,3	3
3	—	—	30
4	—	—	300
5	81 457	2627	3000

¹ Расчетное отношение числа событий на уровне i к числу событий на уровне 1.

² Рекомендуемое отношение числа событий на уровне i к числу событий на уровне 1.

Расчетное отношение числа событий на различных уровнях получено как отношение числа событий в год на уровне i к числу событий в год на уровне 1.

Далее сделаем следующее предположение. Пусть в результате ИКД выявлено N несоответствий (нарушений, отклонений), и в течение года доля устраненных нарушений составляет D . Тогда можно предположить, что мероприятия по обнаружению и устранению нарушений потенциально позволили предотвратить какое-то число происшествий, включая инциденты и аварии. Следует обратить внимание на то, что предотвращенный ущерб определяется теми возможными событиями, которые могли бы произойти, если бы не были устранены выявленные нарушения.

Значение полного предотвращенного ущерба есть сумма прямых и косвенных потерь. Необходимость учета косвенных потерь указана, например, в работе [11].

С учетом ранее высказанных предположений и ограничений формула для оценки предотвращенного ущерба будет иметь вид:

$$W = (1 + w_{\text{косв}}) N_I D_I \sum_{i=1}^{I-1} \frac{1}{K_{I-i+1}} \bar{Y}_i, \quad (2)$$

где $w_{\text{косв}}$ — доля косвенного ущерба; N_I — число нарушений, выявленных в течение года в результате проверок; D_I — доля устраненных нарушений; I — максимальное число уровней; K_i — коэффициент пересчета числа событий, предотвращенных на i -м уровне классификации (см. табл. 2), $i = \overline{1, I}$; \bar{Y}_i — среднее значение ущерба от одного события, предотвращенного на i -м уровне классификации.

Оценка предотвращенного ущерба для объектов газовой отрасли

Для того чтобы перейти к значению предотвращенного ущерба, необходимо оценить средний ущерб от одной аварии или инцидента. Анализ статистических данных по авариям на объектах ПАО «Газпром» показывает, что события в период 2015–2018 гг. в основном происходили на объектах магистрального транспорта газа (магистральные газопроводы — более 75 %, компрессорные станции — более 5 %, конденсатопроводы — около 12 % и пр.). Максимально возможный ущерб на перечисленных объектах можно оценить с использованием Р Газпром 171—2019 «Методические рекомендации по оценке максимально возможных убытков на типовых объектах страхования ПАО «Газпром». С учетом соответствующей доли типа аварийных объектов и рекомендуемых значений ущерба средний прямой ущерб может составить около 50 млн рублей на аварию.

Оценку ущерба от инцидента целесообразно проводить с использованием статистических данных. Анализ статистических данных по авариям на объектах ПАО «Газпром» за период 2015–2018 гг. позволяет сделать оценку удельного ущерба на один инцидент, который составляет 4,5 млн руб.

Допустим, что ИКД в течение года выявила 25 тыс. нарушений, а доля устраненных нарушений составляет 90 % (соответствует показателям 2018 г.). Используя данные табл. 2, можно предположить, что предотвращено 8 аварий и 25 инцидентов. С учетом значения среднего прямого ущерба предотвращенный прямой ущерб может составить около 400 млн руб. и 112,5 млн руб. от инцидентов. Суммарный прямой ущерб — 512,5 млн руб.

Косвенные потери по отношению к прямым потерям не являются постоянными, а варьируются в зависимости от вида производственного объекта, типа продукции, масштабов производства и пр. По данным [12], такое соотношение для основных про-

мышленных отраслей может варьироваться от 30 до 300 %. В этой же работе на основе анализа ряда исследований установлено, что между ущербом от выхода из строя промышленного оборудования и общими потерями предприятия, связанными с восстановлением производства, простым и другими хозяйственными убытками, может существовать более масштабное соотношение — от 1:14 до 1:23. То есть косвенный ущерб может на порядок и более превосходить прямой ущерб.

В качестве консервативной оценки потенциального косвенного предотвращенного ущерба может быть рассмотрено соотношение 1:5. В этом случае косвенный предотвращенный ущерб составит 2562,5 млн руб. Таким образом, суммарный предотвращенный ущерб достигнет более 3 млрд руб.

Заключение

Предложенный подход, безусловно, требует апробации и подтверждения заложенных предположений, но в целом показывает, что величина предотвращенного ущерба может быть оценена и применена в качестве одного из показателей эффективности инспекционной контрольной деятельности. Вместе с тем необходимо соблюдать определенную осторожность в использовании данного показателя при планировании инспекционной контрольной деятельности, поскольку необоснованное стремление к выявлению максимального числа несоответствий не всегда будет приводить к росту предотвращенного ущерба. Связь между выявленными нарушениями и возможными инцидентами и авариями носит неявный характер и требует поиска скрытых закономерностей, что должно стать направлением дальнейших исследований в данной области.

Список литературы

1. *Об особенностях* применения риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов инспекционной контрольной деятельности в ПАО «Газпром»/ М.И. Лукьянчиков, В.В. Лесных, Ю.В. Немчин, А.В. Бочков// Газовая промышленность. — 2020. — № 1 (795). — С. 106–115.
2. *Heinrich H.W.* Industrial accident prevention: A Scientific Approach. — 4th ed.: N.Y.: McGraw-Hill Book Company, 1959.
3. *The Heinrich/Bird safety pyramid* — Pioneering research has become a safety myth. URL: <https://risk-engineering.org/concept/Heinrich-Bird-accident-pyramid> (дата обращения: 27.04.2020).
4. *Hale A.* Conditions of occurrence of major and minor accidents: Urban myths, deviations and accident scenario's// Tijdschrift voor toegepaste Arboretenschap. — 2002. — 15 (3). — pp. 34–41.
5. *The Software Tool Storybuilder and the Analysis of the Horrible Stories of Occupational Accidents/* L.J. Bellamy, B.J.M. Ale, J.Y. Whiston et al.// Safety Science. — 2008. — 46 (2). — pp. 186–197.
6. *Safety Cultures, Safety Models. Taking Stock and Moving Forward/* ed. Claude Gilbert, Benoît Journé, Hervé Laroche, Corinne Bieder. — Cham: Springer Open, 2018. — 166 p.

7. *Методика управления безопасностью на основе пирамиды Гейнриха/ А.Г. Тишанин, В.А. Лapidус, О.А. Копысов, А.Н. Усольцев// Методы менеджмента качества. — 2011. — № 11. — С. 4–9.*

8. *Лакин И.К., Аболмасов А.А., Мельников В.А. Модель управления рисками отказов локомотивов// Мир транспорта. — 2013. — Т. 11. — № 4 (48). — С. 130–136.*

9. *Siva Prasad Penkey, Nihal Anwar Siddiqui. A Review on Accident Pyramid and its Empirical Interpretation in Oil&Gas Industry (Upstream)// International Journal of Scientific and Research Publications. — 2015. — Vol. 5. — Iss. 1. — pp. 1–3.*

10. *Johansen I.L., Askeland T., Dorum C. Use of «Heinrich» factor in risk assessments of ship allision in bridge design// Proceedings of the 29th European Safety and Reliability Conference. — Singapore, 2019. — pp. 115–122. DOI:10.3850/978-981-11-2724-3 0857-cd*

11. *Единая межведомственная методика оценки ущерба от чрезвычайных ситуаций техногенного, природного и террористического характера, а также классификации и учета чрезвычайных ситуаций. — М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2004.*

12. *Экономическая теория: учебно-методический комплекс в 2 частях. Ч. 2. Экономика защиты от ЧС/ сост. Н.Н. Архипец. — Минск: КИИ, 2005. — 134 с.*

vvlesnykh@gmail.com

*Материал поступил в редакцию 25 апреля 2020 г.
Доработанная версия — 8 мая 2020 г.*

**«Bezопасnost Truda v Promyshlennosti»/ «Occupational Safety in Industry», 2020, № 11, pp. 63–68.
DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-63-68**

On One Approach to Assessing the Efficiency of Inspection and Control Activities

M.I. Lukyanchikov, General Director

OOO Gazprom gaznadzor, Moscow, Russia

V.V. Lesnykh, vvlesnykh@gmail.com, Dr. Sci. (Eng.), Prof.,
Adviser to Director General

OOO Gazprom gaznadzor, Moscow, Russia

Professor of the Department

RUDN University, Moscow, Russia

Abstract

The problem is reviewed concerning the efficiency of inspection control activities assessment. The importance of using a risk-oriented approach for the transition to proactive methods of ensuring the production safety of hazardous production facilities is noted. It is concluded that it is necessary to develop the basic model in terms of using the value of prevented damage as one of the efficiency indicators. The analysis is made concerning the scientific publications from the point of view of the possibility and feasibility of using the Heinrich-Berd pyramid when justifying activities on ensuring industrial safety. The examples of using this approach in solving various practical tasks is given in the article. A methodological approach is proposed related to the assessment of prevented damage as one of the indicators of the efficiency of inspection control activities using the methodology of building the Heinrich-Berd pyramid. In addition

to the existing 4-level classification of events in the field of industrial safety, it is recommended to introduce level 5 related to the identification of inconsistencies identified as the result of inspection and control activities. Identified inconsistencies are prerequisites for the events of level 4 of classification. It is assumed that the elimination of the identified inconsistencies (level 5) can potentially lead to the prevention of events at levels 1–4. The formula is proposed for calculating the prevented damage (direct and indirect) considering the ratio between the events of different levels and the level of elimination of the identified inconsistencies. Estimated calculations of the total prevented damage to the hazardous production facilities in the gas industry were performed. The calculations showed the adequacy and practical significance of the proposed approach. This approach, of course, requires testing and confirmation of the assumptions made, but in general shows that the value of the prevented damage can be estimated and used as one of the indicators of the efficiency of the inspection and control activities.

Key words: hazardous production facility, inspection and control activity, efficiency assessment, risk-oriented approach, proactive approach, safety pyramid, prevented damage.

References

1. *Lukyanchikov M.I., Lesnykh V.V., Nemchin Yu.V., Bochkov A.V. On Specificities of Risk-Oriented Approach in Organizing Particular Types of Inspection and Control Activities in PJSC Gazprom. Gazovaya promyshlennost = Gas Industry. 2020. № 1 (795). pp. 106–115. (In Russ.).*

2. *Heinrich H.W. Industrial accident prevention: A Scientific Approach. 4th ed.: N.Y.: McGraw-Hill Book Company, 1959.*

3. *The Heinrich/Bird safety pyramid — Pioneering research has become a safety myth. Available at: <https://risk-engineering.org/concept/Heinrich-Bird-accident-pyramid> (accessed: April 27, 2020).*

4. *Hale A. Conditions of occurrence of major and minor accidents: Urban myths, deviations and accident scenario's. Tijdschrift voor toegepaste Arboretenschap. 2002. 15 (3). pp. 34–41.*

5. *Bellamy L.J., Ale B.J.M., Whiston J.Y., Mud M.L., Baksteen H., Hale A.R., Papazoglou I.A., Bloemhoff A., Damen M., Oh J.I.H. The Software Tool Storybuilder and the Analysis of the Horrible Stories of Occupational Accidents. Safety Science. 2008. 46 (2). pp. 186–197.*

6. *Gilbert C., Journé B., Laroche H., Bieder C. Safety Cultures, Safety Models. Taking Stock and Moving Forward. Cham: Springer Open, 2018. 166 p.*

7. *Tishanin A.G., Lapidus V.A., Kopysov O.A., Usoltsev A.N. Safety management methodology based on the Heinrich pyramid. Metody menedzhmenta kachestva = Methods of Quality Management. 2011. № 11. pp. 4–9. (In Russ.).*

8. *Lakin I.K., Abolmasov A.A., Melnikov V.A. Risk Management Model to Prevent Locomotive Malfunction. Mir transporta = World of Transport and Transportation Journal. 2013. Vol. 11. № 4 (48). pp. 130–136. (In Russ.).*

9. *Siva Prasad Penkey, Nihal Anwar Siddiqui. A Review on Accident Pyramid and its Empirical Interpretation in Oil&Gas Industry (Upstream). International Journal of Scientific and Research Publications. 2015. Vol. 5. Iss. 1. pp. 1–3.*

10. *Johansen I.L., Askeland T., Dorum C. Use of «Heinrich» factor in risk assessments of ship allision in bridge design. Pro-*

ceedings of the 29th European Safety and Reliability Conference. Singapore, 2019. pp. 115–122. DOI:10.3850/978-981-11-2724-3 0857-cd

11. The unified interagency methodology of assessment of damages from emergency situations of technogenic, natural and terrorist nature, as well as the classification and recording of

emergencies. Moscow: FGU VNII GOChS (FTs), 2004. (In Russ.).

12. Arkhipets N.N. Economic theory: educational and methodological complex in 2 parts. Part 2 Economics of protection against emergency situations. Minsk: KII, 2005. 134 p.

*Received April 25, 2020
In final form — May 8, 2020*

По страницам научно-технических журналов

ноябрь 2020 г.

Проблемы анализа риска (научно-практический журнал)

Качалов Р.М. Феномен риска как искусственный объект экономических исследований. — 2020. — № 1.

Рассмотрены условия решения проблем, обусловленных появлением в практической деятельности неизвестных объектов, которые генерируют некоторые мешающие воздействия на исследуемые объекты. Обосновывается необходимость введения искусственных сущностей для преодоления возникающих проблем. Подробно рассматриваются случаи проявления феномена риска, способы его идентификации и оценки характеристик влияния на реальные социально-экономические процессы.

Шендакова Т.А., Алибекова И.В. Индивидуальный профессиональный риск работников в допустимых условиях труда. — 2020. — Т. 17. — № 2.

Приведены результаты исследований индивидуального профессионального риска в зависимости от условий труда и состояния здоровья работника, а также расчет интегрального показателя уровня профессионального риска в допустимых условиях труда. Данные расчета могут быть использованы для обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве, а также для оценки индивидуального профессионального риска работников и уровня профессионального риска в организации в различных видах экономической деятельности с последующей разработкой обоснованных мер, направленных на его снижение.

Завражский А.В. Комплексное страхование рисков профессиональной медицинской ответственности. — 2020. — Т. 17. — № 3.

Рассматривается актуальность риска профессиональной ответственности в медицинской деятельности. Российское здравоохранение пока остается на периферии изучения риск-менеджмента, и большинство исследований включает лишь различные подходы к классификации рисков медицинских организаций. Несмотря на возрастающую угрозу привлечения к ответственности за врачебную ошибку, страховые инструменты для защиты медицинского сообщества пока так и не получили широкого внедрения. На основе анализа существующей

практики страхования медицинской ответственности в России и за рубежом предлагается индивидуальное страхование ответственности медицинских работников. Обосновывается комплексная модель страхования рисков медицинской организации и медработников.

Козлов Е.А., Федоров И.И. Совершенствование механизма предупреждения бедствий через управление рисками чрезвычайных ситуаций (опыт работы Общероссийской общественной организации «Российское научное общество анализа риска»). — 2020. — Т. 17. — № 3.

Представлен краткий опыт аналитической, научно-практической и организационно-координационной деятельности Общества в области совершенствования механизма предупреждения бедствий через управление рисками чрезвычайных ситуаций. Наиболее развернуто представлен период с 2016 по 2019 г. Именно в этот период Обществу удалось организовать проведение актуальных практических мероприятий по приоритетным направлениям в области анализа и оценки рисков чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на муниципальном и территориальном уровнях, совершенствования механизма управления ими, наметить пути дальнейшего развития направлений, заложенных в работах 2016–2018 гг.

Белов М.С. Метод RUA. Метод оценки риска для обеспечения безопасности выполнения работ для химических, нефтехимических производств. — 2020. — Т. 17. — № 4. — С. 44–53.

В целях оценки рисков и определения оптимальных действий для обеспечения безопасности выполнения работ на химических и нефтехимических производствах разработан метод, позволяющий определить операции, которые требуют оптимизации и введения дополнительных защитных мероприятий. Проведен краткий обзор ключевых факторов, влияющих на безопасность и эффективность выполняемых операций. В основу метода заложена концепция нулевого травматизма «Vision Zero», которая предполагает, что абсолютно все несчастные случаи на производстве можно предотвратить. Данный метод необходим для более глубокого анализа производственных операций и повышения уровня охраны труда.

Некоторые причины нарушения качества интумесцентных покрытий

А.В. Мартынов, mail@fireguard.ru, аспирант (ДГТУ, Ростов-на-Дону, Россия), директор (ООО «Строительство. Качество. Безопасность», Ростов-на-Дону, Россия), **В.В. Греков**, техн. консультант (ООО «Строительство. Качество. Безопасность», Ростов-на-Дону, Россия), **О.В. Попова**, д-р техн. наук, проф. (ДГТУ, Ростов-на-Дону, Россия)

Обсуждаются проблемы, связанные с испытаниями огнезащитной краски на интумесценцию в соответствии с новым сводом правил СП 433.1325800.2019. Рассмотрены два источника нарушения свойств тонкослойной огнезащиты при эксплуатации интумесцентных красок: толщина слоя краски и разбавление готовой краски непосредственно перед ее нанесением. Приводятся результаты исследований зависимости коэффициента вспучивания и плотности пенококса от толщины слоя покрытия и массовой доли разбавителя в краске. Обосновывается необходимость разработки методик оценки качества интумесцентного покрытия непосредственно на строительном объекте.

Ключевые слова: огнезащита, интумесцентное покрытие, качество, толщина слоя краски, разбавление краски, пенококс, коэффициент вспучивания.

Для цитирования: Мартынов А.В., Греков В.В., Попова О.В. Некоторые причины нарушения качества интумесцентных покрытий // Безопасность труда в промышленности. — 2020. — № 11. — С. 69–75. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-69-75

Введение

Широкое применение интумесцентных (вспучивающихся) покрытий (ИП) на базе интумесцентных красок (ИК) в пожаробезопасных конструкциях стимулировало обширные исследования по разработке и оценке огнезащитных свойств новых эффективных ИК [1–3]. Образующийся из ИК в начале огневого воздействия пенококс (ПК) — хороший теплоизолятор и позволяет уберечь элементы строительной конструкции (сталь, бетон) от критического нагрева (от 500 °С) в течение некоторого времени. Механизм образования ПК и схема взаимодействия составляющих его компонентов хорошо изучены [4, 5]. Однако существует ряд проблем, связанных с испытанием огнезащитной краски на интумесценцию и оценкой качества ИП и ПК.

Цели работы: обосновать необходимость дополнительного изучения свойств и поведения ИК на предмет выявления скрытых возможных дефектов ИП и ПК; исследование специфических особенностей коксообразования, зависящих от толщины слоя краски и ее разбавления.

Сравнительная характеристика готовых огнезащитных материалов и интумесцентных красок

Специфические особенности защиты конструкций ПК по сравнению с готовыми огнезащитными материалами перечислены в таблице. Видно, что ИК имеет неоспоримые преимущества (огнезащитные, технологические, экономические и пр.) перед готовыми материалами — именно это обеспечивает широкое применение вспучивающихся красок. Однако существуют и недостатки: оценка качества ИП, ПК и возможные скрытые дефекты тонкослойной огнезащиты не очевидны до нанесения, сушки и вспучи-

вания краски при тепловом воздействии именно на реальном объекте и на больших площадях.

Проблемы методологии испытания интумесцентных красок

На первый план в настоящее время выходят многочисленные проблемы, связанные с существующими методологиями испытания огнезащитных свойств ИК из-за чрезмерных упрощений, ограничений и неопределенностей [1]. Главное свойство ИК не может быть проверено иначе, чем при огневом воздействии. Для достоверности контроля огневое испытание нужно проводить только после полной готовности ИП на объекте, т.е. после полного отвердевания по той или иной схеме, зависящей от состава связующего компонента ИК. Кроме того, невозможна проверка хотя бы части ИП на качество ПК.

Для преодоления проблем, связанных с испытанием ИК, в частности для изучения эффективности ИП при различных условиях воздействия нагревания и пожара, предлагаются комплексные подходы и методологии [6–8]. Согласно новому СП 433.1325800.2019 [9] для проведения испытаний свойств огнезащитного покрытия на объекте предлагается вырезать образец ИП и провести его вспучивание в какой-либо огнестойкой посуде. Испытание проводится в муфельной печи в лабораторных условиях (пп. 6.5.2.1, 6.5.3.1, 6.5.3.2) [9], т.е. вне защищаемого реального объекта. Сущность предлагаемого метода [9] заключается в определении коэффициента вспучивания — зависимости толщины слоя ПК от начального слоя ИК. Для испытаний отбирают 1–5 образцов ИП конструкции на каждые 1000 м² поверхности покрытия. Площадь каждого образца должна быть не менее 2 см². Образцы помещаются в муфельную печь в капсуле или ином приспособле-

Характеристики	Огнезащитный готовый материал (рулонный, листовой)	Интумесцентные краски, пенококс
Способ закрепления	Механическое закрепление (резко увеличивает трудоемкость, материалоемкость)	ИК: нанесение краскопультотом (низкая трудоемкость); до пожара существует в виде лакокрасочного покрытия
Подготовка поверхности	Не требуется	Необходима тщательная обработка
Декоративное покрытие	Необходимо	Не требуется (выглядит как обычное лакокрасочное)
Удельный вес покрытия	Большой (материал с крепежными элементами); увеличивает нагрузку на конструкцию	Относительно малый
Создание	В заводских условиях	ПК: только во время пожара
Контроль качества	При изготовлении на заводе: проверка целостности физической структуры, толщины, качества крепления на конструкции	ПК: в момент образования (во время пожара) невозможен. Обжиг слоя ИК и оценка ПК пока проводят только в лаборатории
Корректировка качества	Только на производстве	ИК: возможна (перед нанесением). ПК: невозможна
Поставка	Листы, рулоны, крепеж	Жидкая ИК
Хранение	Длительное; на обычных складах	ИК: 1–3 года; в закрытых, сухих складских помещениях
Закрепление на поверхности	Механическое, с возможностью корректировки	Адгезия (обеспечивается исходным составом ИК, технологиями подготовки поверхности и нанесения краски)
Прочность защитного слоя	Относительно высокая прочность на разрыв, изгиб, сжатие, упругость, высокие ударо- и вибропрочность (обеспечиваются составом и технологией изготовления материала)	ПК: низкие ударо-, вибропрочность и др. показатели, высокая хрупкость (обеспечиваются составом ИК и технологией нанесения)

нии для защиты навесок образцов от расползания, разогреваются до $(500 \pm 25) \text{ }^\circ\text{C}$ и выдерживаются в течение 30 мин. После остывания образца до комнатной температуры измеряется его толщина. Коэффициент вспучивания рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{всп}} = \delta_1 / \delta_0,$$

где $K_{\text{всп}}$ — коэффициент вспучивания; δ_1 — толщина образца после нагрева, мм; δ_0 — первоначальная толщина образца, мм.

Полученные результаты сравниваются с коэффициентом вспучивания образца-идентификатора. Допускается разница между значениями коэффициентов вспучивания не более 20 %. Методики определения адгезии к металлической пластине и кратности вспучивания [9] рекомендуется применять как обязательный тест при входном контроле и периодической проверке огнезащитной эффективности ИП. По методике [9] имеется ряд серьезных замечаний.

1. Вырезание весьма малых участков ИП без их повреждения достаточно трудоемко. Образцы получаются разрушенными (рис. 1). Это объясняется хорошей, как правило, адгезией ИК к металлической пластине и неэластичностью ИП.

2. Согласно методике [9] частицы покрытия помещают в капсулу или иное приспособление для предотвращения их расползания при нагреве в печи. Но именно это свойство ИК может оказаться критическим в реальной ситуации на объекте: ИК,



▲ Рис. 1. Разрушенные при вырезании образцы краски Defender M Solvent

▲ Fig. 1. Samples of paint Defender M Solvent destroyed during cutting

превращаясь в ПК, может сползать или расплываться, оголяя и оставляя без огневой защиты участки поверхности. Однако в лабораторных условиях, согласно методике [9], способность ПК «сползать» по вертикальной поверхности при нагреве не проверяется. Так, в проведенных лабораторных испытаниях «расползающийся» ПК обычно имел низкий коэффициент вспучивания — менее 10.

3. Полученный в лаборатории в соответствии с [9] ПК может сформироваться внешне правильно, но иметь серьезные скрытые недостатки: крайне малую прочность, неоднородность структуры (пузыри) и пр. Кроме того, в случае пожара ИП функционирует большими участками, поэтому вспучивание будет происходить иначе, чем в лабораторных условиях на малых образцах.

Материалы и методы

Проведены исследования коэффициента вспучивания. Образцы для опытов и лабораторная установка были изготовлены в соответствии с методикой ВНИИПО [10].

Согласно ГОСТ Р 51694—2000 [11] толщину слоя ИК измеряли толщиномером для лакокрасочных покрытий ET-110, который зарекомендовал себя точным и надежным в лабораторных условиях. В условиях строительной площадки использовали толщиномер «Константа К5». Толщину слоя ПК измеряли штангенциркулем ШЦ-125 с глубиномером. Возможно также применение штангенрейсмаса, удобного и точного для лабораторных измерений высоты ПК.

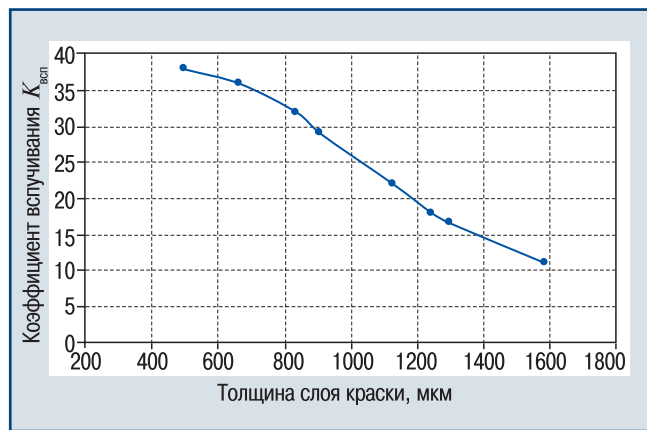
Для исследований свойств ИК применяли огнезащитные составы Defender M Solvent и экспериментальные составы.

Обжиг вспучивающейся краски проводили в муфельной печи по методике [10], расчет коэффициента вспучивания — по методике [9].

Результаты и обсуждение

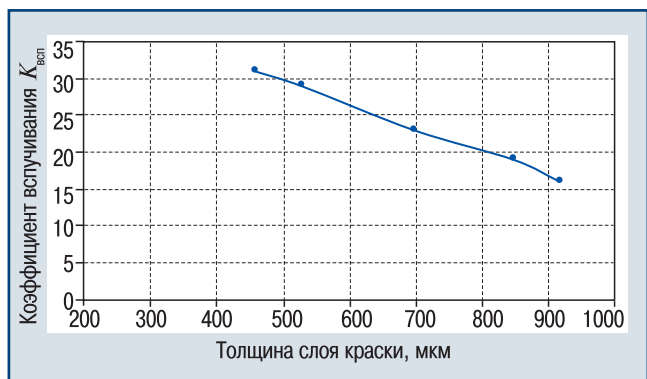
Представлены результаты исследования органорастворимого состава Defender M Solvent на базе системы «полифосфат — меламин — пентаэритрит» на стирол-акриловом и акриловом связующих компонентах. На рис. 2–4 показана зависимость коэффициента вспучивания от толщины исходного слоя ИК для трех разных видов краски с различной толщиной исходных слоев. Во всех случаях увеличение толщины слоя ИК сопровождается понижением коэффициента вспучивания. Характер кривых зависит от химического состава ИК.

Известно, что увеличение коэффициента вспучивания приводит к снижению плотности ПК. Увеличение толщины нанесенного слоя ИК приводит к уменьшению коэффициента вспучивания, что вызывает увеличение плотности ПК и повышает надежность огнезащиты (в определенных пределах). Учитывая, что при вспучивании из реакционной массы уходит некоторое количество вещества в виде газов и дыма, можно говорить, что при сильном вспучивании происходит ослабление структуры ПК. Также при больших коэффициентах вспучивания, согласно закону сохранения массы (даже без учета газообразных потерь), плотность ПК окажется недостаточной, чтобы противостоять механическим воздействиям потоков газов при реальном пожаре. По-видимому, существуют границы оптимальной толщины исходного слоя ИК. Эта толщина несколько различается для разных составов краски.



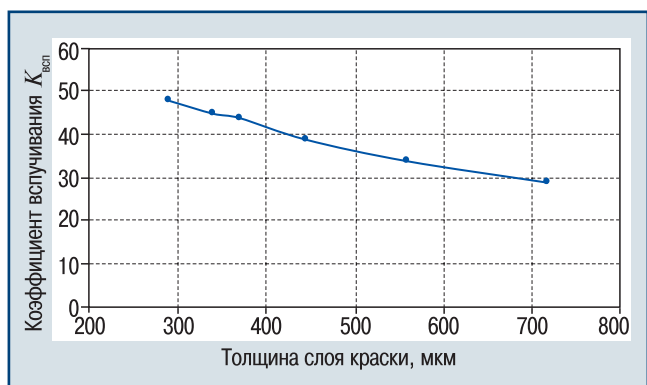
▲ Рис. 2. Зависимость коэффициента вспучивания от толщины исходного слоя краски на основе стирол-акрилового связующего

▲ Fig. 2. Dependence of the coefficient of intumescence on the thickness of the initial paint layer based on the styrene-acrylic binder



▲ Рис. 3. Зависимость коэффициента вспучивания от толщины исходного слоя краски на основе акрилового связующего

▲ Fig. 3. Dependence of the coefficient of intumescence on the thickness of the initial paint layer based on the acrylic binder



▲ Рис. 4. Зависимость коэффициента вспучивания от толщины исходного слоя краски Defender M Solvent

▲ Fig. 4. Dependence of the coefficient of intumescence on the thickness of the initial paint layer Defender M Solvent

Полученные результаты подтверждаются другими исследованиями [12, 13]: показано, что ИК с высоким коэффициентом вспучивания (50–65) наносится

слоями очень небольшой толщины (0,1–0,3 мм). Малые толщины не позволяют получить ПК, защищающий поверхность более 15 мин [12, 13].

Нанесение более толстых слоев ИК приводит к снижению коэффициента вспучивания, а также способствует повышению стоимости работ по огнезащите. Поэтому необходимо соблюдать баланс между экономически целесообразной толщиной слоя ИК и зависящего от нее коэффициента вспучивания ПК.

Следует отметить еще ряд проблем.

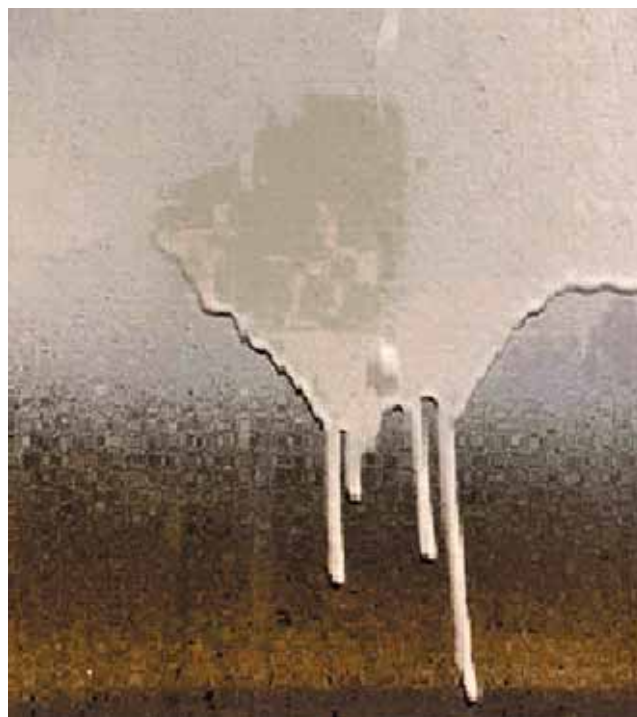
1. В существующих паспортах качества практически всех поставщиков ИК отсутствует шкала зависимости коэффициента вспучивания от толщины исходного слоя ИК. При этом приводятся наилучшие показатели вспучивания или же параметр «огнезащитная эффективность» (в минутах), лишь опосредованно характеризующий свойства ПК в лабораторных условиях. Такой подход может привести к неправильным расчетам толщины ПК при теоретической оценке огнезащитной эффективности, к искажению оценки будущей огнезащиты реального объекта.

2. Наблюдается такое нежелательное явление, как разбавление ИК на объекте. Исследования зависимости вспучивания от разбавления показывают заметное снижение коэффициента вспучивания (уменьшения толщины слоя ПК) даже при незначительном разбавлении.

Важная задача исследования — поиск способов оперативного выявления нарушений технологий изготовления и нанесения краски, ведущих к критическому ухудшению свойств будущего ПК. В ходе опытов замечено: внешне правильное нанесение слоя ИК может содержать в себе скрытые нарушения, в том числе излишнее разбавление. Разбавление проводится на объекте с целью экономии краски, для облегчения прокачивания ИК через насос краскопульта и распылительное отверстие форсунки без их закупорки.

Однако разбавление ухудшает тиксотропные свойства краски, и она дает потеки на вертикальных или наклонных поверхностях (рис. 5), а высохшее покрытие становится более хрупким и может местами отслаиваться (рис. 6).

Если проверить такое ИП на коксообразование, то ПК оказывается низкого качества. Причины данного явления могут заключаться в следующем. После нанесения на поверхность сильно разбавленной ИК и образования поверхностной пленки в слое ИК из-за пониженной плотности, ухудшения тиксотропных свойств и изменения поверхностного натяжения около границ «ИК — атмосфера» и «ИК — субстрат» происходит миграция частиц интумесцентного комплекса, предположительно, в разных направлениях (из-за различной химической природы). После затвердевания такой слой ИК не будет однородным и при пожаре не трансформируется в качественный ПК.



▲ Рис. 5. Потеки излишне разбавленной краски
▲ Fig. 5. Paint runs of excessively diluted paint



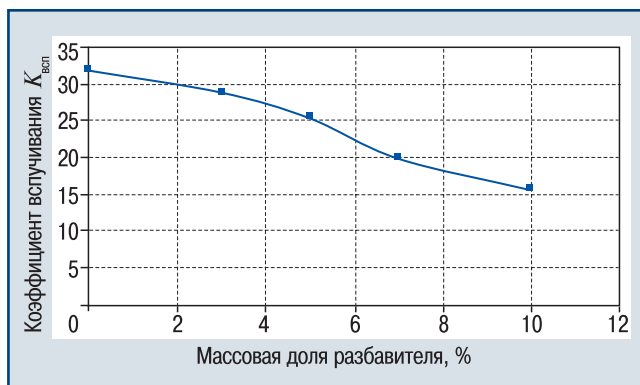
▲ Рис. 6. Отслоение излишне разбавленной краски
▲ Fig. 6. Peeling off excessively diluted paint

Вспучивание излишне разбавленной краски может не происходить вообще: образуется тонкий обугленный слой, иногда сильно растекающийся и совершенно не обеспечивающий огнезащиты (рис. 7, здесь черный слой на переднем плане — растекшийся ПК; серый слой на заднем плане — нормальный ПК).



▲ Рис. 7. Влияние излишнего разбавления краски на свойства пенококса
▲ Fig. 7. Influence of excessive paint dilution on the coke foam properties

Проведено ступенчатое разбавление качественной краски Defender M Solvent на основе системы «полифосфат — меламин — пентаэритрит». Выявленная зависимость коэффициента вспучивания от степени разбавления отражена на рис. 8. Добавление разбавителя более 4 % от массы краски приводит к заметному снижению коэффициента вспучивания.



▲ Рис. 8. Зависимость коэффициента вспучивания от массовой доли разбавителя в исходной краске Defender M Solvent
▲ Fig. 8. Dependence of the coefficient of intumescence on the mass fraction of the diluent in the initial paint Defender M Solvent

Для лучшего понимания причин нарушений свойств конечного продукта (ПК) следует рассмотреть его структуру и механизм формирования. Исследования [14], демонстрирующие кинетику образования ПК и нагрева стального субстрата, выявили: влияние состава ИК на теплопроводность слоя ПК; характерные особенности различных стадий формирования ПК (определенное время и свойства среды), показывающие, что химический состав ре-

акционной массы непрерывно меняется во времени. Очевидно, что расслоившаяся после нанесения ИК даст при нагреве нарушенную реакцию систему и, следовательно, некачественный ПК.

Такое поведение краски иногда можно обнаружить при испытаниях в специальной печи, согласно ГОСТ Р 53295—2009 [15], но данный метод недоступен абсолютному большинству изготовителей и потребителей ИК. Кроме того, в результате обжига в печи не всегда понятно, какой параметр ПК оказался критическим. В ходе испытаний замечено, что важна не только теплопроводность ПК, но и механические параметры, физически обеспечивающие реализацию огнезащитных функций.

Следовательно, можно выделить два основных источника нарушения качества огнезащиты ИП: неправильный выбор толщины исходного слоя ИК и излишнее разбавление ИК перед нанесением.

Перечислим очень важные свойства ПК, которые влияют на огнезащиту, но не регламентируются нормативной документацией.

1. Степень растекания образующегося ПК на начальном этапе огневого воздействия. Краска не должна давать потеки.

2. Качество адгезии:

в процессе коксообразования ПК должен достаточно хорошо закрепиться на поверхности;

после формирования ПК должна сохраняться хорошая адгезия к защищаемой поверхности.

3. Устойчивость к брызгам воды и потокам раскаленных газов и дыма с твердыми частицами (обеспечивается механической прочностью ПК).

4. Структура ПК:

должна быть упорядоченной, пористой, без отдельных крупных пузырей, однородной;

не должна быть рыхлой, зернистой, слабосвязанной.

Указанные свойства следует оценивать непосредственно на строительном объекте, когда считается, что огнезащита готова к эксплуатации. Однако на строительном объекте такие исследования в настоящее время проводить невозможно, так как они не регламентируются ГОСТ, кроме того, для их оценки нет оборудования, подобного тому, которое разработано для экспресс-исследования качества и свойств огнезащитной обработки древесины [16].

Заключение

Основные скрытые факторы нарушения качества интумесцентного покрытия — толщина интумесцентного слоя и степень разбавления готовой интумесцентной краски непосредственно перед ее нанесением. Данные параметры влияют на качество пенококса (конечного целевого продукта интумесцентной краски) — толщину слоя и плотность. Скрытые факторы невозможно выявить при внешнем осмотре слоя краски, измерении его толщины и условной адгезии в соответствии с современными стандартами.

Считаем, что новый СП 433.1325800.2019 не обеспечивает объективную оценку качества интумесцентного покрытия в лабораторных условиях. Выявлен ряд показателей интумесцентной краски и образующегося пенококса, которые в реальных условиях существенно отличаются от лабораторных. Действие огнезащитного покрытия начинается только после начала формирования пенококса, т.е. после начала огневого воздействия. Термическое воздействие и механическое влияние потоков раскаленных газов и дыма могут полностью разрушить огнезащиту, если при формировании интумесцентного покрытия возникают скрытые дефекты, обусловленные излишним разбавлением краски и отклонением от оптимальной толщины исходного слоя ИК при покрытии конструкции.

Конечной целью исследований методологии огнезащиты следует считать разработку комплексной методики выявления скрытых дефектов во время проверки огнезащитных свойств непосредственно на объекте и на существенно больших, чем в лаборатории, участках огнезащитного покрытия (20–80 см²), подвергаемых локальному жаровому воздействию, с последующим восстановлением этих участков, если краска выдержала испытание.

Список литературы

1. *Lucherini A., Maluk C.* Intumescent coatings used for the fire-safe design of steel structures: A review// *Journal of Constructional Steel Research*. — 2019. — Vol. 162. — P. 105712. DOI: 10.1016/j.jcsr.2019.105712
2. *Пат. 2580132* Рос. Федерация. Способ получения огнезащитного покрытия на поверхности горючих и негорючих материалов, микрокапсулированный агент для создания огнезащитного покрытия на поверхности горючих и негорючих материалов, способ его получения и способ создания огнезащитного вспучивающегося покрытия/ В.И. Забегаев; заявл. 09.01.2014; опубл. 10.04.2016.
3. *Обеспечение пожарной безопасности производственных объектов. Исследования и разработка нормативных документов ФГБУ ВНИИПО МЧС России в области предупреждения пожаров и взрывов/ Д.М. Гордиенко, Л.П. Вогман, В.И. Горшков и др.*// *Безопасность труда в промышленности*. — 2017. — № 6. — С. 5–20. DOI: 10.24000/0409-2961-2017-6-5-20
4. *Халтуринский Н.А., Рудакова Т.А.* О механизме образования огнезащитных вспучивающихся покрытий// *Известия ЮФУ. Технические науки*. — 2013. — № 8 (145). — С. 220–227.
5. *Mariappan T.* Recent developments of intumescent fire protection coatings for structural steel: A review// *Journal of Fire Sciences*. — 2016. — Vol. 34 (2). — P. 120–163. DOI: 10.1177/0734904115626720
6. *Predicting intumescent coating protected steel temperature in fire using constant thermal conductivity/ G.-Q. Li, J. Han, G.-B. Lou, Y.C. Wang*// *Thin-Walled Structures*. — 2016. — Vol. 98. — P. 177–184. DOI: 10.1016/j.tws.2015.03.008
7. *Li G.-Q., Han J., Wang Y.C.* Constant effective thermal conductivity of intumescent coatings: Analysis of experimental results// *Journal of Fire Sciences*. — 2017. — Vol. 35 (2). — P. 132–155. DOI: 10.1177/0734904117693857
8. *Inverse heat transfer modeling applied to the estimation of the apparent thermal conductivity of an intumescent fire retardant paint/ F. Bozzoli, A. Mocerino, S. Rainieri, P. Vocale*// *Experimental Thermal and Fluid Science*. — 2018. — Vol. 90. — P. 143–152. DOI: 10.1016/j.expthermflusc.2017.09.006
9. *СП 433.1325800.2019.* Огнезащита стальных конструкций. Правила производства работ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/554694288> (дата обращения: 18.05.2020).
10. *Определение теплоизолирующих свойств огнезащитных покрытий по металлу: методика*. — М.: ВНИИПО, 1998. — 19 с.
11. *ГОСТ Р 51694—2000 (ИСО 2808—97).* Материалы лакокрасочные. Определение толщины покрытия. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200008499> (дата обращения: 18.05.2020).
12. *Ненахов С.А., Пименова В.П.* Экспериментальное изучение влияния толщины вспенивающихся покрытий на огнезащитную эффективность// *Пожаровзрывобезопасность*. — 2011. — Т. 20. — № 5. — С. 2–9.
13. *Натейкина Л.И.* Минимальная толщина огнезащитного покрытия вспенивающегося типа// *Лакокрасочные материалы и их применение*. — 2016. — № 3. — С. 22–24.
14. *Головина Е.В.* Методика оценки термостойкости огнезащитных составов интумесцентного типа для объектов нефтегазовой отрасли: дис. ... канд. техн. наук. — Екатеринбург, 2019. — 130 с.
15. *ГОСТ Р 53295—2009.* Средства огнезащиты для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности (с Изменением № 1). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071913> (дата обращения: 18.05.2020).
16. *Пат. 2548386* Рос. Федерация. Малогабаритный прибор для экспресс-оценки огнезащитных свойств огнезащитной обработки древесины/ Н.В. Смирнов, Ю.В. Точилкин, А.С. Етумян, И.В. Северин; заявл. 19.11.2013; опубл. 20.04.2015.

mail@fireguard.ru

Материал поступил в редакцию 20 мая 2020 г.

Доработанная версия — 2 августа 2020 г.

«Bezopasnost Truda v Promyshlennosti»/ «Occupational Safety in Industry», 2020, № 11, pp. 69–75.
DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-69-75

Some Reasons for the Violation of the Intumescent Coatings Quality

A.V. Martynov, mail@fireguard.ru, Candidate

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia
Director

LLC «Construction. Quality. Safety», Rostov-on-Don, Russia
V.V. Grekov, Technical Adviser

LLC «Construction. Quality. Safety», Rostov-on-Don, Russia
O.V. Popova, Dr. Sci. (Eng.), Prof.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

Abstract

The coke foam formed from the intumescent paint at the beginning of the fire effect is a good heat insulator and allows to protect the building structure elements from critical heating (from 500 °C) for some time. However, violations of technology on the real object can cause coking defects. And an insufficiently accurate assessment of the quality of the intumescent coating and foam in the laboratory can endanger the fire hazard of an object at risk.

There are oversimplifications, limitations, and uncertainties in the existing laboratory procedures for testing fire-retardant properties of the intumescent paints. In this regard, many problems arise. The main property of the intumescent paint is tested under the influence of fire, that is, after the formation of the coke foam. Therefore, the fire test should be carried out only after the coating is completely ready at the facility. Also the area of the test coating should be significantly larger (20–80 cm²) than that of laboratory samples, since the functioning of paint and foam in real conditions is somewhat different.

Additional study is required of the number of properties and behavior of intumescent paints that are capable to cause hidden defects in the original coating and foam. The authors highlight two main factors that cause hidden defects: incorrect choice of the thickness of the intumescent paint layer and excessive dilution of it before applying. Currently, the regulatory documentation does not regulate such important properties of the coke foam as the density and thickness of the layer, which determine the structure fire safety.

An important task of future research is to find the ways to quickly identify violations of paint manufacturing and application technology, which lead to a critical deterioration in the properties of the future coke foam. The ultimate goal of the study of the methodology of fire protection, the authors see in the development of a comprehensive technique for detecting hidden defects when testing fire-retardant properties directly at the object, at large areas of fire-retardant coating (20–80 cm²), with the subsequent restoration of this area if the intumescent paint passed the test.

Key words: fire protection, intumescent coating, quality, paint layer thickness, dilution of paint, coke foam, coefficient of intumescence.

References

1. Lucherini A., Maluk C. Intumescent coatings used for the fire-safe design of steel structures: A review. *Journal of Constructional Steel Research*. 2019. Vol. 162. P. 105712. DOI: 10.1016/j.jcsr.2019.105712
2. Zabegaev V.I. Method for producing fire-retardant coating on surface of combustible and non-combustible materials, microencapsulated agents for obtaining fire-retardant coating on surface of combustible and non-combustible materials, method for preparation thereof and method to create fire retardant intumescent coatings. Patent RF. № 2580132. Applied: January 9, 2014. Published: April 10, 2016. (In Russ.).
3. Gordienko D.M., Vogman L.P., Gorshkov V.I., Shebeko Yu.N., Melihov A.S., Leonchuk P.A., Mordvinova A.V. Ensuring Fire Safety of Production Objects. Researches and Development of Normative Documents of FGBU VNIPO EMERCOM of

Russia in the Field of Fires and Explosions Prevention. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2017. № 6. pp. 5–20. (In Russ.). DOI: 10.24000/0409-2961-2017-6-5-20

4. Khalturinskiy N.A., Rudakova T.A. The mechanism of formation of fire protective intumescent coatings. *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki = Izvestiya SFedU. Engineering Sciences*. 2013. № 8 (145). pp. 220–227. (In Russ.).

5. Mariappan T. Recent developments of intumescent fire protection coatings for structural steel: A review. *Journal of Fire Sciences*. 2016. Vol. 34 (2). pp. 120–163. DOI: 10.1177/0734904115626720

6. Li G.-Q., Han J., Lou G.-B., Wang Y.C. Predicting intumescent coating protected steel temperature in fire using constant thermal conductivity. *Thin-Walled Structures*. 2016. Vol. 98. pp. 177–184. DOI: 10.1016/j.tws.2015.03.008

7. Li G.-Q., Han J., Wang Y.C. Constant effective thermal conductivity of intumescent coatings: Analysis of experimental results. *Journal of Fire Sciences*. 2017. Vol. 35 (2). pp. 132–155. DOI: 10.1177/0734904117693857

8. Bozzoli F., Mocerino A., Rainieri S., Vocale P. Inverse heat transfer modeling applied to the estimation of the apparent thermal conductivity of an intumescent fire retardant paint. *Experimental Thermal and Fluid Science*. 2018. Vol. 90. pp. 143–152. DOI: 10.1016/j.expthermflusci.2017.09.006

9. SP 433.1325800.2019. Fire protection of steel structures. Execution of work. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/554694288> (accessed: May 18, 2020). (In Russ.).

10. Determination of heat-insulating properties of fire-retardant metal coatings: Methodology. Moscow: VNIPO, 1998. 19 p. (In Russ.).

11. GOST R 51694—2000 (ISO 2808—97). Paints and varnishes. Determination of film thickness. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200008499> (accessed: May 18, 2020). (In Russ.).

12. Nenakhov S.A., Pimenova V.P. Experimental study of the effect of the thickness of intumescent coatings on fire-retardant efficiency. *Pozharovzryvbezopasnost = Fire and Explosion Safety*. 2011. Vol. 20. № 5. pp. 2–9. (In Russ.).

13. Nateykina L.I. Minimum thickness of fire-retardant coating of intumescent type. *Lakokrasochnie materialy i ikh primeneniye = Russian Coatings Journal*. 2016. № 3. pp. 22–24. (In Russ.).

14. Golovina E.V. Methodology for evaluating the heat resistance of intumescent flame retardants for oil and gas industry facilities: thesis... Candidate of Technical Sciences. Ekaterinburg, 2019. 130 p. (In Russ.).

15. GOST R 53295—2009. Fire retardant compositions for steel constructions. General requirement. Method for determining fire retardant efficiency (with Amendment № 1). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200071913> (accessed: May 18, 2020). (In Russ.).

16. Smirnov N.V., Tochilkin Yu.V., Etumyan A.S., Severin I.V. Small-sized instrument for quick assessment of flame-proof properties of flame-proof timber treatment. Patent RF. № 2548386. Applied: November 19, 2013. Published: April 20, 2015. (In Russ.).

*Received May 20, 2020
In final form — August 2, 2020*

Совершенствование подходов к анализу травматизма на промышленных предприятиях



О.А. Локтионов,
аспирант,
LoktionovOA@mpei.ru



О.Е. Кондратьева,
д-р техн. наук,
доцент

ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», Москва, Россия

Идентификация причин возникновения несчастных случаев и определение наиболее значимых с точки зрения увеличения риска травмирования факторов, влияющих на работника, — ключевые этапы алгоритма снижения травматизма. Представлены результаты анализа основных причин производственного травматизма и показана взаимосвязь традиционной классификации причин травматизма с классификацией, применяемой при составлении отчетности уполномоченными федеральными службами. Проведена сравнительная оценка методов анализа производственного травматизма с указанием их основных достоинств и недостатков. Проанализированы характеристики запаздывающих и опережающих показателей, обоснована целесообразность применения последних для предиктивной оценки безопасности трудового процесса на рабочих местах с количественным описанием ситуации.

Ключевые слова: травматизм, несчастный случай, анализ травматизма, показатели травматизма, причины травматизма, промышленные предприятия.

Для цитирования: Локтионов О.А., Кондратьева О.Е. Совершенствование подходов к анализу травматизма на промышленных предприятиях // Безопасность труда в промышленности. — 2020. — № 11. — С. 76–81. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-76-81

Введение

Задача совершенствования системы учета и анализа несчастных случаев на промышленных предприятиях на протяжении многих лет не теряет своей актуальности как в России, так и за рубежом. В соответствии с Указом Президента Российской Федерации (РФ) «Об утверждении Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года» [1] снижение производственного травматизма — одно из основных направлений по сокращению уровня смертности населения, в особенности людей трудоспособного возраста.

Согласно Федеральному плану статистических работ [2] на проведение сбора и анализа сведений по травматизму в России в настоящее время уполномочены: Фонд социального страхования РФ, Росстат и Роструд. Кроме того, на объектах, подлежащих надзору в сфере промышленной безопасности, данные по травматизму со смертельным исходом фиксируются Ростехнадзором. Обеспечение сопоставимости результатов анализа производственного травматизма, полученных разными федеральными службами, в настоящее время затрудняется наличием широкого перечня особенностей проведения анализа, связанных с различиями в полномочиях и несовершенством применяемых классификаций причин травматизма.

Идентификация коренных причин возникновения несчастных случаев — важный этап, необходимый для разработки и внедрения предупредительных и адаптационных мер по снижению риска травмирования работников. Исследования, направленные на совершенствование классификаций причин травматизма, продолжают многие десятилетия. В середине XX в. предложена типовая классификация вероятных причин несчастных случаев [3]. Однако в процессе анализа результатов расследований несчастных случаев выявлена необходимость корректировки представленной классификации, так как соотношение реальных причин травмирования работника с формулировками теоретической классификации затруднялось неоднозначностью последних.

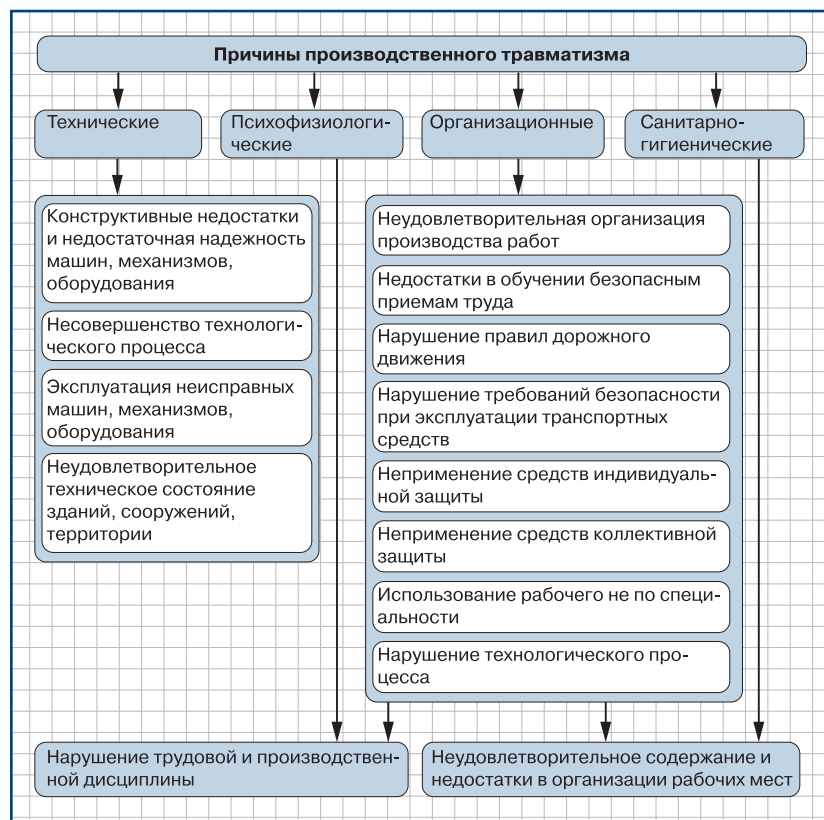
Классическое разделение причин производственного травматизма, применяемое в большинстве научных исследований в этой области, предполагает четыре основные группы: технические, организационные, санитарно-гигиенические и психофизиологические причины.

В рамках исследований ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» по разработке методики снижения уровня производственного травматизма на электроэнергетических предприятиях проведены сравнение существующих классификаций причин производственного травматизма и оценка целесообразности применения

современных методов анализа травматизма для совершенствования системы его учета.

**Анализ основных причин
производственного травматизма**

На рисунке показана взаимосвязь традиционной классификации причин травматизма и классификации, применяемой на государственном уровне при составлении отчетности уполномоченными федеральными службами. Классификации причин травматизма, используемые федеральными службами, практически дублируют друг друга, однако классификация Роструда содержит, кроме основных причин, еще и некоторые подпункты, не включающие в себя исчерпывающий перечень ситуаций, раскрывающий основную причину травмирования, поэтому за основу принята классификация Росстата.



▲ **Обобщенная классификация причин травматизма**
▲ **Generalized classification of causes of injury rate**

Анализ обобщенной классификации причин травматизма (см. рисунок) показывает, что в настоящее время при расследовании и анализе несчастных случаев в России фиксируются в основном технические и организационные причины. При этом группа технических причин обладает незначительным, по сравнению с другими группами, вкладом в структуру травматизма. По данным Минтруда России, в 2019 г. вклад этой группы составил 12 % [4].

Организационные причины, по данным Роструда, являлись предшественниками более 55 % несчастных случаев в 2018 г., что определяет необходимость акцентирования внимания к данной группе при раз-

работке профилактических мероприятий, но, как показывает практика, большинство мер по снижению воздействия организационных причин оказываются недостаточно эффективными. Во многом это связано с излишне обобщенными формулировками причин, идентифицированных при оформлении документов по результатам расследования несчастных случаев, которые впоследствии используются для формирования основных статистических отчетов, а также в качестве исходных данных для анализа травматизма.

На основании анализа отечественных исследований определено, что для разработки мероприятий по снижению влияния организационных причин на производственный травматизм целесообразно учитывать показатели, характеризующие качество обучения работников требованиям безопасности труда и эффективность системы управления охраной труда (СУОТ) на предприятии.

Для оценки санитарно-гигиенического состояния рабочего места существуют четко регламентированные процедуры специальной оценки условий труда и производственного контроля. Несмотря на то что большинство исследований показывают наличие корреляции между санитарно-гигиеническими условиями труда и вероятностью травмирования работника, в настоящий момент отсутствует инструмент, позволяющий соотносить результаты оценки условий труда и травматизм, что существенно осложняет анализ влияния санитарно-гигиенических причин и выработку соответствующих механизмов снижения уровня травматизма.

Отсутствие учета психофизиологических причин при анализе несчастных случаев федеральными службами прежде всего связано с отсутствием механизма систематической всесторонней оценки психофизиологического состояния работника, который в обязательном порядке определен

на государственном уровне. При этом существует множество научных исследований, позволяющих проводить такую оценку на добровольной основе по инициативе работодателя и с согласия работников. Применение методик оценки различных психофизиологических характеристик человека часто затруднено сложностью и трудоемкостью получения исходных данных, но перспективностью использования для анализа психофизиологических причин травматизма таких показателей, как возраст, стаж, самоэффективность и профессиональная пригодность работника, не вызывает сомнений. Причем в зависимости от уровня анализа и разработки профи-

лактических мероприятий целесообразно корректировать набор оцениваемых показателей.

Таким образом, в настоящее время в России при анализе травматизма не рассматривается достаточно широкий спектр возможных причин, связанных прежде всего с человеческим фактором — индивидуальными особенностями работника и тех людей, которые отвечают за его безопасность, что значительно затрудняет разработку мероприятий, направленных на дальнейшее снижение уровня производственного травматизма.

Сравнение методов анализа производственного травматизма

Прогнозирование производственного травматизма является важной задачей по достижению требуемых уровней безопасности трудового процесса, которая зависит от типа выбранной математической модели и качества исходных данных, подлежащих дальнейшему анализу. В настоящее время исследователи [5, 6] выделяют две группы методов анализа производственного травматизма: вероятностно-статистические и детерминированные. В табл. 1 приведена сравнительная оценка методов анализа производственного травматизма с выделением ключевых особенностей детерминированных и вероятностно-статистических методов, обладающих различными теоретическими и практическими методическими базами, но одинаково ориентированных на снижение числа несчастных случаев на производственных объектах.

Вероятностно-статистические методы более совершенны, используются как для анализа причин происшедших несчастных случаев, так и для моделирования прогнозных значений травматизма, основываясь на уже существующих сведениях о происшедших инцидентах. Важным аспектом, который необходимо учитывать при использовании данного метода анализа, является требование по тщательной проверке исходных данных на достоверность, так как в случае несоблюдения данного этапа возможна разработка потенциально неэффективных мероприятий по снижению риска возникновения несчастного случая. В связи с вышеуказанным возникает необходимость использования комплекса наиболее объективных показателей, характеризующих производственный травматизм.

Запаздывающие и опережающие статистические показатели производственного травматизма

Вероятностно-статистические методы ориентированы на идентификацию основных причин возникновения производственных травм, основаны на математической обработке сведений из актов расследований несчастных случаев и применяются для прогнозирования обстоятельств потенциальных инцидентов.

В результате анализа отечественной и зарубежной литературы [7–9] в области оценки производственного травматизма выявлены наиболее часто встречающиеся количественные показатели, которые

Таблица 1

Метод	Достоинства	Недостатки
Детерминированные методы		
Монографический	Возможность подробного анализа причин травматизма и выявления потенциальных опасностей, применимость для новых объектов	Высокие временные и трудовые затраты, отсутствие количественных показателей, необходимость привлечения экспертов
Экспертная оценка	Возможность поиска нестандартных решений и снижения субъективности оценки	Высокие трудозатраты, необходимость привлечения группы экспертов
Анкетирование сотрудников	Возможность разработки мер по снижению риска травматизма на начальных стадиях	Субъективность мнения работников, при формальном проведении — низкая достоверность
Сетевое моделирование	Возможность учета сочетанного воздействия опасных факторов и фактора времени, высокая точность результатов	Сложность реализации, необходимость в большом массиве исходных данных, акцентирование на технические причины
Вероятностно-статистические методы		
Статистический анализ данных	Простота реализации, возможность верификации на основании ретроспективных данных и сравнения показателей между предприятиями (отраслями)	Необходимость в большом массиве исходных ретроспективных данных о несчастных случаях, отсутствие внутреннего механизма разработки рекомендаций

Согласно табл. 1 для детерминированных методов анализа производственного травматизма характерен высокий уровень аналитической оценки причин и факторов, которые привели к несчастному случаю, но высокие временные и трудовые затраты привлекаемых экспертов в области промышленной безопасности и охраны здоровья работников становятся достаточно большой трудностью для реализации данного метода.

ориентированы на результат (постфактум) — запаздывающие и на процесс (прогноз) — опережающие.

Запаздывающие показатели являются ретроспективным описанием состояния охраны труда на производственном объекте и свидетельствуют об эффективности прошлых мероприятий, реализованных в рамках повышения безопасности труда. Опережающие показатели — процессно-ориентированные показатели эффективности, которые харак-

теризуют уже выполненные или текущие действия и предсказывают результат продуктивности мероприятий, предпринятых до момента возникновения несчастного случая. В табл. 2 приведены основные параметры и характеристики запаздывающих и опережающих показателей травматизма.

России. При анализе показателя эффективности и результативности проверок во всех рассмотренных странах особое внимание уделяют как проверкам на самих предприятиях, так и проверкам, которые проводят уполномоченные службы в рамках контрольно-надзорной деятельности.

Таблица 2

Параметр	Показатель	
	Запаздывающий	Опережающий
Исходные данные	Ретроспективные сведения о несчастных случаях	Текущие сведения о состоянии здоровья работников, СУОТ и проводимых мероприятиях
Описательный характер	Эффективность прошлых мероприятий, реализованных в рамках повышения безопасности труда	Эффективность выполненных действий и прогностический результат выполняемых мероприятий
Методы анализа	Оценка корреляционных зависимостей и установление причинно-следственных связей между запаздывающими показателями и результатами программ снижения травматизма	Установление причинно-следственных связей между опережающими показателями и результатами программ снижения травматизма и построение прогностических моделей
Достоинства	Простота, доступность данных, наличие обратной связи между выполненными мероприятиями и сведениями о несчастных случаях	Профилактический характер, ориентация на минимизацию потерь, возможность выявления непредвиденных аварийных зон
Недостатки	Низкая эффективность предотвращения аварий и несчастных случаев, невозможность использования в качестве предиктора будущих результатов, большое число неучитываемых факторов воздействия	Высокие временные и трудовые затраты, возможность влияния текущих внешних факторов на результаты, возможность задержки между внедрением мер и оценкой показателя

Традиционно в России для анализа травматизма на производственных объектах вне зависимости от отраслевой специфики используют классические запаздывающие показатели: коэффициенты частоты, тяжести несчастных случаев, потерь и др. [10]. Но применение данных показателей в качестве инструмента для прогнозирования уровня производственной безопасности невозможно, так как их расчет основан на ретроспективных данных о травмируемом персонале.

Важной особенностью опережающих показателей является способность получения раннего представления об ухудшении эффективности и результативности адаптационных мероприятий для выполнения действий по восстановлению их продуктивности до того, как случится нежелательное событие. В России и за рубежом наибольшее распространение приобрел такой опережающий показатель, как оценка эффективности и результативности проверок, который основывается на выявлении нарушений [10–12]. В целом большинство опережающих показателей, имеющих организационный характер, схожи между собой и принципиально не отличаются друг от друга. Но такие показатели, как процент завершенных корректирующих действий в срок и процент корректирующих действий от типа опасности или на каждом уровне контроля, применяемые за рубежом, могли бы хорошо себя зарекомендовать на территории

Опережающие показатели, безусловно, обладают преимуществом перед запаздывающими, так как позволяют описать качественно и количественно все процессы, происходящие на предприятии. Тем не менее использование полного перечня опережающих показателей по оценке культуры безопасности и производственного климата только затруднит работу департаментов охраны труда организаций и не решит проблему с прогнозированием и купированием несчастных случаев.

Выводы

1. В результате анализа классификаций причин травматизма, применяемых федеральными службами при расследовании, выявлена целесообразность разработки подробного перечня, позволяющего однозначно идентифицировать причину травмы, что повысит эффективность и результативность мероприятий, направленных на снижение производственного травматизма и его профилактики.
2. Для снижения влияния организационных причин на уровень травматизма показана целесообразность оценки качества подготовки работников по безопасности труда и учета следующих показателей эффективности системы управления охраной труда:
 - число нарушений, выявленных при проведении производственного контроля и при государственном надзоре;
 - эффективность внутреннего аудита безопасности и проверок контрольно-надзорных органов;

соотношение устраненных и выявленных нарушений.

3. Показана недостаточная эффективность применения запаздывающих показателей травматизма, основанных на ретроспективных данных о травмируемом персонале, в качестве средства прогнозирования уровня производственной безопасности. Однако в дальнейшем для разработки показателей производственного травматизма, имеющих прогностическую ценность, могут быть использованы результаты анализа запаздывающих показателей и информация, которая требуется для их расчета.

4. Обоснована целесообразность применения опережающих показателей, позволяющих оценить выполненные или текущие действия по улучшению трудового процесса, провести предиктивную оценку состояния производственной безопасности на рабочих местах с количественным описанием ситуации и, следовательно, выработать системный подход к минимизации числа несчастных случаев.

Список литературы

1. *Об утверждении* Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года: Указ Президента Рос. Федерации от 9 окт. 2007 г. № 1351. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/26299> (дата обращения: 05.05.2020).

2. *Об утверждении* Федерального плана статистических работ (с изменениями на 12 августа 2020 г.): распоряжение Правительства Рос. Федерации от 6 мая 2008 г. № 671-р. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902101255> (дата обращения: 05.05.2020).

3. *Роккель Е.П.* Проект типовой классификации технических и организационных причин травматизма в машиностроении. — Л., 1955. — 21 с.

4. *Результаты* мониторинга условий и охраны труда в Российской Федерации в 2018 году. Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации. URL: <https://eisot.rosmintrud.ru/attachments/article/47/2018.pdf> (дата обращения: 05.05.2020).

5. *Свиридова Т.В., Боброва О.Б.* Анализ методов оценки производственного травматизма и профессионального риска// XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. — 2018. — Т. 7. — № 4 (44). — С. 250–255.

6. *Лукуянчикова Т.Л., Ямищикова Т.Н., Клецова Н.В.* Компаративистский анализ производственного травматизма: Россия и мир// Экономика труда. — 2018. — Т. 5. — № 3. — С. 647–662.

7. *Zhao D.* Exploring Construction Safety and Control Measures through Electrical Fatalities: Abstract of Philosophy Degree's Dissertation. — Blacksburg, 2014. — 233 p.

8. *Narine G.* Causes and Prevention of Electric Power Industry Accidents: A Delphi Study: Abstract of Philosophy Degree's Dissertation. — Minneapolis: Walden University, 2019. — 373 p.

9. *ГОСТ Р 12.0.010—2009.* Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков (Переиздание).

URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200080860> (дата обращения: 05.05.2020).

10. *Кондратьева О.Е., Кравченко М.В., Локтионов О.А.* Разработка методики оценки риска ущерба здоровью работников электроэнергетической отрасли// Безопасность труда в промышленности. — 2019. — № 4. — С. 63–68. DOI: 10.24000/0409-2961-2019-4-63-68

11. *Leading or lagging? Temporal analysis of safety indicators on a large infrastructure construction project/* H. Lingard, M.R. Hallowell, R. Salas, P. Pirzadeh// Safety Science. — 2017. — Vol. 91. — P. 206–220. DOI: 10.1016/j.ssci.2016.08.020

12. *Utilizing construction safety leading and lagging indicators to measure project safety performance: a case study/* K. Versteeg, P. Bigelow, A.M. Dale, A. Chaurasia// Safety Science. — 2019. — Vol. 120. — P. 411–421.

LoktionovOA@mpei.ru

Материал поступил в редакцию 17 июля 2020 г.

Доработанная версия — 3 августа 2020 г.

«Bezopasnost Truda v Promyshlennosti»/ «Occupational Safety in Industry», 2020, № 11, pp. 76–81.
DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-76-81

Improving Approaches to the Analysis of Injury Rate at the Industrial Enterprises

O.A. Loktionov, Candidate, LoktionovOA@mpei.ru

O.E. Kondrateva, Dr. Sci. (Eng.), Assoc. Prof.

National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Moscow, Russia

Abstract

The task of improving the accounting system and accidents analysis at the industrial enterprises for many years has not lost its relevance, both in Russia and abroad. The root causes identification of injuries is an important stage for the development and implementation of preventive and adaptive measures to reduce the risk of injury rate of the employees.

The article reflects the results of analysis for the main causes of industrial injuries, which shows the relationship between the traditional classification of injuries causes and the classification used at the state level when reporting by the authorized federal agencies. It is established that currently in Russia, when analyzing injury rate, the fairly wide range of possible causes is not considered, primarily related to the «human factor». The comparative assessment is given concerning the deterministic and probabilistic-statistical methods for analyzing industrial injuries, their main advantages and disadvantages are shown. It is established that the deterministic methods of analysis are characterized by a high level of analytical assessment of causes and factors, but the high time and labor costs of the experts involved become a serious difficulty in implementing this method. Probabilistic-statistical methods are more advanced, the methods are used to model predictive values of injuries based on the current information about the occurred incidents.

Also analyzed are the characteristics of industrial injuries indicators, which are result-oriented (post factum) — lagging behind,

and process —oriented (forecast) — leading. Lagging indicators are a retrospective description of the labor protection state at a production facility, while leading indicators characterize actions already performed and predict the result of the activities efficiency. The expediency of using leading indicators to make a predictive assessment of the industrial safety state and, consequently, to develop a systematic approach to minimize the number of incidents is justified.

Key words: injury rate, incident, injury rate analysis, injury indicators, injury causes, industrial enterprises.

References

1. On the approval of the Concept of demographic policy of the Russian Federation for the period up to 2025: Decree of the President of the Russian Federation of October 9, 2007 № 1351. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/26299> (accessed: May 5, 2020). (In Russ.).
2. On the approval of the Federal plan for statistical work (as amended on August 12, 2020): order of the Government of the Russian Federation of May 6, 2008 № 671-p. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902101255> (accessed: May 5, 2020). (In Russ.).
3. Rokkel E.P. Draft of the standard classification of technical and organizational causes of injury rate in machine-building industry. Leningrad, 1955. 21 p. (In Russ.).
4. Results of monitoring of occupational safety conditions in the Russian Federation in 2018. Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation. Available at: <https://eisot.rosmintrud.ru/attachments/article/47/2018.pdf> (accessed: May 5, 2020). (In Russ.).
5. Sviridova T.V., Bobrova O.B. Analysis of Methods Estimate of Industrial Injuries and Professional Risk. *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus = XXI Century: Resumes of the Past and Challenges of the Present plus*. 2018. Vol. 7. № 4 (44). pp. 250–255. (In Russ.).
6. Lukyanchikova T.L., Yamshchikova T.N., Kletsova N.V. Komparativistic Analysis of Production Traumatism: Russia and the World. *Ekonomika truda = Russian Journal of Labour Economics*. 2018. Vol. 5. № 3. pp. 647–662. (In Russ.).
7. Zhao D. Exploring Construction Safety and Control Measures through Electrical Fatalities: Abstract of Philosophy Degree's Dissertation. Blacksburg, 2014. 233 p.
8. Narine G. Causes and Prevention of Electric Power Industry Accidents: A Delphi Study: Abstract of Philosophy Degree's Dissertation. Minneapolis: Walden University, 2019. 373 p.
9. GOST R 12.0.010—2009. Occupational safety standards system. Occupational safety and health management systems. Hazard and risks identification and estimation of risks. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200080860> (accessed: May 5, 2020). (In Russ.).
10. Kondrateva O.E., Kravchenko M.V., Loktionov O.A. Development of the Methods for Assessing the Risk of Damage to Health of the Employees of the Electric Power Industry. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2019. № 4. pp. 63–68. (In Russ.). DOI: 10.24000/0409-2961-2019-4-63-68
11. Lingard H., Hallowell M.R., Salas R., Pirzadeh P. Leading or lagging? Temporal analysis of safety indicators on a large infrastructure construction project. *Safety Science*. 2017. Vol. 91. pp. 206–220. DOI: 10.1016/j.ssci.2016.08.020
12. Versteeg K., Bigelow P., Dale A.M., Chaurasia A. Utilizing construction safety leading and lagging indicators to measure project safety performance: a case study. *Safety Science*. 2019. Vol. 120. pp. 411–421.

Received July 17, 2020

In final form — August 3, 2020



Булавинцева Маргарита Юрьевна Поздравляем с юбилеем!

30 октября 2020 г. . отметила свой юбилей Маргарита Юрьевна Булавинцева, редактор журнала «Безопасность труда в промышленности».

После окончания в 1982 г. Московского института народного хозяйства им. Г.В. Плеханова (по специальности экономическая кибернетика) Маргарита Юрьевна в течение 10 лет работала инженером, инженером-технологом на предприятии «Ромб» (Главинформ). С 1991 г. она трудится в средствах массовой информации: оператор фотонабора, технический редактор (еженедельник «Столица», издательский центр «Юридическая литература», «Народная газета», ИД «Бурда»).

Уже более 10 лет М.Ю. Булавинцева является редактором журнала «Безопасность труда в промышленности». Обладая большим опытом в области форматирования текстов и оформления научных статей в соответствии с международными требованиями,

Маргарита Юрьевна оказывает активную помощь авторам и сотрудникам редакции при подготовке материалов к верстке.

Ее добросовестный труд отмечен почетной грамотой Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

Коллектив группы компаний «Промышленная безопасность», редколлегия и редакция журнала «Безопасность труда в промышленности» сердечно поздравляют Маргариту Юрьевну с юбилеем, желают оптимизма, здоровья, счастья, семейного и финансового благополучия.

Влияние условий труда приоритетных секторов экономики Казахстана на формирование профессиональных рисков



С.А. Бекеева,
канд. биол. наук, ассоциированный проф., руководитель лаборатории, nauka@rniiot.kz



Н.Г. Джумагулова,
магистр социол. наук, ученый секретарь



Ж.Х. Есбенбетова,
магистр естественных наук, руководитель лаборатории



А.Е. Танабаева,
магистр техн. наук, и. о. руководителя лаборатории

РГП на ПХВ «РНИИОТ МТСЗН РК», Нур-Султан, Республика Казахстан

Проведены исследование условий труда и оценка профессиональных рисков 956 работников разных профессий на 20 предприятиях различных отраслей приоритетных секторов экономики Республики Казахстан. Исследование проводилось с использованием Методических рекомендаций по внедрению системы управления профессиональными рисками на производстве, разработанных республиканским государственным предприятием на праве хозяйственного ведения «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан». Применение данной методики позволило выявить вредные производственные факторы и оценить эффективность профилактических мероприятий, направленных на снижение профессиональных рисков.

Ключевые слова: предприятия различных отраслей, рабочие профессии, травматизм, вредные условия труда, профессиональный риск, производственное оборудование, средства индивидуальной защиты.

Для цитирования: Бекеева С.А., Джумагулова Н.Г., Есбенбетова Ж.Х., Танабаева А.Е. Влияние условий труда приоритетных секторов экономики Казахстана на формирование профессиональных рисков // Безопасность труда в промышленности. — 2020. — № 11. — С. 82–88. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-82-88

Введение

Согласно принятой Конвенции Международной организации труда «Об основах, содействующих безопасности и гигиене труда» № 187 [1] основной целью национальной политики должно стать предупреждение несчастных случаев и причинения вреда здоровью работников в процессе (результате) их трудовой деятельности [1]. Так, в настоящее время в России разработаны и действуют программы, направленные на совершенствование системы охраны труда и снижение профессиональных рисков [2]. Согласно Концепции социального развития Республики Казахстан до 2030 года и Плану социальной модернизации до 2016 года планируется внедрение механизмов по управлению профессиональными рисками в повседневную производственную практику к исходу 2020 г. [3, 4]. По оценке специалистов Международной организации труда и Всемирной организации здравоохранения в настоящее время насчитывается более 150 профессиональных рисков, около 100 из которых

относятся к источникам постоянной опасности для работников 2 тыс. различных профессий [5]. Дальнейшая деятельность в подобных условиях способна привести к сокращению числа трудоспособного населения, а значит, и уменьшению трудовых ресурсов государства. Соответственно, необходимо внедрить на предприятиях оценку профессиональных рисков, составляющую фундамент системы управления охраной труда, предусматривающей общие подходы к управлению охраной труда с учетом имеющихся рисков, а также основные меры, направленные на снижение рисков и их искоренение.

Цель исследования — изучение влияния условий труда работников приоритетных секторов экономики Республики Казахстан (РК) на формирование профессиональных рисков.

Материалы и методы исследования

Научное исследование проводилось в республиканском государственном предприятии на праве хозяйственного ведения (РГП на ПХВ) «Республи-

канском научно-исследовательском институте по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения РК» в ходе второго этапа реализации научно-технической программы за 2019 г. по теме: «Разработка научно-методических основ обеспечения безопасного труда в приоритетных секторах экономики Республики Казахстан» (номер государственной регистрации № 0118РК00583). Приоритетные отрасли экономики РК определялись на основе анализа статистических данных среди отраслей с высоким удельным весом занятости трудоспособного населения, в том числе во вредных условиях труда, и производственного травматизма. Оценка вредности условий труда [6, 7], аттестация рабочих мест [8], идентификация производственных опасностей и оценка профессиональных рисков на предприятиях проводятся путем комплексного подхода. Профессиональные риски (ПР) оцениваются в разрезе профессий и структурных подразделений предприятия по пяти показателям:

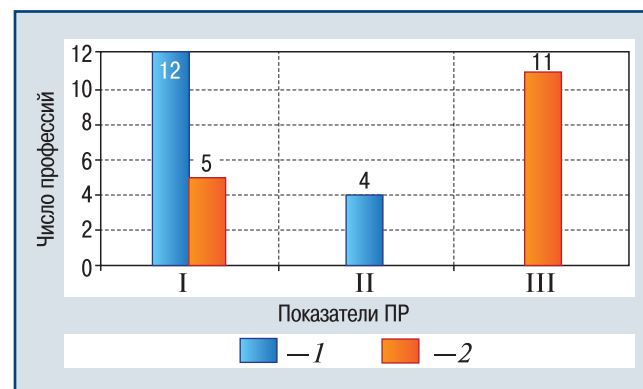
- 1 — вредность условий труда;
- 2 — травмоопасность трудового процесса;
- 3 — безопасность производственного оборудования;
- 4 — обеспеченность средствами индивидуальной защиты (СИЗ);
- 5 — риск заболеваемости по утвержденной Методике, разработанной РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан» [9].

По результатам оценки определяется уровень индивидуального ПР (по профессии) по каждому оценочному показателю: I — допустимый; II — низкий; III — средний; IV — высокий; V — очень высокий. Профессиональные риски оценивались у работников 956 различных профессий 20 исследуемых предприятий пяти отраслей: строительство, транспорт и складирование, обрабатывающая, горнодобывающая промышленность, сельское хозяйство. В обсуждении полученных результатов исследования внимание акцентировалось только на наиболее выраженных показателях профессиональных рисков по следующим градациям: средняя степень (III), высокая степень (IV) и очень высокая степень рисков (V), которые характеризуются рисками травматизма и несчастных случаев на производстве, нарушения здоровья работников и развития профессиональных заболеваний [10]. Математическая обработка проводилась при помощи стандартного пакета программ STATISTICA 10 [11]. Полученные данные обрабатывали общепринятыми методами с определением математического ожидания, среднеквадратического отклонения, средней ошибки и достоверности различия (по Стьюденту). Достоверными считались сдвиги при $p < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение

В строительной отрасли ПР оценивались на трех предприятиях у работников 89 профессий. Наиболее

неблагоприятными производственными факторами, характерными для данных производств, являются выделяющиеся при сварочных работах оксид углерода, оксид железа, марганец, а также повышенная запыленность, шум, недостаточная освещенность рабочих мест, несоответствие установленным требованиям показателей микроклимата производственных помещений, тяжесть и напряженность трудового процесса. Результаты аттестации рабочих мест соответствуют вредному классу условий труда 3.1 [12]. В наибольшей степени воздействию вредных факторов производственной среды подвергаются работники таких профессий: механик сварочного участка, электрогазосварщик. В результате оценки ПР работников по показателю травмоопасности условий труда установлена III степень риска (средняя) для 12 профессий (13,5 %), IV степень риска (высокая) — по пяти профессиям: электромонтер, каменщик, плотник-бетонщик, штукатур-маляр, электромонтер (5,6 %), на одном из трех исследуемых предприятий, в том числе в связи с фиксацией несчастных случаев с тяжелым исходом (рис. 1, здесь I — травмоопасность условий труда; II — безопасность производственного оборудования; III — обеспеченность СИЗ; 1 — III степень ПР; 2 — IV степень ПР). По показателям безопасности производственного оборудования установлена III степень ПР (средняя) у работников четырех профессий — газосварщик, слесарь-ремонтник, инженер-механик, электромеханик по лифтам (4,5 %) в связи с отсутствием необходимых средств защиты и невыполнением требований по защите от опасного воздействия производственного оборудования и (или) его частей, используемых в технологическом (производственном) процессе (отсутствие кожухов, заземлений, ограждений). Обеспеченность спецодеждой и другими СИЗ работников соответствует IV степени ПР (высокая) для работников 11 профессий (12,4 %) — она установлена в связи с несоблюдением нормативных требований (отсутствие локального документа на выдачу СИЗ, сертификатов качества на используемые СИЗ и др.).

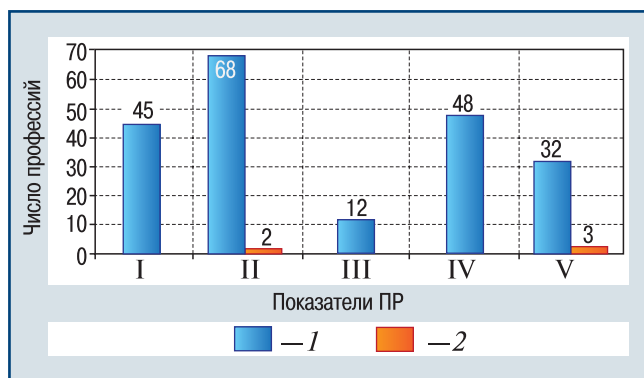


▲ Рис. 1. Результаты оценки профессиональных рисков работников строительной отрасли по числу профессий
 ▲ Fig. 1. Results of the occupational risk assessment of construction industry employees by the number of professions

Степень ПР по заболеваемости не была установлена из-за отсутствия листов временной нетрудоспособности, которые служат основанием для анализа здоровья работников и оценки соответствующих рисков.

Следовательно, в строительной отрасли на период исследований высокому риску (IV степень) были подвержены работники вышеуказанных профессий по показателям травмоопасности условий труда (несчастный случай с тяжелым исходом) и обеспеченности спецодеждой и другими СИЗ.

Обрабатывающая отрасль. Оценка ПР проведена на семи предприятиях обрабатывающей промышленности в отношении работников 382 профессий. Неблагоприятными производственными факторами, характерными для данной отрасли, признаны присутствие в воздухе производственных помещений оксида углерода, сварочной аэрозоли, пыли, аэрозоли масел, а также тяжесть и напряженность трудового процесса. Наиболее значительному воздействию вредных факторов производственной среды подвергаются работники таких профессий: машинисты трактора, экскаватора, вилочного погрузчика, драги, манипулятора, водители грузовых машин, бензовозов, работники дорожно-строительного, дробильно-сортировочного, бетоносмесительного участков и асфальтобетонного завода. По травмоопасности условий труда установлена III степень (средняя) ПР для работников 68 профессий (17,8 % от общего числа профессий) и IV степень ПР (высокая) по 2 профессиям (0,5 %), что, вероятно, связано с применением многокомпонентных технологий в процессе обработки различных материалов и сырья, тяжестью и напряженностью трудового процесса, а также с высокой опасностью травмирования (рис. 2, здесь I — вредность условий труда; II — травмоопасность трудового процесса; III — безопасность производственного оборудования; IV — обеспеченность СИЗ; V — риск заболеваемости; 1, 2 — то же, что на рис. 1).



▲ Рис. 2. Результаты оценки профессиональных рисков работников обрабатывающей отрасли по числу профессий

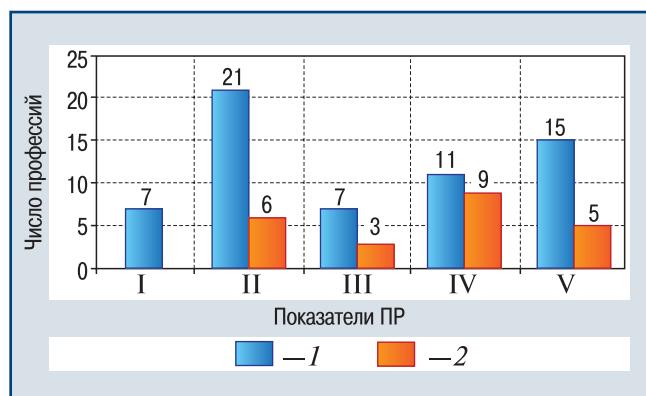
▲ Fig. 2. Results of the occupational risk assessment of the employees in the manufacturing industry by the number of professions

Оценка ПР по показателям безопасности производственного оборудования выявила III степень риска (средняя) у работников 12 профессий (компрессорщик, оператор котельной, основной производственный персонал цехов по производству мороженого, изготовлению пельменей и выпечки, сварщик, оператор варочного цеха). В связи с износом основного оборудования, остро нуждающегося в обновлении и модернизации, III степень ПР (средняя) установлена также для мастера и машиниста котельной и электрогазосварщика (3,2 % от общего числа профессий). Оценка обеспеченности СИЗ выявила III степень ПР (средняя) у работников 48 профессий (12,6 %) — это связано в основном с отсутствием на предприятиях сертификатов качества на используемые СИЗ. По статистике заболеваемости с временной утратой трудоспособности, отчетам медицинских центров, обслуживающих предприятия, заключениям медицинских осмотров и по данным о профессиональной заболеваемости установлена III степень ПР (средняя) по 32 профессиям (8,4 %) (слесарь, бетонщик, машинист крана, слесарь-наладчик, грузчик и др.) и IV степень ПР (высокая) у автоэлектрика и электрогазосварщика (0,8 %).

Итак, в обрабатывающей отрасли установлен высокий уровень ПР (IV степень) по показателям травмоопасности условий труда, а также по риску заболеваемости автоэлектриков и электрогазосварщиков.

Транспорт и складирование. Оценка ПР работников транспорта и складирования проводилась на предприятиях воздушного транспорта (наземная служба), управления полетами и автотранспорта по 168 профессиям. В связи со значительным различием в характере работ (обслуживание авиатранспорта, организация автоперевозок) анализ проводился отдельно по каждому предприятию. Так, основными вредными производственными факторами на рабочих местах предприятий авиатранспорта признаны присутствие в воздухе паров керосина, бензина, дизельного топлива, диоксида азота, диоксида серы, микроклимат, давление, тепловое излучение, неионизирующие электромагнитные поля и излучения, шум, недостаточная освещенность рабочей зоны, тяжесть и напряженность трудового процесса. Аналогичная картина наблюдается и у работников, занимающихся грузовыми перевозками автомобильным транспортом, техническим обслуживанием и ремонтом автотранспортных средств. Оценка вредности условий их труда проводилась на основании инструментальных замеров параметров рабочих мест персонала 30 профессий. По уровню вредности условий труда у 7 профессий наземной службы (авиатехник горюче-смазочных материалов, водитель спецтехники, машинист-сварщик, машинист-слесарь, тракторист, слесарь по ремонту автомобилей (моторист), слесарь по сборке металлоконструкций) установлена

3 степень (средняя) ПР — это 4,1 % от общего числа профессий, основная деятельность которых связана с обслуживанием комплекса аэродромного оборудования и обеспечением работы автотранспорта по обслуживанию воздушных судов (рис. 3, здесь I–V, 1, 2 — то же, что на рис. 1).



▲ Рис. 3. Результаты оценки профессиональных рисков работников транспорта и складирования по числу профессий

▲ Fig. 3. Results of the occupational risk assessment of transport and warehousing employees by the number of professions

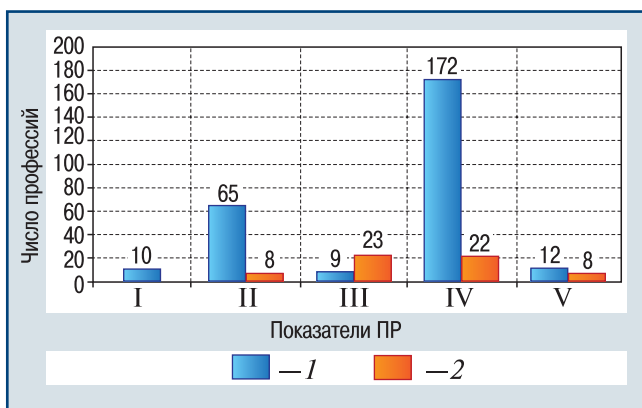
По показателю травмоопасности условий труда установлена III степень (средняя) ПР по 21 профессии: 13 — работники наземной службы аэропорта (инженер службы электро-светотехнического обеспечения полетов, светотехник-водитель, электромонтер, авиатехник, механик, приемосдатчик груза и багажа и т.д.) и 8 — работники автотранспорта (слесарь по ремонту автомобилей (моторист), тракторист, слесарь по сборке металлоконструкций и т.д.), что составило 12,5 % от общего числа профессий. А IV (высокая) степень риска установлена для 6 профессий только в сфере автотранспортных услуг (токарь, электрогазосварщик, электромонтер, плотник-бетонщик, старший машинист и машинист котельной), что составило 3,6 % от общего числа профессий. По результатам оценки безопасности производственного оборудования установлена III степень риска (средняя) у 7 профессий: 2 — работники наземной службы (машинист-сварщик и машинист-слесарь службы тепло- и санитарно-технического обеспечения (котельной), 5 — работники автотранспорта (токарь, слесарь по ремонту автомобилей, тракторист, автослесарь, плотник-бетонщик), что составило в среднем 4,2 % от общего числа профессий. И IV степень (высокая) риска установлена у работников 3 профессий: электрогазосварщик, машинист котельной, электромонтер, что составило 1,7 % от общего числа профессий. Опасность травмирования работников указанных профессий связана с тем, что соответствующее оборудование устарело, сильно изношено и нуждается в обновлении и модернизации в рамках мероприятий по улучшению условий труда.

Все работники обследованных предприятий авиатранспорта полностью обеспечены СИЗ, при этом соблюдены все требования по их сертификации, поэтому по данному показателю установлена I степень ПР (допустимый риск). В то же время у работников автотранспорта установлена III степень (средняя) риска по 11 профессиям, а еще 9 профессиям (водитель-экспедитор, водитель автомобиля, машинист автокрана и др.) присвоена IV степень (высокая) риска, поскольку работники не обеспечены спецодеждой и другими СИЗ (6,5 и 5,5 % от общего числа профессий соответственно). Вместе с тем оценка риска заболеваемости работников аэропорта показала высокие результаты: III степень (средняя) риска установлена у работников 14 профессий (авиатехник инженерно-авиационной службы, инспектор по безопасности полетов, старший инспектор службы авиационной безопасности, патрульный инспектор и др.) и IV степень (высокая) риска — у работников 5 профессий (светотехник-водитель, электромонтер, начальник службы горюче-смазочных материалов, авиатехник и др.), что составило соответственно 8,9 и 2,9 % от общего числа профессий.

Высокий риск (IV степень) установлен по показателям травмоопасности условий труда, что обусловлено невыполнением нормативных требований при работе в условиях опасного воздействия производственного оборудования, и по результатам оценки риска заболеваемости у работников наземной службы аэропорта.

Сельское хозяйство. Оценка ПР работников сельскохозяйственной отрасли проводилась на шести предприятиях. В связи с многообразием направленной деятельности, присущим сельскому хозяйству (птицеводство, животноводство, растениеводство, переработка и выпуск продукции и др.) исследовано 273 профессии.

Неблагоприятными производственными факторами, характерными для предприятий сельскохозяйственной отрасли, признаны повышенный уровень шума, загазованность, запыленность, несоответствие микроклимата рабочей зоны установленным требованиям, недостаточная освещенность рабочих мест и т.д. По результатам оценки вредности условий труда к III степени ПР (средний риск) отнесены 10 профессий — в основном это труженики птицефабрик и животноводческих предприятий. По показателю травмоопасности работники 65 профессий отнесены также к III степени ПР, что составляет около 24 % от общего числа исследованных профессий, и еще для 23 профессий установлена IV (высокая) степень ПР. На высокую статистику по данному показателю оказало значительное влияние число несчастных случаев на производстве (12 случаев, из них 1 — с тяжелыми, 4 — со средними и 7 — с легкими последствиями). Результаты оценки ПР работников сельского хозяйства по числу профессий представлены на рис. 4 (здесь I–V, 1, 2 — то же, что и на рис. 1).



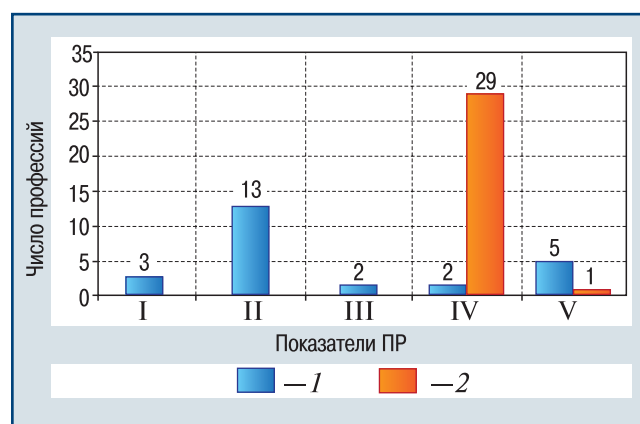
▲ Рис. 4. Результаты оценки профессиональных рисков работников отрасли сельского хозяйства по числу профессий

▲ Fig. 4. Results of the the occupational risk assessment of the agricultural employees by the number of professions

По результатам оценки безопасности производственного оборудования установлена III степень (средняя) риска у работников 9 профессий (3,4 % от общего числа профессий): газосварщик, токарь, токарь-моторист, аккумуляторщик, весовщик, рабочий, механизатор, комбайнер, что связано в основном с нехваткой необходимых средств защиты от опасного воздействия производственного оборудования, а также отсутствием технической документации. По данному показателю установлен высокий риск (IV степень) у 23 работников следующих профессий: наладчик-сварщик, заправщики сеялок, слесарь тока, вулканизаторщик, слесарь-наладчик, слесарь-сварщик, токарь-фрезеровщик, кочегары, механизаторы, сварщик, токарь, строитель, механизаторы, слесарь, электрик, автоэлектрик, электросварщик, токарь, моторист, плотник, слесарь по ремонту КПП, слесарь по ремонту топливной аппаратуры и др., что составило 8,4 % от общего числа профессий. Анализ установил низкую обеспеченность сельскохозяйственных работников СИЗ, необходимыми для предотвращения или уменьшения воздействия вредных и опасных производственных факторов. Выдаваемые средства защиты по большей части не сертифицированы. И, как следствие, по результатам оценки обеспеченности СИЗ 172 профессий (63 %) отнесены к III степени риска (средняя) и 22 профессии (8,1 %) к IV степени риска (высокая). Оценка риска по заболеваемости выявила III степень риска (средняя) у работников 12 профессий, IV степень риска (высокая) установлена еще у 7 профессий: токарь, слесарь-токарь, электрик-аккумуляторщик, сторож, механизатор, пастух, заведующий складом, что составляет в совокупности 3 % от общего числа исследуемых профессий.

Следовательно, высокому профессиональному риску (IV степень) в сельскохозяйственной отрасли способствуют такие показатели, как травмоопасность условий труда, безопасность оборудования, обеспеченность СИЗ и уровень заболеваемости.

Горнодобывающая отрасль. На предприятии горнодобывающей отрасли ПР оценены для работников 44 профессий. Основной вид деятельности исследованного предприятия — добыча и транспортировка песка, ремонт и обслуживание техники. К вредным производственным факторам отнесены воздействие химических веществ (оксид азота, марганец, оксид железа), инфракрасное излучение, шум, вибрация (общая и локальная), высоко и умеренно фиброгенные аэрозоли, тяжесть и напряженность трудового процесса. По показателям вредности и травмоопасности условий труда установлена III степень (средняя) риска для 3 профессий (машинист, помощник машиниста экскаватора, газосварщик) и для 13 профессий (горнорабочий, составитель поездов, машинист и помощник машиниста экскаватора, машинист погрузчика, электрогазосварщик и др.), что составило 6,8 и 29,5 % соответственно от общего числа профессий (рис. 5, здесь I–V, 1, 2 — то же, что на рис. 1).



▲ Рис. 5. Результаты оценки профессиональных рисков работников горнодобывающей отрасли по числу профессий

▲ Fig. 5. Results of the occupational risk assessment of mining industry employees by the number of professions

Оценка безопасности производственного оборудования установила III степень (средняя) риска для 2 профессий: газосварщик, токарь. Рабочие места данных работников оснащены оборудованием, представляющим потенциальную опасность (работа под давлением, присутствие вращающихся механизмов). Анализ обеспеченности СИЗ показал, что из исследованных 44 профессий 2 отнесены к III степени (средняя) риска, а 29 — к IV степени (высокая) риска. На основании того, что высокий риск по данному показателю установлен у 66,9 % профессий, можно судить о недостаточной организации необходимых процедур. По показателям заболеваемости III степень риска (средняя) установлена по 4 профессиям (горнорабочий, заведующий складом, монтер пути, токарь), а IV степень (высокая) риска — для профессии электромонтера.

Установлено, что высокому уровню ПР работников 29 профессий горнодобывающей отрасли спо-

собствовали недостаточная обеспеченность СИЗ и использование несертифицированных изделий.

В целом оценка ПР на 20 исследуемых предприятиях приоритетных секторов экономики РК выявила, что по показателям травмоопасности условий труда высокий риск (IV степень) присутствует на предприятиях горнодобывающей, строительной и сельскохозяйственной отраслей, а также транспорта и складирования. По результатам оценки безопасности оборудования высокий риск (IV степень) установлен на предприятиях транспортной отрасли и горнодобывающей промышленности, что обусловлено применением устаревшего оборудования. Высокий риск в горнодобывающей и строительной отраслях установлен и по результатам оценки безопасности предприятий СИЗ. Это обусловлено не только недостаточной обеспеченностью производственных подразделений СИЗ, но и несоответствием их сертификатам качества.

Выводы

Оценка условий труда 965 работников различных профессий в приоритетных секторах экономики республики установила высокую степень травматизма и заболеваемости, низкую обеспеченность средствами индивидуальной защиты с высокой долей несертифицированных изделий, применение на производстве устаревшего оборудования, требующего обновления, модернизации. Промышленность республики остро нуждается во внедрении новой техники и технологий, что в свою очередь может способствовать росту профессиональных рисков.

Список литературы

1. *О ратификации* Конвенции об основах, содействующих безопасности и гигиене труда (Конвенции № 187): федер. закон от 4 окт. 2010 г № 265-ФЗ. URL: <http://base.garant.ru/12179164/#ixzz6aGJUytkg> (дата обращения: 10.05.2020).
2. *Носатова Е.А., Семейкин А.Ю.* Влияние условий труда работников горной отрасли на формирование производственного травматизма и профзаболеваний // Известия ТулГУ. Науки о Земле. — 2018. — Вып. 1. — С. 102–112.
3. *Об утверждении* Концепции социального развития Республики Казахстан до 2030 года и Плана социальной модернизации на период до 2016 года: постановление Правительства Республики Казахстан от 24 апр. 2014 г. № 396. URL: https://online.zakon.kz/document/?doc_id=31546675#pos=6;-52 (дата обращения: 10.05.2020).
4. *Хамитов Т.Н.* Современные методические подходы к оценке профессионального риска работающего населения // Медицина в Кузбассе. — 2018. — Т. 17. — № 1. — С. 63–68.
5. *Occupational safety and health (OSH).* URL: <https://www.ilo.org/moscow/areas-of-work/occupational-safety-and-health/lang--en/index.htm> (дата обращения: 09.10.2020).
6. *Старчукова И.В., Бодиенкова Г.М.* Оценка профессионального риска с помощью методики Файна и Кинни для аппаратчика полимеризации // Техносферная безопасность в XXI веке. Сборник научных трудов магистрантов, аспи-

рантов и молодых ученых. — Иркутск: Изд-во ИРНТУ, 2015. — С. 47–50.

7. *Р 2.2.2006—05.* Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293853/4293853008.pdf> (дата обращения: 10.05.2020).

8. *Использование* методологии оценки риска при ведении социально-гигиенического мониторинга по атмосферному воздуху и связь здоровья населения с загрязнением атмосферы в г. Нижнеартовске/ А.Б. Аристархов, И.И. Козлова, Н.Г. Кашапов и др. // Гигиена и санитария. — 2015. — Т. 94. — № 2. — С. 10–12.

9. *Бисакаев С.Г., Абикенова Ш.К., Есбенбетова Ж.Х.* Методические рекомендации по внедрению системы управления профессиональными рисками на предприятии. URL: https://rniiot.kz/images/laboratori/Metod_rekom_po_profuskam_rus.pdf (дата обращения: 10.05.2020).

10. *Occupational risk management in industry/* T. Radu, M. Vlad, V. Dragan et al. URL: https://www.researchgate.net/profile/Basliu_Vasile/publication/333809280_OCCUPATIONAL_RISK_MANAGEMENT_IN_INDUSTRY/links/5d05fdc6458515b055d55ce4/OCCUPATIONAL-RISK-MANAGEMENT-IN-INDUSTRY.pdf (дата обращения: 10.05.2020).

11. *Реброва О.Ю.* Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. — М.: МедиаСфера, 2006. — 312 с.

12. *Бекеева С.А.* Условия труда работников строительного монтажного предприятия на основании анализа аттестации рабочих мест // Наука и Мир. — 2019. — Т. 1. — № 11 (75). — С. 33–35.

nauka@rniiot.kz

Материал поступил в редакцию 12 мая 2020 г.

«Bezopasnost Truda v Promyshlennosti»/ «Occupational Safety in Industry», 2020, № 11, pp. 82–88.
DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-82-88

Influence of Working Conditions of Priority Sectors of the Economy of Kazakhstan on the Formation of Occupational Risks

S.A. Bekeeva, Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof., Head of Laboratory, nauka@rniiot.kz

N.G. Dzhumagulova, Master of Social Sciences, Academic Secretary

Zh.Kh. Esbenbetova, Master of Natural Sciences, Head of Laboratory

A.E. Tanabaeva, Master of Technical Sciences, Acting Head of Laboratory

Republican Scientific Research Institute for Labour Protection of Ministry of Labour and Social Protection of Population of the Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan

Abstract

Occupational risk assessment was carried out for the employees of 956 different professions of 20 enterprises under study in five sectors of the economy: construction, mining, manufacturing, agriculture, transportation, and warehousing. The study was

conducted using the Methodological Recommendation on the implementation of the occupational risk management system at an enterprise. This Methodological Recommendation was developed by the Republican Scientific Research Institute for Labour Protection of Ministry of Labour and Social Protection of Population of the Republic of Kazakhstan. Occupational risks were assessed in the context of specific professions and structural divisions of the enterprises by five indicators: harmful working conditions, injury risk of the labor process, safety of production equipment, availability of personal protective equipment, and risk of morbidity. Based on the results of the assessment, the degree of individual occupational risk on each assessed indicator is determined by five gradations: I — acceptable risk, II — low, III — medium, IV — high and V — very high.

According to the results of the occupational risk assessment, a high risk (4 degree) was established at the enterprises of mining, construction, agricultural industries, as well as transport, and warehousing industries. According to the results of equipment safety assessment, a high risk (grade IV) was identified at the enterprises of transport and mining industries. Due to the low provision with the personal protective equipment and its non-compliance with the certification requirements, a high risk is assigned to the enterprises of mining and construction industries. It is established that a high degree of occupational risk is due to the injury risk of working conditions, insufficient provision of personal protective equipment along with their low quality, the severity and intensity of the labor process accompanied by a high degree of the employees morbidity, as well as the use of the outdated equipment in production.

Key words: enterprises of various industries, working professions, injury rate, harmful working conditions, occupational risk, production equipment, personal protective equipment.

References

1. On the ratification of the Convention on principles promoting occupational safety and health (Convention № 187): Federal law № 265-FZ of October 4, 2010. Available at: <http://base.garant.ru/12179164/#ixzz6aGJUYtkg> (accessed: May 10, 2020). (In Russ.).
2. Nosatova E.A., Semeykin A.Yu. Influence of Working Conditions of Employees of Mining Industry for the Formation of Industrial Injuries and Professional Diseases. *Izvestiya TulGU. Nauki o Zemle = Proceedings of the Tula States University. Sciences of Earth*. 2018. Iss. 1. pp. 102–112. (In Russ.).
3. On the approval of the Concept of social development of the Republic of Kazakhstan until 2030, and the Plan of social modernization for the period up to 2016: Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan dated April 24,

2014 № 396. Available at: https://online.zakon.kz/document/?doc_id=31546675#pos=6;-52 (accessed: May 10, 2020). (In Russ.).

4. Khamitov T.N. Methodological Problems in the Evaluation of Occupational Exposure of Health Workers. *Meditina v Kuzbasse = Medicine in Kuzbass*. 2018. Vol. 17. № 1. pp. 63–68. (In Russ.).

5. Occupational safety and health (OSH). Available at: <https://www.ilo.org/moscow/areas-of-work/occupational-safety-and-health/lang--en/index.htm> (accessed: October 9, 2020).

6. Starchukova I.V., Bodiunkova G.M. Professional Risk with Technique of Fine and Kinney for Polymerization Apparatus Worker. *Tekhnosfernaya bezopasnost v XXI veke. Sbornik nauchnykh trudov magistrantov, aspirantov i molodykh uchenykh* (Technosphere safety in the twenty-first century. Collection of the scientific papers of undergraduates, postgraduates and young scientists). Irkutsk: Izd-vo IRNITU, 2015. pp. 47–50. (In Russ.).

7. R 2.2.2006—05. Guidelines for the hygienic assessment of work environment and work process factors. Criteria and classification of the working conditions. Available at: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293853/4293853008.pdf> (accessed: May 10, 2020). (In Russ.).

8. Aristarkhov A.B., Kozlova I.I., Kashapov N.G., Minyailo L.A., Galiev A.G. The use of risk assessment methodology in the management of social-hygienic monitoring for ambient air and the relationship of population health state with the air pollution in Nizhnevartovsk. *Gigiena i sanitariya = Hygiene and sanitation*. 2015. Vol. 94. № 2. pp. 10–12. (In Russ.).

9. Bisakaev S.G., Abikenova Sh.K., Esbenbetova Zh.Kh. Methodological recommendations for the implementation of the occupational risk management system at the enterprise. Available at: https://rniot.kz/images/laboratori/Metod_rekom_po_prof-ruskam_rus.pdf (accessed: May 10, 2020). (In Russ.).

10. Radu T., Vlad M., Dragan V., Basliu V., Istrate G.G. Occupational risk management in industry. Available at: https://www.researchgate.net/profile/Basliu_Vasile/publication/333809280_OCCUPATIONAL_RISK_MANAGEMENT_IN_INDUSTRY/links/5d05fdc6458515b055d55ce4/OCCUPATIONAL-RISK-MANAGEMENT-IN-INDUSTRY.pdf (accessed: May 10, 2020).

11. Rebrova O.Yu. Statistical analysis of medical data. Use of STATISTICA application package. Moscow: MediaSfera, 2006. 312 p. (In Russ.).

12. Bekeeva S.A. Working Conditions of Construction and Installation Enterprise Employees Based on the Analysis of Workplaces. *Nauka i Mir = Science and World*. 2019. Vol. 1. № 11 (75). pp. 33–35. (In Russ.).

Received May 12, 2020

ПАМЯТКА АВТОРУ

- Статья должна в обязательном порядке иметь реферат, ключевые слова и список литературы.
- Реферат к статье (в соответствии с требованиями международных баз данных) должен достаточно полно раскрывать ее содержание (но не быть калькой с русскоязычной аннотации), иметь объем в среднем 1800–2000 символов. Реферат должен быть переведен на английский язык.

О повышении эффективности обучения в сфере охраны и безопасности труда



Ю.А. Широков,
д-р техн. наук, проф.,
shirokov001@mail.ru

ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА им.
К.А. Тимирязева, Москва, Россия

Показано, что настало время совершенствования системы и методологии обучения, исходя из того, что обучение взрослых людей имеет свои психофизиологические и социальные особенности и возможности, которые весьма различаются у поколений X, Y и Z: 51–65, 31–50 и 18–30 лет. В обучении персонала рекомендуется учитывать, что в последние десятилетия стартовые интеллектуальные возможности людей заметно растут, а уровень восприятия меняется в зависимости от опыта и степени вовлеченности работников трех поколений в цифровизацию и использование современных средств коммуникации. Рассмотрены основные аспекты методологии, которые необходимо учитывать при разработке программ и методик обучения.

Ключевые слова: охрана труда, травматизм, обучение, цифровизация, методология, поколения X, Y и Z.

Для цитирования: Широков Ю.А. О повышении эффективности обучения в сфере охраны и безопасности труда // Безопасность труда в промышленности. — 2020. — № 11. — С. 89–94. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-89-94

Введение

Анализ результатов надзорной деятельности государственных инспекций труда в субъектах Российской Федерации выявил причины и условия высокого уровня травматизма, сохраняющейся массовости нарушений трудового законодательства на протяжении последних лет: неисполнение должностными лицами предприятий должностных обязанностей (недостаточное знание положений трудового законодательства); слабая организация безопасного труда (недостаточные знания основ управления рисками и создания эффективной системы управления охраной труда); низкая дисциплина труда (недостаточные знания трудового законодательства, положений Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях и Уголовного кодекса Российской Федерации).

Проблемы с управлением рисками, обеспечением безопасности труда, сохранения жизни и здоровья персонала возникают на фоне постоянного процесса обучения, стажировки, повышения квалификации, переподготовки работников, специалистов, руководителей по охране и безопасности труда (ОиБТ), аттестации по промышленной безопасности.

Знания и навыки, полученные в процессе обучения, — это база для ответственного отношения к безопасности труда, профилактики травматизма и безаварийной работы. По мнению многих экспертов, эффективное обучение — это возможность снижения рисков различных инцидентов примерно на 70 %, а контроль за правильностью и своевременностью применения полученных знаний и навыков — еще на 30 %.

Однако ситуация, которая до сих пор наблюдается в реальной жизни, показывает, что работа по

обучению ОиБТ не дает ожидаемого эффекта. Специалисты-практики считают, что в настоящее время процесс обучения ОиБТ на 80 % превратился в формальность [1–4].

Перечисленное, а также современные условия экономики, интенсивные модернизация и цифровизация производства, высокий уровень технологий требуют современного подхода к организации и методологии обучения, разработке программ, соответствующего материально-технического обеспечения.

Важно понимать, что в сфере ОиБТ обучают взрослых людей, причем разных возрастных групп. К тому же за последние годы значительно изменились их восприятие и усвоение информации вследствие цифровизации экономики и всех сторон повседневной жизни. Это требует переосмысления подхода к обучению ОиБТ, большой организационной и методической работы специалистов по охране труда, руководителей производственных подразделений предприятий, ответственных за проведение первичных инструктажей и обучение персонала.

Цель работы — предложить и проанализировать методы, увеличивающие результативность обучения работников, руководителей и специалистов охраны труда в современных условиях.

Методическая основа работы — изучение материалов исследований, посвященных изменениям восприятия вследствие цифровизации, использованию новых методик подготовки и обучения по ОиБТ.

Особенности обучения взрослых работников поколений X, Y, Z

Обучение в сфере ОиБТ не должно быть формальным, его цели: защита жизни и здоровья персонала и обеспечение безопасности трудового процесса путем изменения модели поведения работника и работода-

теля. Проблемы результативности обучения ОиБТ в современных условиях волнуют специалистов многих стран, заставляя искать новые методы обучения с использованием современных технологий и технических средств [5–7].

При разработке программ и методик обучения необходимо учитывать, что обучение взрослых людей имеет психофизиологические и социальные особенности и возможности [8], основные из которых представлены в таблице. Поэтому за основу всех видов обучения ОиБТ рекомендуется принять методы обучения андрагогики¹, которая воплощает древнейшую формулу обучения: учимся не для школы, а для жизни (лат. Non scholae, sed vitae discimus).

Восприятие — инструмент мозга любого живого существа, служащий для наиболее полного контакта с окружающим миром. Благодаря пяти каналам восприятия — зрению, слуху, вкусу, обонянию и осязанию — мозг получает информацию о внешнем мире. Доказано, что восприятие и запоминание происходят следующим образом: 10 % — при чтении; 20 % — аудиально (на слух); 30 % — визуально (зрительно); 40 % — аудиально и визуально одновременно; 60 % — при устном обсуждении; 80 % — при самостоятельном обнаружении и формулировании проблемы; 90 % — при самостоятельном обнаружении проблемы и поиске решения. Поэтому во время занятий необходимо

Психические процессы	Психологические особенности взрослого обучающегося	Приемы, повышающие эффективность обучения взрослых
Внимание	Снижение концентрации внимания, более быстрая утомляемость	Создать позитивный эмоциональный фон (юмор, афоризмы, крылатые слова). Актуализировать информацию. Использовать разные каналы восприятия (визуальный, слуховой, кинестетический, вкусовой, обонятельный)
Память	Уменьшение объема памяти	Не превышать на одном занятии число посильно запоминаемых объектов изучения: в среднем от 6 (для самых старших) до 11 (для более молодых). Дифференцировать обучаемых на возрастные группы. Активно использовать психологические закономерности: эффект первого впечатления ¹ — представить самое важное в начале урока; эффект края ² — распределить наиболее важные аспекты темы в начале и конце, избегать длинных вводных повествований, заключительных слов, не относящихся к теме занятия; эффект Зейгарник ³ — искусственно прервать изложение наиболее важной информации и вернуться к ней перед концом занятия
Умственная работоспособность	Снижение продуктивности работы мозга — восприятия, усвоения, воспроизведения и применения новой информации. Истощение психических процессов в последние 10 мин занятия	Разбить тему на несколько занятий, каждое длительно — не более 1,5 ч с обязательным перерывом. Используя эффект края, повторить (закрепить) наиболее значимую часть темы до наступления последних 10 мин

¹ Эффект первого впечатления: первичное восприятие более значимо и стойко, чем последующее.

² Эффект края: информация, представленная в начале и конце, запоминается быстрее и качественнее, чем в середине.

³ Эффект Зейгарник: прерванное действие запоминается лучше, чем завершенное.

В разработке программ, методов обучения и инструктажей — от вводного и первичного на рабочем месте до всех последующих — необходимо учитывать происшедшие за последние 20 лет изменения в восприятии информации.

Несмотря на то что эти изменения коснулись всех возрастных категорий работников, нужно учитывать, что имеются весьма серьезные различия в восприятии информации, зависящем от возраста, уровня образования и пр.

воздействовать, насколько это возможно, на все органы чувств обучающихся, чтобы улучшить их восприятие и запоминание необходимой и достаточной информации [1, 2].

При разработке программ и методов обучения уже нельзя не учитывать, что громадное влияние на восприятие информации оказало появление интернета, гаджетов и девайсов, социальных сетей, мессенджеров и приложений. Никогда ранее различия в восприятии между поколениями не были настолько настольно, как в настоящее время. Поэтому при разработке методов обучения и формировании «классов» целесообразно дифференцирование по возрасту на группы:

¹ Андрагогика — раздел педагогики, посвященный обучению взрослого человека с учетом возрастных психофизиологических особенностей и опыта.

18–30-летние, родившиеся с гаджетами в руках, — поколение Z (англ. Zoomers), или центениалы (англ. Centennial — столетний), которые, как считается, будут доживать до столетнего возраста;

30–50-летние, характеризующиеся глубокой вовлеченностью в цифровые технологии, — поколение Y (англ. YLLO — Young, Liberty, Love — молодость, свобода, любовь), или миллениалы (англ. Millennium — тысячелетие), встретившие новое тысячелетие в юном возрасте;

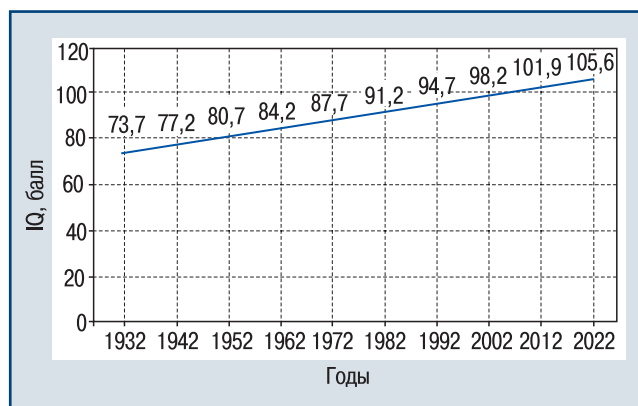
50–65-летние, знающие жизнь вне эры интернета, — поколение X, в самый разгар своей социальной жизни встретившие принципиальные перемены в технологиях, которые буквально на глазах вызвали взрыв социальных трансформаций. Поколение X может сравнить и понять преимущества и недостатки информационных технологий и темпы их изменений.

Установлено, что миллениалы способны удерживать внимание в среднем 12 с, а поколение Z — всего 8 с, и концентрация внимания у Zoomers в среднем на 25 % ниже, чем у предшественников. Чтобы поддерживать внимание центениалов, текстовый контент нужно делать визуально легким, разделенным на небольшие абзацы, разбавленным изображениями и инфографикой, а публичное выступление — кратким, емким. Все самые важные тезисы нужно излагать за 8 с, а устный рассказ сопровождать презентацией, насыщенной визуальным контентом, подкреплять видеороликами [9].

Эти правила работают для любой аудитории, но для поколений Y и Z они критичны. Люди X с детства воспринимали книжную и многообъемную информацию — их не пугают долгие лекции и толстые книги. Более молодые с детства привыкли к малым форматам и оцифрованной информации — предпочитают короткие видео.

При подготовке программ обучения и формировании методики обучения ОиБТ необходимо учитывать не только уровень освоения современных цифровых технологий у различных категорий работников. Уровень восприятия и реагирования на формы подачи информации зависит от интеллектуального потенциала человека, который, как установлено, за последние десятилетия заметно растет (эффект Флинна). Этот естественный процесс никак не связан с цифровизацией бытовой жизни и интернетом. На рис. 1 отражена динамика средних показателей IQ (англ. Intelligence Quotient — коэффициент интеллекта) по данным исследований в 31 стране за период с 1932 по 2002 г., а также прогноз до 2022 г. (по Дж. Флинну и др.) [10].

Повышение интеллектуального уровня каждого следующего поколения требует разработки более гибких образовательных программ в сфере ОиБТ [11]. Имеет смысл обратиться к опыту рекламных психологов, которые научились эффективно привлекать и удерживать внимание, оставляя нужную информацию в памяти целевого контингента. Пред-



▲ Рис. 1. Динамика средних показателей коэффициента интеллекта IQ в разных странах

▲ Fig. 1. Dynamics of average IQ indicators in different countries

лагается учитывать в методологии обучения ОиБТ три основных аспекта.

Изменение восприятия вследствие цифровизации.

1. Люди более эффективно и быстро воспринимают информацию и больший объем ее за единицу времени — «пропускная способность» интеллекта увеличилась, как видно из рис. 1.

2. Центениалам сложнее концентрироваться. Способность удерживать внимание на одном объекте у поколения Z сократилась с 12 до 8 с. Значит, в процессе обучения нужно говорить коротко, убрать из учебных материалов «воду».

3. Возрастные группы Z и Y (отчасти) оперируют абстрактными образами за счет постоянного общения в гаджетах, использования специфической формы информации в интернете. Для них все превратилось в интерфейс. Большая часть информации стала виртуальной. Физические носители уходят в прошлое. Вместо дисков, книг, кассет и пластинок появились их виртуальные «слепки», концепты интернета объектов.

4. В настоящее время многие работники «сканируют» страницу [12], выхватывая отдельные слова и предложения, считывают информацию фрагментами и по диагонали. Исследования показывают, что пользователи интернета больше не читают в привычном смысле слова.

5. Новым видом передачи и восприятия информации стали мемы (единицы информации), в том числе картинки. Люди общаются картинками, выстраивая достаточно сложные нарративы¹, так как изображения часто несут несколько вложенных контекстных смыслов, как когда-то наскальные рисунки и иероглифы. Они возродились в виде навигационных пиктограмм: эмодзи, стикеров.

В любом мессенджере можно пересылать гифки или стикеры вместо или в дополнение к сообщени-

¹ Нарратив — самостоятельно созданное повествование о некотором множестве взаимосвязанных событий, представленное читателю или слушателю в виде последовательности слов или образов.

ям, все пользуются эмодзи. Существуют как широко известные стикерпаки и мемы, оперирующие массовыми контекстами (всем известные фильмы, персонажи), так и нишевые, предназначенные для определенных групп (программисты, журналисты и пр.). Грамотно подобранная инфографика позволяет быстро и емко передать набор информации и выразить свое отношение.

Вышеперечисленное следует использовать в создании плакатов по ОиБТ. Эффективность сложных традиционных плакатов мала — нужно учитывать, что сегодня преобладает передача информации через картинки.

Большинство современников не готовы воспринимать объемные массивы информации. И учебный фильм, длящийся более 1 ч, смотрят, только если он действительно интересен. В противном случае выбирают подкаст продолжительностью 5–10 мин.

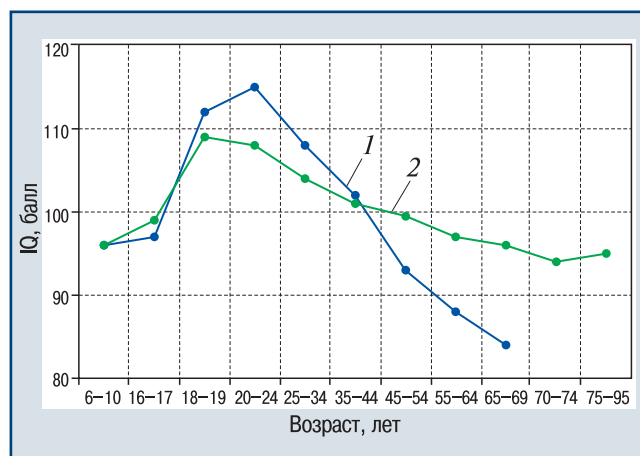
Изменение формата восприятия и геймификация. Восприятие больших объемов информации может быть усилено за счет игровизации, геймификации (англ. gamification). Авторы исследования [13] в Центре образовательных разработок Московской школы управления «Сколково» определяют геймификацию как весьма значимую характеристику современной образовательной платформы. Исследователи призывают серьезно задуматься о включении ведущих механик, действующих в играх, в образовательную практику.

Геймификация особенно популярна среди миллениалов, которые очень восприимчивы к технологиям. Как игровая практика геймификация коренным образом отличается от известных ранее образовательных игровых форм. Суть этого отличия в том, что реальность остается реальностью, не превращаясь в игру, а игровые установки вводятся в систему операций субъекта с этой реальностью. На это особое внимание обращает К. Вербах, также подчеркивая, что геймификация не игра, не теория игр, не симуляция, не использование игр в бизнесе, не зарабатывание баллов [14]. Геймифицированный образовательный курс нельзя считать компьютерной игрой (хотя иногда он очень похож на нее за счет игровой оболочки), если существует поддерживающее курс программное обеспечение [15]. Процесс геймификации обучения в сфере ОиБТ не дешев, поэтому доступен в основном крупным предприятиям и корпорациям. Для обучения общим принципам ОиБТ материал может быть заказан государственными ведомствами.

Учет возрастной дифференциации. При подготовке к обучению работников старшей возрастной группы нужно учитывать не только опыт и вовлеченность в современные методы передачи и восприятия информации, но и возрастные изменения когнитивных способностей. В настоящее время в производственном процессе относительно много людей старшего возраста, а в связи с переходом на «новый»

пенсионный возраст их доля в штатной структуре будет расти [16, 17].

Чтобы люди старшего возраста хорошо усвоили материал, необходимы обучение действием и интерактивное обучение, т.е. участие самого ученика, его вовлеченность в процесс обучения [18]. Как видно на рис. 2 (здесь 1 — результаты исследования «Интеллектуальный потенциал России»; 2 — данные Д. Векслера), интеллектуальное развитие (продуктивность интеллектуальных функций, их скоростные показатели, в том числе восприятия и усвоения информации) достигает максимума к 19–20 годам (Z), к 20–34 — фазы стабилизации, а с 30–34 лет начинается спад продуктивности показателей интеллектуальных функций [10]. В России, в отличие от мировых тенденций, снижение показателей идет более плавно, даже наблюдается небольшой подъем после 70 лет. Особенности возрастного восприятия и интеллектуальных показателей у слушателей разных возрастов следует принимать во внимание при разработке программ для всех видов обучения в сфере ОиБТ и проработке методов их освоения.



▲ Рис. 2. Возрастная динамика показателей интеллектуального развития

▲ Fig. 2. Age dynamics of intellectual development indicators

Учет возрастных изменений скорости восприятия, особенностей восприятия разных форм подачи информации усложнит жизнь специалистов ОиБТ, но даст ощутимый эффект в освоении знаний и навыков и снижении рисков несчастных случаев и аварийных ситуаций.

Цена временных затрат на изучение и освоение специалистами ОиБТ новых методов, на разработку дифференцированного подхода к обучению разных возрастных групп — спасенные жизни и здоровье персонала.

Закключение

Анализ показал, что система обучения в области охраны и безопасности труда должна учитывать интеллектуальный рост работников, не отставать от технического и технологического развития отраслей

экономики, использовать бытовой опыт общения с современными информационными системами (интернет, гаджеты, девайсы) и соответствовать общему тренду на цифровизацию.

Программы обучения в сфере охраны и безопасности труда необходимо адаптировать к современным требованиям андрагогики и цифровой экономики, уделив серьезное внимание основам методологии дифференцированного обучения взрослого контингента как минимум для трех поколений (X, Y, Z): 51–65, 31–50 и 18–30 лет.

Применение современных цифровых средств коммуникации позволит специалисту по охране труда работать с профессиональными группами и персонально с каждым работником удаленно (в сервисах WhatsApp, Zoom, Skype и пр.). Такой подход дает возможность информировать персонал в онлайн-режиме об административных и нормативных изменениях в сфере охраны и безопасности труда, регулярно напоминать о наиболее важных аспектах безопасности или предупреждать об опасности и т.п. Онлайн-коммуникации держат персонал в рациональном напряжении и напоминают, что охрана и безопасность труда находятся в зоне внимания администрации предприятия постоянно.

Список литературы

1. Волкова Е.Ю. Обучение по охране труда: проблемы и перспективы// Интеллект. Инновации. Инвестиции. — 2012. — № S1. — С. 128–132.
2. Федин В.В. Основные проблемы качества обучения и профессиональной подготовки в области охраны труда. URL: http://www.hsac.ru/articles/osnovnye_problemy_kachestva_obucheniya_i_professionalnoy_podgotovki_v_oblasti_ohrany_truda/ (дата обращения: 27.04.2020).
3. Кошечкин Ю.В., Барабанова С.Н. Основа обучения в области техносферной безопасности лежит в ее качестве// Вестник сельского развития и социальной политики. — 2017. — № 2 (14). — С. 31–34.
4. Файнбург Г.З., Федорев А.Г. Актуальные вопросы охраны труда на современном этапе. Безопасность и охрана труда. — 2018. — № 3 (76). — С. 1–22.
5. Machles D. Evaluating the Effectiveness of Safety Training. URL: <https://ohsonline.com/Articles/2003/06/Evaluating-the-Effectiveness-of-Safety-Training.aspx> (дата обращения: 27.04.2020).
6. *Effective Safety and Health Training*/ B. Hilyer, A. Veasey, K. Oldfield, L. Craft-McCormick. — Boca Raton: CRC Press, 2000. — 344 p.
7. Paul S.V. Safety Management Systems and Documentation Training Programme: Handbook. — New Delhi: CBS Publishers & Distributors CBS, 2019. — 416 p.
8. Орнина Л.В. Специфика современной российской андрагогики в меняющихся социокультурных условиях. URL: <https://articulus-info.ru/wp-content/uploads/2017/10/Orinina-ENG.pdf> (дата обращения: 27.04.2020).
9. Богачева Н.В., Сивак Е.В. Мифы о «поколении Z». — М.: НИУ ВШЭ, 2019. — 56 с.
10. Карпенко М.П. Телеобучение. — М.: СГА, 2008. — 800 с.
11. Широков Ю.А. О направлениях решения проблем подготовки кадров по охране труда для сельского хозяйства// Аграрная Россия. — 2018. — № 9. — С. 45–48. DOI: 10.30906/1999-5636-2018-9-45-48
12. Moran K. How People Read Online: New and Old Findings. URL: <https://www.nngroup.com/articles/how-people-read-online/> (дата обращения: 27.04.2020).
13. Конанчук Д.С., Волков А.Е. Эпоха «гринфилда» в образовании: Исследование SEDeC. URL: https://www.skolkovo.ru/public/media/documents/research/education_10_10_13.pdf (дата обращения: 27.04.2020).
14. Вербак К., Хантер Д. Вовлекай и властвуй: Игровое мышление на службе бизнеса. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2015. — 224 с.
15. Орлова О.В., Титова В.Н. Геймификация как способ организации обучения. URL: https://vestnik.tspu.edu.ru/files/vestnik/PDF/articles/orlova_o._v._60_64_9_162_2015.pdf (дата обращения: 27.04.2020).
16. Широков Ю.А. Оценка рисков в сфере безопасности труда в связи с повышением пенсионного возраста// Безопасность труда в промышленности. — 2020. — № 6. — С. 29–34. DOI: 10.24000/0409-2961-2020-6-29-34
17. *The Gameful World: Approaches, Issues, Applications*/ Ed. by S.P. Walz, S. Deterding. — Cambridge, Massachusetts, London: MIT Press, 2015. — 688 p.
18. Инновационные методы обучения персонала в организации/ С.Н. Казначеева, Е.А. Челнокова, А.С. Челноков и др. URL: <https://esj.today/PDF/43ECVN120.pdf> (дата обращения: 27.04.2020).

shirokov001@mail.ru

Материал поступил в редакцию 5 мая 2020 г.
Доработанная версия — 22 мая 2020 г.

«Bezopasnost Truda v Promyshlennosti»/ «Occupational Safety in Industry», 2020, № 11, pp. 89–94.
DOI: 10.24000/0409-2961-2020-11-89-94

On Improving the Effectiveness of Training in the Field of Occupational Safety and Health

Yu.A. Shirokov, Dr. Sci. (Eng.), Prof., shirokov001@mail.ru
Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

Abstract

Modern economic conditions, intensive modernization and digitalization of production, and the level of technologies require a change in the approach to training in the field of occupational safety and health. It is necessary to improve the methodology and organization of the educational process, training programs, material and technical base and logistics.

Due to the appearance of Generation Z, the generation «born with gadgets in their hands», there was a huge gap between generations X, Y and Z (51–65, 31–50 and 18–30 years). The development of programs and training methods should consider generational psychophysiological features: the format, volume and speed of perception of information flows differ among employees of different generations.

The main aspects of the methodology that are recommended to be used in the development of training programs and methods are considered and justified. The first aspect is the change in perception due to digitalization of the society and economy, as well as the use of modern means of communication. The «bandwidth» of intelligence was increased: faster and more data is perceived per unit of time, but the ability to concentrate was decreased. In Generation Z, in comparison with X and Y, the ability to hold attention on one object decreased from an average of 12 to 8 seconds. Constant communication in gadgets and the specific format of information on the Internet formed the new psychophysiological features: to operate with abstractions, pictures; «scan» the text, and not read in the usual sense of the word, etc.

The second aspect is the gamification. People no longer want large amounts of information, and often cannot perceive. The efficiency of transmitting large amounts of data can be increased by gamification, which increases interest in the learning process.

The third aspect is the consideration of age. It is necessary to differentiate employees of different ages into groups with different training methods that consider age-related changes in cognitive abilities, as well as experience and involvement in digitalization.

Key words: occupational safety, injury rate, training, digitalization, methodology, generations X, Y and Z.

References

1. Volkova E.Yu. Occupational safety training: challenges and prospects. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii = Intellect. Innovation. Investments*. 2012. № S1. pp. 128–132. (In Russ.).
2. Fedin V.V. Main problems of quality of education and professional training in the field of labor protection. Available at: http://www.hsac.ru/articles/osnovnye_problemy_kachestva_obucheniya_i_professionalnoy_podgotovki_v_oblasti_ohrany_truda/ (accessed: April 27, 2020). (In Russ.).
3. Koshechkin Yu.V., Barabanova S.N. The basis of training in the field of technosphere safety lies in its quality. *Vestnik selskogo razvitiya i sotsialnoy politiki = Bulletin of rural development and social policy*. 2017. № 2 (14). pp. 31–34. (In Russ.).
4. Faynburg G.Z., Fedorets A.G. Current Issues of Labor Protection at the Present Stage. *Bezopasnost i okhrana truda = Occupational health and safety*. 2018. № 3 (76). pp. 1–22. (In Russ.).
5. Machles D. Evaluating the Effectiveness of Safety Training. Available at: <https://ohsonline.com/Articles/2003/06/Evaluating-the-Effectiveness-of-Safety-Training.aspx> (accessed: April 27, 2020).
6. Hilyer B., Veasey A., Oldfield K., Craft-McCormick L. *Effective Safety and Health Training*. Boca Raton: CRC Press, 2000. 344 p.
7. Paul S.V. *Safety Management Systems and Documentation Training Programme: Handbook*. New Delhi: CBS Publishers & Distributors CBS, 2019. 416 p.
8. Orinina L.V. The specific character of the current Russian andragogy under the changing social and cultural conditions. Available at: <https://articulus-info.ru/wp-content/uploads/2017/10/Orinina-ENG.pdf> (accessed: April 27, 2020). (In Russ.).
9. Bogacheva N.V., Sivak E.V. *Myths of Generation Z*. Moscow: NIU VShE, 2019. 56 p. (In Russ.).
10. Karpenko M.P. *Distance education*. Moscow: SGA, 2008. 800 p. (In Russ.).
11. Shirokov Yu.A. On the directions of solving the problems of training personnel in labor protection for agriculture. *Agrarnaya Rossiya = Agrarian Russia*. 2018. № 9. pp. 45–48. (In Russ.). DOI: 10.30906/1999-5636-2018-9-45-48
12. Moran K. How People Read Online: New and Old Findings. Available at: <https://www.nngroup.com/articles/how-people-read-online/> (accessed: April 27, 2020).
13. Konanchuk D.S., Volkov A.E. «Greenfield» era in education: SEDeC research. Available at: https://www.skolkovo.ru/public/media/documents/research/education_10_10_13.pdf (accessed: April 27, 2020). (In Russ.).
14. Verbakh K., Khanter D. Engage and dominate: Game thinking in the service of a business. Moscow: Mann, Ivanov i Ferber, 2015. 224 p. (In Russ.).
15. Orlova O.V., Titova V.N. Gamification as a way of learning organization. Available at: https://vestnik.tspu.edu.ru/files/vestnik/PDF/articles/orlova_o._v._60_64_9_162_2015.pdf (accessed: April 27, 2020). (In Russ.).
16. Shirokov Yu.A. Risk assessment in the field of occupational safety in connection with a retirement-age increase. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2020. № 6. pp. 29–34. (In Russ.). DOI: 10.24000/0409-2961-2020-6-29-34
17. Walz S.P., Deterding S. *The Gameful World: Approaches, Issues, Applications*. Cambridge, Massachusetts, London: MIT Press, 2015. 688 p.
18. Kaznacheeva S.N., Chelnokova E.A., Chelnokov A.S., Novozhilova E.V., Kaznacheev D.A. Innovative methods of staff training in the organization. Available at: <https://esj.today/PDF/43ECVN120.pdf> (accessed: April 27, 2020). (In Russ.).

Received May 5, 2020

In final form — May 22, 2020

ПАМЯТКА АВТОРУ

С авторов научно-технических статей, включая аспирантов, за публикацию их рукописей плата не взимается. Вознаграждение авторам не выплачивается. Электронная версия журнала с опубликованной статьей высылается каждому автору на его электронную почту.

ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

от 1 октября 2020 г. № 1580

О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 3 апреля 2020 г. № 440*Правительство Российской Федерации **постановляет**:

1. Утвердить прилагаемые изменения, которые вносятся в постановление Правительства Российской Федерации от 3 апреля 2020 г. № 440 «О продлении действия разрешений и иных особенностях в отношении разрешительной деятельности в 2020 году» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2020, № 15, ст. 2294; № 17, ст. 2797; № 25, ст. 3896; № 27, ст. 4227).

2. Настоящее постановление вступает в силу со дня его официального опубликования.

Председатель Правительства Российской Федерации М. Мишустин**Изменения, которые вносятся в постановление Правительства Российской Федерации от 3 апреля 2020 г. № 440**

1. Приложение № 2 к указанному постановлению дополнить пунктом 27 следующего содержания:

«27. Выдача документа, подтверждающего соответствие юридического лица, осуществляющего обеспечение авиационной безопасности, требованиям федеральных авиационных правил.».

2. В приложении № 5 к указанному постановлению:

а) пункт 1 изложить в следующей редакции:

«1. Осуществление деятельности по эксплуатации взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектов I, II и III классов опасности и деятельности, связанной с обращением взрывчатых материалов промышленного назначения, до 1 января 2022 г. допускается без переоформления соответствующих лицензий в связи с изменением адреса места осуществления лицензируемого вида деятельности, указанного в лицензии. Лицензия на указанные виды деятельности подлежит переоформлению в связи с изменением адреса места осуществления лицензируемого вида деятельности, указанного в лицензии, в случае обращения лицензиата с соответствующим заявлением.»;

б) пункт 5 изложить в следующей редакции:

«5. Имеющаяся аттестация в области промышленной безопасности продлевается и считается действующей до 1 июля 2021 г.

Очередная аттестация в области промышленной безопасности может быть проведена:

в территориальных аттестационных комиссиях — в случае обращения юридического лица или индивидуального предпринимателя с соответствующим заявлением;

в аттестационных комиссиях организаций — в случаях, предусмотренных локальными нормативными актами таких организаций.

Рекомендуемый график представления в территориальный орган Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору заявлений о проведении очередной аттестации утверждается его руководителем и размещается на его официальном сайте в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

3. Пункт 3 приложения № 6 к указанному постановлению изложить в следующей редакции:

«3. Имеющаяся аттестация по вопросам безопасности гидротехнических сооружений продлевается и считается действующей до 1 июля 2021 г.

Очередная аттестация по вопросам безопасности гидротехнических сооружений может быть проведена:

в территориальных аттестационных комиссиях — в случае обращения юридического лица или индивидуального предпринимателя с соответствующим заявлением;

в аттестационных комиссиях организаций — в случаях, предусмотренных локальными нормативными актами таких организаций.

Рекомендуемый график представления в территориальный орган Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору заявлений о проведении очередной аттестации утверждается его руководителем и

* URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74610956/> (дата обращения: 09.10.2020). (Примеч. ред.)

размещается на его официальном сайте в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

4. В приложении № 8 к указанному постановлению:

а) пункт 3 изложить в следующей редакции:

«3. Имеющаяся аттестация по вопросам безопасности в сфере электроэнергетики продлевается и считается действующей до 1 июля 2021 г.

Очередная аттестация по вопросам безопасности в сфере электроэнергетики может быть проведена:

в территориальных аттестационных комиссиях — в случае обращения юридических лиц или индивидуальных предпринимателей с соответствующим заявлением;

в аттестационных комиссиях организаций — в случаях, предусмотренных локальными нормативными актами таких организаций.

Рекомендуемый график представления в территориальный орган Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору заявлений о проведении очередной аттестации утверждается его руководителем и размещается на его официальном сайте в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»;

б) пункт 4 изложить в следующей редакции:

«4. Проведение проверки знания требований охраны труда и других требований безопасности, предъявляемых к организации и выполнению ра-

бот в электроустановках, проверки знания требований по безопасному ведению работ на объектах теплоснабжения до 1 июля 2021 г. не требуется.

Проверка знания требований охраны труда и других требований безопасности, предъявляемых к организации и выполнению работ в электроустановках, проверка знания требований по безопасному ведению работ на объектах теплоснабжения могут быть проведены:

в комиссиях, формируемых Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору и ее территориальными органами, — в случае обращения юридического лица или индивидуального предпринимателя с соответствующим заявлением;

в комиссиях организаций — в случаях, предусмотренных локальными нормативными актами таких организаций.».

5. Пункт 2 приложения № 12 к указанному постановлению дополнить подпунктом «е» следующего содержания:

«е) принимать по согласованию с федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере здравоохранения, порядок проведения предполетного медицинского осмотра при выполнении особо важных полетов воздушных судов, предусматривающий принятие решения о допуске к полету членов летного и кабинного экипажа командиром воздушного судна.».

ПОДПИСКА на I полугодие и на 2021 г.

Учредители



Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор)



Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности» (ЗАО НТЦ ПБ)

Журнал «Безопасность труда в промышленности»

Ежемесячный научно-производственный журнал.

Издается с 1932 г. Публикуются материалы по экологической, энергетической, промышленной безопасности и безопасности в строительстве; методические и правовые документы; приказы и распоряжения в сфере деятельности Ростехнадзора; интервью, репортажи и консультации по актуальным научным и производственным проблемам.

Журнал входит в перечень ведущих рецензируемых журналов ВАК Минобрнауки России, рекомендуемых для публикации научных результатов кандидатских и докторских диссертаций.

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) и в международные базы данных: Scopus, Chemical Abstracts Service (CAS), EBSCO Publishing. Всем опубликованным научным статьям присваивается индекс DOI.



Реклама

В ЗАО НТЦ ПБ (самовывоз). Цена, руб.	На 1 мес	На 2 мес	На 4 мес	На 6 мес	На год
	1804	3608	7216	10 824	19 404
Доставка почтой Цена, руб.	На 1 мес	На 2 мес	На 4 мес	На 6 мес	На год
	2343	4686	9372	14 058	25 344

Информационный бюллетень Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору

Дается информация о состоянии и причинах аварийности и травматизма на опасных производственных объектах в различных отраслях промышленности и о текущей деятельности надзорного органа в области промышленной, экологической, энергетической безопасности и безопасности в строительстве.

В ЗАО НТЦ ПБ (самовывоз). Цена, руб.	На 1 мес	На 2 мес	На 4 мес	На 6 мес	На год
	—	792	1584	2376	4290
Доставка почтой Цена, руб.	На 1 мес	На 2 мес	На 4 мес	На 6 мес	На год
	—	1034	2068	3102	5610

Вниманию рекламодателей!

Отдел рекламы



+7 (495) 620-47-54.
E-mail: ignatova@safety.ru

ЭЛЕКТРОННАЯ ПОДПИСКА

Оформление электронной подписки на журнал «Безопасность труда в промышленности» на 2021 год — **14 400 руб.**

Информационный бюллетень Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору на 2021 год — **7215 руб.**

Приобрести издания и получить консультацию можно в отделе распространения, отправив заявку по электронной почте



E-mail: ornd@safety.ru.

Тел/факс +7 (495) 620-47-53

105082, Москва, Переведеновский пер., д. 13, стр. 14, а/я 38

Сертифицированный программный комплекс



Актуальнее. Быстрее. Удобнее.

Является средством информационного обеспечения лицензионных требований к организациям, занимающимся экспертизой обоснований безопасности ОПО, деклараций промышленной безопасности и проектной документации. Предназначено для программного обеспечения расчетов прогноза и показателей риска аварий на ОПО.



Сертификаты соответствия в системе
ГОСТ Р: № RA.RU.AB86.H00946, RA.RU.AB86.H00947,
RA.RU.AB86.H00948 от 25.08.2016

Реклама

Позволяет рассчитать:

- последствия аварий с выбросом опасных веществ из емкостного оборудования и трубопроводов;
- показатели риска аварии на территории опасного производственного объекта (ОПО);
- показатели пожарного риска на территории ОПО и в зданиях, сооружениях и строениях.

Формирует к печати:

- результаты вычислений в форматах MS Word, MS Excel;
- зоны поражения, поля потенциального риска, поля частот превышения избыточного давления и импульса на плане ОПО;
- F-N диаграммы социального риска, F-P и F-I диаграммы риска разрушения зданий.

Используется при разработке:

- деклараций пожарной и промышленной безопасности;
- СТУ на объекты строительства и реконструкции;
- обоснований безопасности ОПО;
- обоснований взрывоустойчивости зданий.

Сертифицирован на соответствие:

- федеральным нормам и правилам и 11 руководствам по безопасности, утвержденным Ростехнадзором в 2015 году;
- 2-м методикам МЧС России;
- 6-ти ГОСТ Р и отраслевым стандартам*.

* с полным списком вы можете ознакомиться на официальном сайте www.toxi.ru

Теперь соответствует Руководству по безопасности «Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах магистрального транспорта газа» (утв. приказом Ростехнадзора от 26.12.2018 № 647)