

ВЕСТНИК

МЕЖДУНАРОДНОЙ АКАДЕМИИ НАУК ЭКОЛОГИИ И
БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Том 26

№ 1

2021



Санкт-Петербург

**ВЕСТНИК
МЕЖДУНАРОДНОЙ АКАДЕМИИ НАУК ЭКОЛОГИИ И
БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
(МАНЭБ)**

Теоретический и научно-практический журнал

Том 26, № 1**2021 г.****Журнал основан в 1995 году****Учредитель журнала:** Международная академия наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ).**Главный редактор:** доктор технических наук, профессор **Родин Геннадий Александрович****Заместитель главного редактора:** кандидат технических наук, доцент **Малаян Карпуш Рубенович****Заведующий редакцией:** кандидат технических наук, доцент **Занько Наталья Георгиевна****Редакционный совет:****Русак Олег Николаевич** – председатель Редакционного совета, доктор технических наук, профессор, Президент МАНЭБ**Агошков Александр Иванович** – доктор технических наук, профессор**Алборов Иван Давыдович** – доктор технических наук, профессор**Бородий Сергей Алексеевич** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор**Иванов Андрей Олегович** – доктор медицинских наук, профессор**Ковязин Василий Федорович** – доктор биологических наук, профессор**Минько Виктор Михайлович** – доктор технических наук, профессор**Мустафаев Ислам Исрафил оглы** – доктор химических наук, профессор, член-корреспондент НАН Азербайджана**Пенджиев Ахмет Мырадович** – кандидат технических наук, доктор сельскохозяйственных наук, доцент (Туркмения)**Петров Сергей Афанасьевич** – доктор технических наук, профессор**Петров Сергей Викторович** – кандидат юридических наук, профессор**Чердабаев Магауия Тажигараевич** – доктор экономических наук, профессор (Казахстан)**Редакционная коллегия:****Баранова Надежда Сергеевна** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент**Бардышев Олег Андреевич** – доктор технических наук, профессор**Воробьев Дмитрий Вениаминович** – доктор медицинских наук, профессор**Габиев Фахраддин Гасан оглы** – кандидат технических наук, старший научный сотрудник (Азербайджан)**Ибадулаев Владислав Асанович** – доктор технических наук, профессор**Грошилин Сергей Михайлович** – доктор медицинских наук, профессор**Ефремов Сергей Владимирович** – кандидат технических наук, доцент**Линченко Сергей Николаевич** – доктор медицинских наук, профессор**Позднякова Вера Филипповна** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор**Фаустов Сергей Андреевич** – кандидат медицинских наук, доцент**Чжан И** – кандидат технических наук, профессор (КНР),**Родин Владислав Геннадьевич** – секретарь редакционной коллегии, член-корреспондент МАНЭБ, vestnik_maneb@mail.ruЖурнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) и размещается на сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY (www.elibrary.ru).Информация о журнале размещена на сайте www.vestnik-maneb.ru.

За использование сведений, не подлежащих публикации в открытой печати, ответственность несут авторы.

Адрес редакции: 194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5, тел/факс: (812)6709376,
электронная почта: vestnik_maneb@mail.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	4
Агаев Т.Н., Меликова С.З., Иманова Г.Т., Махмудов О.М. Радиационно-термические гетерогенные процессы и водородная безопасность ядерных реакторов	4
Тезиев Т.М., Савхалова С.Ч., Тедеев Т.Р., Управление охраной труда на горнорудных предприятиях.....	10
Габибов Ф.Г., Шокбаров Е.М., Шокарев В.С., Габибова Л.Ф. Разработка конструкций круглых фундаментов мелкого заложения, опирающихся на подушки, заключенные в оболочки из утилизированных автопокрышек	15
Бардышев О.А., Яковлев В.В., Филин А.Н. Обеспечение эксплуатации техники в условиях Севера.....	19
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	27
Саламанова М.Ш., Исмаилова З.Х. О перспективах использования отходов цементной промышленности в строительстве	27
Зельберг А.Б., Глушкевич И.М. Техничко-экологическая и правовая оценка выбросов в атмосферу при в производстве алюминия.....	33
Крбежян В. Г. Землетрясения в «истории Армении» Киракоса Гандзакеси.....	36
Алиев С., Сулейманова И. Биоразнообразие, видовой состав и экологические характеристики отдельных рек Нахчиванской автономной республики (Азербайджан) ...	42
МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	49
Зайцева В.В., Михайленко В.С., Кича М.А. Принципы хемилюминесцентного анализа ...	49
Бабков В.С., Костеренко В.Н., ; Путин С.Б. Анализ газового баланса работы шахтного самоспасателя с химически-связанным кислородом.....	55
ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ.....	68
Рапаков Г.Г., Горбунов В.А., Банщиков Г.Т., Методы анализа данных в задачах региональной медицинской профилактики.....	68
Садыг-заде У.А., Гаджизаде А.А. Информационно-измерительная система для обеспечения безопасной жизнедеятельности человека	71
В ПОРЯДКЕ ОБСУЖДЕНИЯ	78
Шамис Е.Е, Иванов В.Д., Присяжнюк М.И., Бурьянов А.Ф., Зубко В.Е. Инновационные материалы и технологии, активируемые научно-инженерными физическими методами ..	78
НЕКРОЛОГИ.....	94
РОДИН ГЕННАДИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ	94
САРА АБРАМОВНА БЕКУЗАРОВА	96

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 669.296

РАДИАЦИОННО-ТЕРМИЧЕСКИЕ ГЕТЕРОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ВОДОРОДНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

Агаев Т.Н., доктор химических наук, профессор, E-mail: agayevteymur@rambler.ru; **Меликова С.З.**, PhD, доцент, **Иманова Г.Т.**, PhD; **Махмудов О.М.**, кандидат химических наук, доцент. Институт радиационных проблем НАН Азербайджана

Аннотация. Проведено обобщение экспериментальных результатов по исследованию накопления молекулярного водорода при радиационных и радиационно-термических гетерогенных процессах в контакте металлического циркония и нержавеющей стали с водой. При этом показано, что полученные результаты служат основой для пересмотра сценария нормальных и аварийных режимов работы водоохлаждаемых ядерных реакторов. **Ключевые слова:** водород, цирконий, нержавеющая сталь, ядерный реактор, аварийный режим работы, радиационные и радиационно-термические процессы.

RADIATION-THERMAL HETEROGENEOUS PROCESSES AND HYDROGEN SAFETYNUCLEAR REACTORS

Agayev T.N., Melikova S.Z., Imanova G.T., Mahmudov O.M.

Annotation. In the represented work the experimental results on the study of the accumulation of molecular hydrogen in radiation and radiation-thermal heterogeneous processes in connection of metallic zirconium and stainless steel with water were summarized. Besides this, it was shown that the results obtained serve as a base for checking the scenarios of normal and emergency conditions of nuclear reactors refrigerated by water.

Key words: Hydrogen, zirconium, stainless steel, nuclear reactor, emergency operation, radiation and radiation-thermal processes.

В настоящее время в атомной энергетике преобладают водоохлаждаемые ядерные реакторы. Для безопасности работы реакторов немаловажное значение приобретает выявление закономерностей накопления взрывоопасных продуктов, образующихся при воздействии излучения и температуры на теплоносители и содержащиеся в них примеси, в контакте с материалами ядерных реакторов в нормальных и аварийных режимах работы. Анализ литературы [1-4] показывает, что ранее были исследованы термические процессы взаимодействия паров воды с некоторыми материалами реакторов. Основными источниками образования молекулярного водорода в нормальном и аварийном режимах являются процессы радиолиза жидкой и парообразной воды в парометаллической реакции [3-5]. Изучение закономерностей радиационно-гетерогенных процессов в контакте различных веществ с оксидами и Ме-оксидными соединениями при действии ионизирующего излучения представляет большой интерес при решении физико-химических аспектов проблем радиационного материаловедения и безопасности работы ядерных реакторов. Информация о вкладе радиационно-гетерогенных процессов в контакте воды с реакторными материалами в генерацию молекулярного водорода отсутствует.

Методика исследования. В наших экспериментальных работах создавалась модель реакторных условий контакта конструкционных материалов с теплоносителем.

Исследования проводились в статических условиях в специальных кварцевых ампулах объемом $1,0 \dots 1,1 \text{ см}^3$. В качестве объекта исследования брали нержавеющую сталь марки Х16Н6МГЮ и реакторный цирконий чистотой 99,9% в виде тонкой ленты. Для исключения органических загрязнений поверхности в процессе образования молекулярного водорода образцы предварительно очищали органическими растворителями – этиловым спиртом, ацетоном, а затем промывали дистиллированной водой. Потом образцы высушивали при температуре $300 \dots 320 \text{ К}$ в среде инертного газа – Ar. Высушенные образцы подвергали термовакуумной обработке сначала при $T=373 \text{ К}$, затем при $T=673 \text{ К}$, $P \approx 10^{-3} \text{ мм рт.ст.}$ Наполнение ампул водой и запаивание производились на вакуумно-адсорбционной установке. Исследование радиационных и радиационно-термических процессов проводилось на изотопном источнике γ -квантов ^{60}Co с поддержкой температуры с точностью до $\pm 1^\circ\text{C}$. Дозиметрия источника осуществлялась химическими дозиметрами – ферросульфатным, циклогексановым и метановым [6]. Газовые продукты процессов переводили в специальные градуированные объемы и анализировали методом газовой хроматографии на хроматографе «Газохром 3101». При радиолитическом процессе при $T=300 \text{ К}$ в составе газовых продуктов кроме H_2 наблюдали также O_2 , а при терморadiационном процессе – только H_2 .

Результаты и их обсуждение. На основе полученных результатов радиационно-гетерогенные процессы, протекающие при воздействии ионизирующего излучения и температуры, можно разделить на следующие группы:

1. Радиационно-гетерогенные процессы, при которых скорость радиационных процессов преобладает над скоростью термических процессов. В этом случае вкладом термических процессов с участием активных промежуточных продуктов можно пренебречь.
2. Радиационно-термические гетерогенные процессы, при которых в первичных процессах разложения преобладают радиационные, а в процесс образования конечных продуктов большой вклад вносят термически стимулированные вторичные процессы.
3. Термические гетерогенные процессы, где скорость термических процессов разложения воды в контакте с конструкционными материалами преобладает над скоростью радиационно-гетерогенных процессов.

1. Радиационно-гетерогенные процессы

Радиационно-химический выход молекулярного водорода при радиоллизе чистой воды в условиях экспериментов составляет 0,44 молекул/100 эВ. При наличии образцов из пластинок металлического циркония выход молекулярного водорода возрастает $G(\text{H}_2) = 0,55$ молекул/100 эВ, а в случае нержавеющей стали + H_2O – $G(\text{H}_2) = 3,4$ молекул/100 эВ.

Наблюдаемые выходы молекулярного водорода превышают выход H_2 при γ -радиоллизе чистой воды, что свидетельствует о вкладе радиационно-гетерогенных процессов в процесс радиолитического разложения воды. Наблюдаемый прирост выхода можно объяснить, с одной стороны, вкладом δ -электронов, эмитированных из металла под действием γ -квантов, а с другой стороны, акцептированием ОН-групп поверхностью металлической фазы.

2. Радиационно-термические процессы

Скорость радиационной составляющей ($W_p(\text{H}_2)$) радиационно-термического процесса накопления молекулярного водорода определена по разнице скоростей радиационно-термических и термических процессов:

$$W_P(H_2) = W_P^T(H_2) - W_T(H_2)$$

где $W_{PT}(H_2)$ – скорость радиационно-термических процессов; $W_P(H_2)$ – скорость радиационной составляющей радиационно-термических процессов при температуре эксперимента; $W_T(H_2)$ – скорость термических процессов. Скорости этих процессов определены на основе кинетических кривых накопления H_2 , полученных экспериментально в идентичных условиях.

Система нержавеющая сталь + H_2O . На рис.1 показана зависимость скорости радиационно-термических процессов накопления молекулярного водорода от температуры в координатах

$$\lg W = f\left(\frac{1}{T}\right)$$

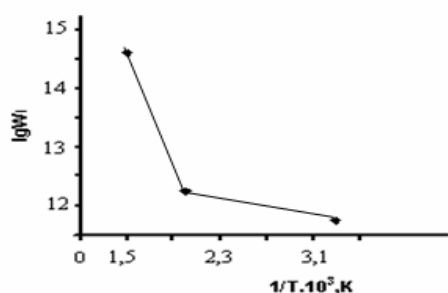
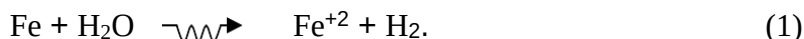


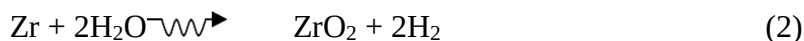
Рис. 1. Зависимость скорости накопления молекулярного водорода при радиационно-термическом процессе в системе нержавеющая сталь+ H_2O от температуры

В температурных зависимостях скоростей радиационно-термических процессов наблюдаются две области: I – 300...473 К и II – 473...673 К. Значения энергий активации радиационно-термических процессов в пределах точности определения одинаковы и равны 3,86 и 72,1 кДж/моль соответственно в I и II областях. Как видно из рисунка, вклад радиации в радиационно-термические процессы накопления H_2 проявляется в интервале $T=300...673$ К, и при дальнейшем увеличении температуры этот вклад находится в пределах точности определения. Схематически суммарный процесс накопления молекулярного водорода при радиационно-термических процессах в контакте нержавеющей стали с водой можно представить следующим образом:



Максимальное количество молекулярного водорода, образовавшегося в исследуемом интервале температур 300...673 К, равно $N_{H_2}^\infty \approx (1.5 \dots 2.0) \cdot 10^{20}$ молекул/г, что соответствует степени превращения воды 70...75%.

Система $Zr + H_2$. Исследована кинетика накопления молекулярного водорода. Весовым методом определено образование оксидной фазы на поверхности Zr в результате радиационно-термических процессов в контакте с водой. На основе полученных результатов можно сделать заключение, что оксидная пленка и молекулярный водород H_2 образуются стехиометрически по уравнению:



Установлено, что вклад термических процессов в накоплении молекулярного водорода в контакте очищенной поверхности металлического циркония с водой становится ощутимым при $T=473$ К, а при $T \geq 1073$ К радиационная составляющая радиационно-термического процесса по сравнению с термическим становится незаметной $W_T(H_2) \ll W_P(H_2)$. В случае нержавеющей стали эффект радиации становится незаметным при $T \geq 873$ К.

В кинетических кривых накопления молекулярного водорода при радиационно-термических процессах (рис. 2) условно можно выделить две области [5].

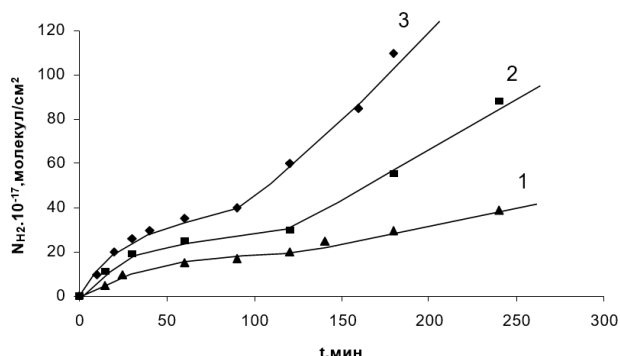


Рис. 2. Кинетические кривые накопления молекулярного водорода при гетерогенных процессах в контакте Zr с водой [5]:

- 1 – термический процесс при $T=473$ К;
 2 – радиационно-термический - при $T=473$ К;
 3 – радиационно-термический - при $T=673$ К

I. Область, соответствующая накоплению H_2 в результате гетерогенных процессов с образованием защитной оксидной фазы на поверхности нержавеющей стали.

II. Область образования H_2 в результате разрушительного окисления материалов.

Установлено что, при радиационно-термических процессах разложения воды на поверхности циркония после определенного времени водород вступает с ним во взаимодействие, образуя гидрид ZrH_x .

Схематически радиационно-термический процесс разложения воды в контакте с металлическими поверхностями можно представить следующим образом:



где S^* – активное состояние на поверхности металлов (ионы, координационно-ненасыщенные атомы, локализованные заряды и т.д.);



С учетом вышеуказанных процессов выражение для скорости накопления H_2 можно представить, таким образом, по уравнению Лэнгмюра:

$$W_i^S(H_2) = \frac{kb\rho_{H_2O}}{1 + b\rho_{H_2O}}$$

где $W_i^S(H_2)$ – скорость образования H_2 , молекул $см^{-2} \cdot с^{-1}$; b – константа адсорбционного равновесия на поверхности; ρ_{H_2O} – плотность паров воды, $мг/см^3$. При этом доказано, что экспериментально наблюдаемые зависимости $W(H_2) = f(\rho_{H_2O})$ описываются полученным уравнением (7).

Влияние мощности излучения изучено при фиксированных значениях параметров $T=673$ К, $\rho_{H_2O} = 5$ $мг/см^3$. При каждом значении мощности излучения изучена кинетика накопления водорода и на основе кинетических кривых определены значения скоростей процессов. На рисунке 3 приведена зависимость $W(H_2) = f(D)$. Как видно, при $D = 126 \dots 252$ Гр/с (D – мощность поглощенной дозы, Гр/с; W_i – скорость образования водорода) наблюдается стационарная область, которая может быть объяснена наступлением равновесия между процессами генерации и рекомбинационной гибели активных центров на поверхности металлов.

Значение радиационно-химического выхода водорода в системе $Zr+H_2O$, рассчитанного на энергию, поглощенную водой в интервале температур 473...873 К, изменяется от 0,55 до $4,2 \cdot 10^2$ молекул/100 эВ. Последнее значение – кажущийся радиационно-химический выход, который включает радиационно-термические процессы взаимодействия в системе $Zr+H_2O$. На основе полученных нами результатов и значений мощности дозы γ -радиаций, соответствующих условиям водных реакторов, можно рассчитать возможное количество молекулярного водорода, образовавшегося в результате радиационно-термических процессов в контакте циркониевых ТВЭЛов с парами воды при различных температурах. Мощности дозы γ -радиаций в водных реакторах обычно составляют $125 \text{ Вт} \cdot \text{кг}^{-1}$ [7-9].

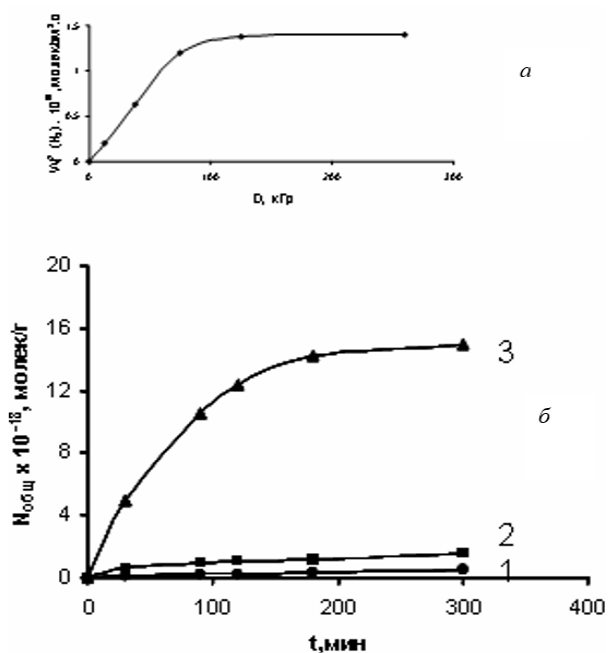


Рис. 3. Влияние мощности дозы облучения на процессы накопления молекулярного водорода H_2 при радиационно-термических процессах разложения воды в контакте нержавеющей стали + H_2O при $T=673 \text{ К}$,

$$\rho_{H_2O} = 5 \text{ мг/см}^3;$$

а – зависимость $W(H_2) = f(D)$;

б – кинетические кривые накопления молекулярного водорода H_2 :

1 – термический процесс;

2 – радиационно-термический процесс при $D = 12,6 \text{ кГр}$;

3 – радиационно-термический процесс при $D = 252 \text{ кГр}$

В таблице приведены рассчитанные количества образовавшегося молекулярного водорода в 1 кг теплоносителя в результате радиационно-термических процессов в контакте с металлическим цирконием под действием β - и γ -радиаций в течение 1 ч.

Как видно из табл.1, при нормальных температурных режимах работы ядерных реакторов ($T \leq 573 \text{ К}$) в 1 кг теплоносителя в результате радиационно-термических процессов в контакте циркониевых материалов с водой образуется молекулярный водород в количестве $m_{H_2} \geq 0,4 \text{ г/ч}$. В аварийных режимах при $T \geq 773 \text{ К}$ количество водорода, образовавшегося в результате радиационно-термических процессов в контакте циркония с водой в 1 кг теплоносителя, превышает $m_{H_2} \geq 40 \text{ г/ч}$.

Мы обсудили, все источники образования водорода при аварии и видели, что во всех случаях скорость его образования зависит от количества воды в активной зоне (АЗ), мощности дозы и температуры. Все эти параметры являются функциями времени, причем эти функции характерны для данной аварии, поэтому при моделировании динамики образования водорода при аварии эти функции должны быть заданы.

Таблица 1 Количество образовавшегося H_2 в 1 кг теплоносителя в результате гетерогенных радиационно-химических процессов в контакте циркония с водой

T, K	ρ_{H_2O} , мг/см ³	D, Вт·кг ⁻¹	W(H ₂), г·кг ⁻¹ ·ч ⁻¹
300	5	125	0,05
473	5	125	0,05
573	5	125	0,4
773	5	125	40,25
823	5	125	54,13

Таким образом, наблюдаемые эффекты радиации в процессах окисления и накопления водорода в контакте циркониевых материалов и нержавеющей сталей с водой необходимо учесть при разработке сценария нормального и аварийного режимов работы ядерных реакторов с водяным охлаждением.

Библиография

1. Седов В.М., Нечаев А.Ф., Петрик Н.Г., Сергеева Т.Б. Радиационная химия теплоносителей ядерных энергетических установок. Межфазные процессы. Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1987, с. 58.
2. Конобеевский С.Т.. Действия облучения на материалы. Введение в радиационное материаловедение. М.: «Атомиздат», 1967, 401с.
3. Нечаев А.Ф., Петрик Н.Г., Седов В.М., Сергеева Т.Б. Радиационная коррозия конструкционных материалов энергетических установок. М.: ЦНИИАтоминформ, 1988, с.54.
4. Пинчук В.М. Диссоциация молекул H₂ и H₂O на поверхности металлов алюминия и меди // ЖФХ. 1986, т. X, № 7, с.1786-1788.
5. Гарибов А.А., Красноштанов В.Ф., Агаев Т.Н., Велибекова Г.З.. Эффект радиации в гетерогенных процессах в контакте циркония и сплава Zr + 1% Nb с водой // Химия высоких энергий. 1992, т. 26, №3, с. 125-129.
6. Пикаев А.К. Дозиметрия в радиационной химии. М.: «Наука», 1975, с.11.
7. Кабакчи С.А., Будаев М.А., Ковалович О.М. Образование водорода в терморadiационных процессах при гипотетических авариях с потерей теплоносителя на АЭС с реакторами ВВЭР // Химия высоких энергий. 1988, т. 22, №4, с.295-300.
8. L. Allen Camp., John G.Gummings, P.S. Martin, F.K. Chester, J.H. Robert, S.G. Jeffery, R.S. John, H.S. Jomes. Light water reactor Hydrogen Manua /NUREG/ GR-2726, SAND 82-1137 R.3, 1983.
9. S. Leitikow and G. Schanz. The oxidation behavior of zircaloy-4 in steam between 600 and 1600 °C// Werkstoffe und korrosion.1985, v. 36, R-3, p.105-116.

УДК 614.8.084

УПРАВЛЕНИЕ ОХРАНОЙ ТРУДА НА ГОРНОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Тезиев Т.М., кандидат технических наук, доцент, академик МАНЭБ, Председатель Северо-Осетинской республиканской организации Общероссийского Профсоюза образования. E-mail: tteziev@yandex.ru; **Савхалова С.Ч.**, главный технический инспектор труда Северо-Осетинской республиканской организации Общероссийского Профсоюза образования E-mail: svetlanasav77@yandex.ru; **Тедеев Т.Р.**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник ВНИЦ РАН, E-mail: trt0013@mail.ru.

Аннотация: В данной статье рассмотрены основные пути совершенствования и повышения эффективности управления охраной труда на горнорудных предприятиях в Российской Федерации. Указано, что, являясь социальным государством, Российская Федерация на основании Конституции РФ гарантирует своим гражданам не только право на труд, но также на обеспечение условий труда, отвечающих основным требованиям техники безопасности и гигиеническим нормам. Поскольку условия труда на предприятиях горнорудной промышленности по причине специфики производства всегда были связаны с повышенной травмоопасностью и риском получения профессиональных заболеваний, то вопросу повышения эффективности техники безопасности на предприятиях именно данной отрасли в России уделяется особое внимание. В статье дается характеристика штатных и нештатных аварийных ситуаций на горнорудных предприятиях. Также обозначаются основные пути повышения эффективности управления охраной труда на горнорудных предприятиях на современном этапе.

Ключевые слова: горнорудное предприятие, штатные и нештатные аварийные ситуации, техника безопасности, охрана труда, эффективность управления, мероприятия, совершенствование системы.

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY MANAGEMENT AT MINING ENTERPRISES

Teziev T.M., Savhalova S.C., Tedeev T.R.

Annotation: This article describes the main ways to improve and improve the efficiency of labor protection management at mining enterprises in the Russian Federation. It is stated that, being a social state, the Russian Federation on the basis of the Constitution of the Russian Federation guarantees its citizens not only the right to work, but also to ensure working conditions that meet the basic safety requirements and hygienic standards. Since the working conditions at the enterprises of the mining industry due to the specifics of production have always been associated with increased risk of injury and occupational diseases, the issue of improving the efficiency of safety at the enterprises of this industry in Russia is given special attention. The article gives the characteristic of regular and emergency situations at mining enterprises. Also, the main ways to improve the efficiency of labor protection management in mining enterprises at the present stage are outlined.

Keywords: mining enterprise, staff and non-emergency, safety, labor protection, the effectiveness of control activities, improvement of the system

Согласно ст.7 Конституции Российской Федерации, наша страна является социальным государством, в котором всемерно охраняется труд и здоровье людей. То есть,

государство со своей стороны гарантирует российским гражданам не только право на труд, но и при соблюдении при этом условий, в полной мере отвечающим всем требованиям безопасности и гигиеническим нормам.

Для обеспечения гарантированных Конституцией РФ данных прав, в Трудовом кодексе Российской Федерации имеется раздел X, который полностью посвящен характеристике основных вопросов охране труда и на основании которого определяются важнейшие направления государственной политики, направленные на эффективное решение той проблематики, которая связана с охраной труда на предприятиях.

Поскольку вопрос безопасности труда, а также совершенствования и повышения эффективности управления охраной труда становится одним из основных направлений социальной политики Российской Федерации, то горнорудным предприятиям, по причине специфики производства и высокого уровня возможного травматизма в настоящее время уделяется особо пристальное внимание. Следует заметить, что несмотря на то, что в данном направлении были достигнуты в последние пять лет некоторые улучшения, тем не менее, средние показатели травматизма на горнорудных предприятиях России в среднем в четыре раза выше, чем в развитых западных государствах, что не может не служить причиной серьезной обеспокоенности [8].

Данная неблагоприятная ситуация сказывается не только на здоровье людей, что, безусловно, является очень важным и значимым, но также способствует возникновению экономических потерь. Прежде всего, существенно снижается производительность труда на предприятиях, связанных с горнодобывающей отраслью, увеличиваются расходы на выплату компенсаций и оплату листов нетрудоспособности, тратятся средства на ремонт вышедшего из строя в результате аварии оборудования или же оно подлежит полной замене, что также ведет к материальным затратам, дополнительно расходуются средства на обучение нового персонала, который меняет на рабочем месте пострадавшего специалиста и т.д. [5].

Если рассматривать специфику работы горнорудных предприятий, то сразу стоит отметить тот факт, что она всегда была сопряжена с риском повышенной травмоопасности, что совершенно справедливо и для сегодняшнего времени. При этом, для данной отрасли характерны так называемые штатные ситуации, то есть система работы, при которой производственные процессы происходят в полном соответствии с изначально научно обоснованными и нормируемыми характеристиками при заданных параметрах окружающей среды, которые способствуют обеспечению безопасных условий работы специалистов, а появление определенных опасностей является лишь возможным, что представлено на рис. 1 [13].

Однако, кроме данной категории опасностей, существуют так называемые нештатные ситуации, которые связаны с реальными проявлениями опасности и могут возникать не только в производственной, но также в бытовой сфере деятельности людей. [5]. Для каждой из отраслей производства данные ситуации различны. Основные нештатные ситуации, которые характерны именно для горнодобывающих отраслей и для горнорудных предприятий представлены на рис.2 [13].

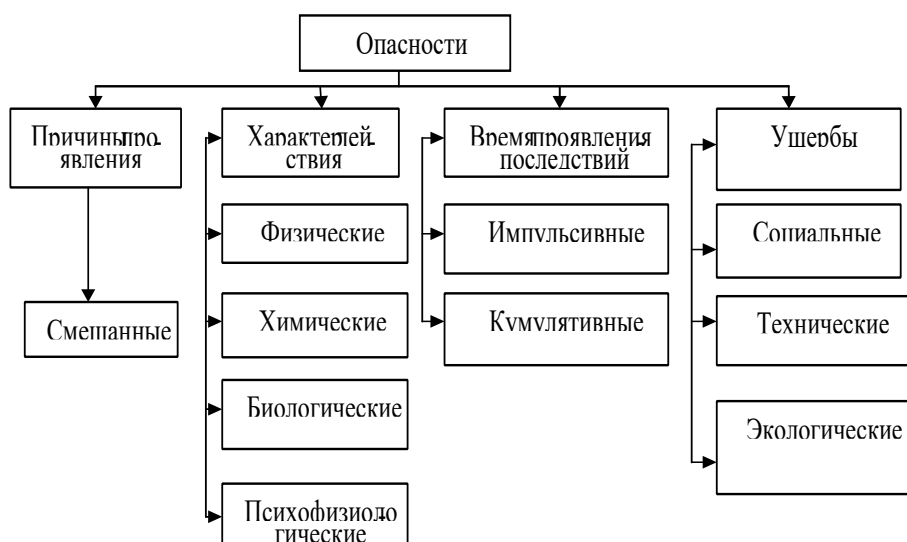


Рис. 1. Классификация штатных опасностей

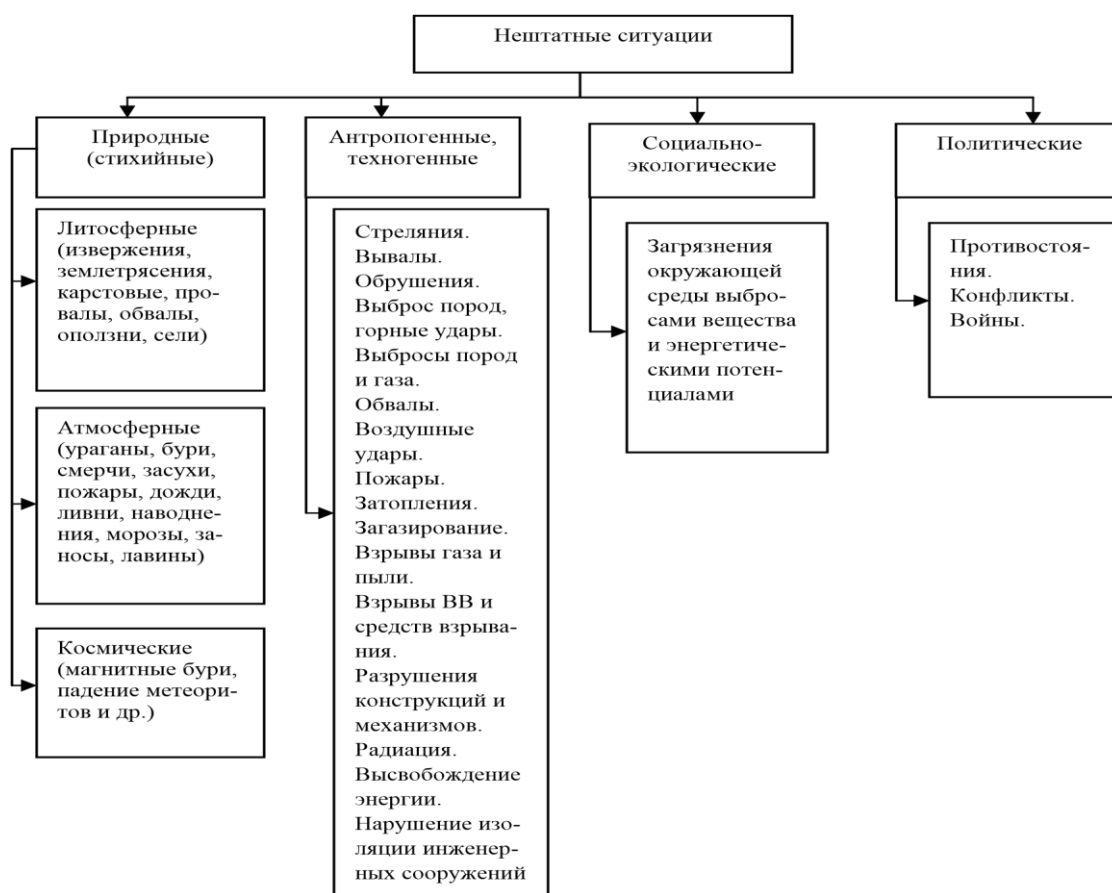


Рис. 2. Классификация нештатных ситуаций (аварийных и чрезвычайных) по причинам возникновения.

Объекты возникновения нештатных ситуаций на горнорудных предприятиях, как аварийных, так и чрезвычайных, могут быть крайне разнообразными [1]. При этом характерной чертой аварийных ситуаций является прогнозируемость уровня параметров

окружающей среды, а также процесса жизнедеятельности людей, которые являются в данном случае основной причиной возникновения опасности, чем повышают уровень риска возникновения нештатной негативной ситуации. Когда же речь идет о возникновении чрезвычайных ситуаций, то характерной чертой выступает, прежде всего, внезапность их проявления, а также большой риск возникновения негативных последствий для большого количества людей и окружающей природы [9].

Чтобы свести риск возникновения таких ситуаций к минимуму и обеспечить совершенствование и повышение эффективности управления охраной труда на горнорудных предприятиях специалистами предложено на сегодняшний день определенное количество методов, позволяющих решать данный вопрос в положительном направлении.

Например, достаточную популярность завоевал метод повышения эффективности труда, смысл которого состоит в том, чтобы, провести классификацию вредных условий труда специалистов, работающих в данной отрасли, по их неустранимости и устранимости. Исходя из этого, дальнейшую работу направить на условия, которые являются устраняемыми, четко определять места, где именно возникают определенные проблемы, после чего направлять конкретные точечные усилия в каждую отдельную область для сведения к минимуму, либо же полного устранения проблем, связанных с техникой безопасности или вредными условиями производства [4]. Плюс данной методики состоит в том, что изначальная классификация проблем дает возможность направлять усилия по повышению эффективности управления охраной труда именно в нужном направлении [7].

Для повышения эффективности управления охраной труда на большинстве горнорудных предприятий в настоящее время применяется планирование. То есть, изначально устанавливается план мероприятий, которые направлены на снижение травматизма и возникновение профессиональных заболеваний. Прежде всего, четко определяется, в какой срок, кем именно и с какой группой специалистов будут проводиться семинары, касающиеся просвещения относительно соблюдения условий техники безопасности на своем рабочем месте. Как правило, в качестве специалиста, проводящего данное мероприятие, выступает инженер по технике безопасности [10]. При проведении данных семинаров обязательно приведение статистики по предприятию с разбором причин возникновения травматизма и способов устранения аналогичной ситуации в будущем.

При этом, в работу активно привлекаются профсоюзные комитеты. При планировании на предприятии предусматриваются заранее установленные меры профилактики, создаются определенные комиссии, в обязанность которых входит разработка мероприятий по повышению эффективности управления охраной труда на предприятии [2].

Также широко используется система производственного контроля, которая позволяет в значительной степени усилить профилактику возникновения травмоопасных ситуаций. Основная цель применения данной системы сводится к тому, чтобы в полной мере сбалансировать интересы персонала всех уровней управления горнорудным предприятием с целью совершенствования системы управления охраной труда [14]. При этом, на предприятии создаются своего рода звенья, то есть от основного руководителя, отвечающего за охрану труда на предприятии, и ниже, к руководителям более низового звена, которые также включают в свои обязанности данные функции для того, чтобы в

полной мере проследить ситуацию на всех уровнях предприятия. Затем отчетность от низовых звеньев стекается к главному руководителю, который принимают кардинальные решения, касающиеся улучшения условий труда на предприятии [12].

Свою эффективность в повышении эффективности управления охраной труда показала методика интерпартнерства, когда к процессу управления на предприятии, в том числе и в вопросе охраны труда, активно подключается весь коллектив, то есть происходит сочетание традиционных методов управления охраной труда с активным внедрением новых предпринимательских технологий, с активным поощрением разработок, связанных с повышением эффективности охраны труда на предприятии [6].

Таким образом, рассматривая вопрос совершенствования и повышения эффективности управления охраной труда на горнорудных предприятиях, следует отметить, что современность диктует необходимость новых подходов к данному вопросу. Прежде всего, необходимо вести точную статистику возникновения несчастных случаев и разбираться в причине их возникновения [11]. Так же внедрять в практику новые подходы к обучению работников, стимулируя их за четкое выполнение инструкций по технике безопасности.

Библиография

1. Безопасность на горных предприятиях и системы профилактической работы [Электронный ресурс] // Портал Путеводитель в области угольной промышленности. Режим доступа: <http://coalguide.ru/gosgorpromnadzor-i-ggti/413-bezopasnost-na-gornyx-predpriyatiyakh-i-sistemy-profilakticheskoy-raboty/> (дата обращения: 25.12.2018).
2. Голик А.С. Охрана труда на предприятиях угольной промышленности: монография / А.С. Голик, М.А. Зубарева, В.А. Огурецкий, Л.М. Поляк. – М.: Высшая школа, 2009. – 625 с.
3. Жариков Ю.Г. Требования безопасности работ в горной промышленности / Ю.Г. Жариков // Молодой ученый. – 2017. - № 4 (239). – С. 225 – 232.
4. Замигулов Е.А. Повышение эффективности управления условиями труда на горнорудных предприятиях / Е.А. Замигулов / Охрана и экономика труда. – 2015. - № 2 (19). – С. 23 – 29.
5. Зубарева В.А. Пути совершенствования системой охраны труда в организации / В.А. Зубарева, Л.М. Поляк // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2013. - № 5. – С. 33 – 37.
6. Лесовская О.В. Управление охраной труда работников на принципах интерпартнерства / О.В. Лесовская, Б.Ф. Лесовский // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2014. - № 7. – С. 25 – 35.
7. Никулин А.Н. Критерии оценки эффективности функционирования системы охраны труда / А.Н. Никулин, И.С. Должников // Проблемы современной науки и образования. – 2017. - № 8. – С. 30 – 33.
8. Обзор горнодобывающей промышленности 2018 года. Время соблазнов [Электронный ресурс] // Портал Современное производство. Режим доступа: <https://www.pwc.kz/en/publications/2018/pdf/pwc-mine-report-2018-rus.pdf> (дата обращения: 25.12.2018).

9. Организация охраны труда на горнодобывающих предприятиях и в отрасли [Электронный ресурс] // Портал: Охрана труда, БЖД. Режим доступа: <http://studopedia.org/index.php?vol=1&post=2975> (дата обращения: 25.12.2018).
10. Пищикова Е.В. Повышение эффективности управление системой охраны труда на шахтах Кривбасса / Е.В. Пищикова // Вестник Криворожского технического университета. – 2011. - № 6. - С. 22 – 25.
11. Пургин В.В. Управление охраной труда на промышленном предприятии / В.В. Пургин // Вестник Уральского государственного университета. – 2016. - № 11. – С. 14 - 20.
12. Рыжов А.М. Развитие системы управления охраной труда и промышленной безопасностью на шахте «Распадская» / А.М. Рыжов, И.И. Волков, А.А. Дружинин // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2016. - № 10. – С. 16 – 39.
13. Стась Г.В. Аварийность и травматизм на горно-металлургических предприятиях / Г.В. Стась, Е.В. Смирнова // Известия Тульского государственного университета. – 2015. - № 1. – С. 31 – 38.
14. Тимофеева С.С. Инновации в охране труда / С.С. Тимофеева // XX1 век. Техносферная безопасность. – 2016. – Т. 1. - № 3. – С. 10 – 21.
15. Шевченко Л.А. Итоги реализации элементов корпоративного управления охраной труда в угольной отрасли Кузбасса / Л.А. Шевченко, И.Л. Шевченко // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2014. - № 10. – С. 143 – 146.

УДК 624.15

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИЙ КРУГЛЫХ ФУНДАМЕНТОВ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ, ОПИРАЮЩИХСЯ НА ПОДУШКИ, ЗАКЛЮЧЕННЫЕ В ОБОЛОЧКИ ИЗ УТИЛИЗИРОВАННЫХ АВТОПОКРЫШЕК

Габибов Ф.Г., доктор технических наук., старший научный сотрудник, Азербайджанский Научно-Исследовательский Институт Строительства и Архитектуры, г. Баку, E-mail: farchad@yandex.ru ; **Шокбаров Е.М.**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, управляющий директор Казахского Научно-исследовательского Института Строительства и Архитектуры, г. Алматы; **Шокарев В.С.**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заместитель директора Научно-Исследовательского Института Строительных Конструкций, г.Запорожье (Украина); **Габибова Л.Ф.**, магистр наук, инженер компании «HALLIBURTON», г. Хьюстон (США)

Аннотация: Разработаны новые конструкции круглых фундаментов мелкого заложения. В этих фундаментах железобетонный башмак опирается на подушку из несвязного грунта. Указанная подушка заключена в оболочку, выполненную из одной (первый вариант) или как минимум двух скрепленных между собой (второй вариант) утилизированных покрышек от большегрузных автомобилей.

Ключевые слова: фундамент, грунт, подушка, конструкция, оболочка, железобетон, покрышка, стенка, геотекстиль.

THE DEVELOPMENT OF STRUCTURES OF CIRCULAR SHALLOW FOUNDATIONS RESTING ON A PILLOW ENCLOSED IN A SHELL MADE FROM RECYCLED TIRES

Gabibov F.G., Shokbarov E.M., Shokarev V.S., Gabibova L.F.

Abstract. New designs of round shallow foundations have been developed. In these foundations, the reinforced concrete Shoe rests on a cushion of loose soil. The specified pillow is enclosed in a shell made of one (first option) or at least two (second option) recycled tires from heavy-duty vehicles fastened together.

Keywords: Foundation, soil, pillow, structure, shell, reinforced concrete, tire, wall, geotextil.

Разработка экономичных фундаментов мелкого заложения для слабых грунтов является актуальной проблемой фундаментостроения.

Одним из общепринятых инженерных приемов повышения устойчивости фундаментов глубокого заложения на слабых грунтах является создание под подошвами фундаментов уплотненных подушек из несвязного грунта.

Немецкие инженеры для повышения эффективности подушек под фундаментами предложили заключать материал подушки в оболочку из синтетического материала [1].

Использование синтетического материала по всей внешней поверхности подушки, устраиваемой под фундаментами ответственных сооружений, оказывает небольшое влияние на повышение несущей способности фундаментов.

Специалисты Санкт-Петербургского высшего военного инженерного строительного училища им. А.Н. Комаровского предложили конструкцию фундамента, включающего заглубленный в грунт железобетонный башмак и подушку из несвязного грунта, заключенную в круглую в плане с торцевыми горизонтальными стенками из синтетического материала оболочку. При этом диаметр круглой оболочки превышает диаметр башмака фундамента, и определяется из условия прочности материала оболочки на растяжение, представленного в виде сложной формулы. Верхняя торцевая горизонтальная стенка выполнена с отверстием, закрывающимся после заполнения оболочки [2].

Данная конструкция отличается сложностью подбора синтетического материала, т.к. расчетная формула условия прочности материала оболочки на растяжение весьма непрактична и спорна.

Авторами разработаны два варианта конструкции круглого фундамента мелкого заложения с подушкой заключенной в торообразную оболочку, выполненную из утилизированных покрышек от большегрузных автомобилей.

Основным наиболее массовым видом общественного потребления являются утилизированные автомобильные покрышки. В мире на производство автомобильных покрышек расходуется половина производимых синтетических и натуральных каучуков и в конечном итоге все производимые покрышки через определенное время попадают в отходы. Время образования утилизированных автомобильных покрышек меньше, чем время эксплуатации большинства резиновых изделий [3].

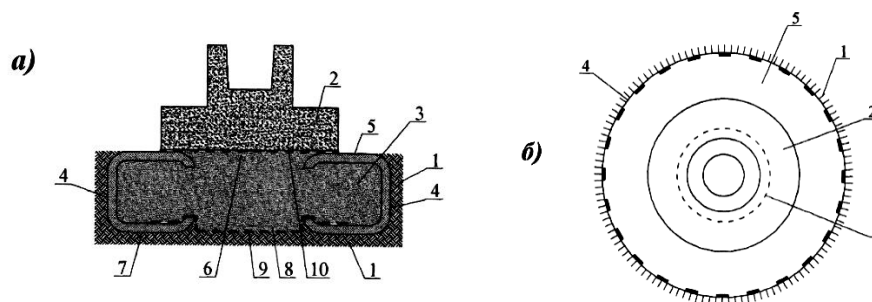


Рис. 1. Фундамент для слабых грунтов с оболочкой для подушки, выполненной из одной утилизированной покрышки от большегрузного автомобиля: а) продольный разрез; б) вид сверху

Утилизированные металлокордные автопокрышки достаточно успешно используются при конструировании фундаментов мелкого заложения [4].

Оригинальные торообразные геометрические формы утилизированных автопокрышек позволяют их использовать как упругие оболочки сыпучих элементов фундаментов [5, 6].

В первом варианте разработанной конструкции фундамента (рис. 1), возводимого на слабых грунтах 1, железобетонный башмак 2, опирается на подушку 3 из несвязанного грунта. Подушка 3 заключена в круглую в плане оболочку с вертикальными боковыми стенками 4, горизонтальной верхней стенкой 5 с отверстием 6 и горизонтальной нижней стенкой 7 с отверстием 8. Отверстие 8 низкой горизонтальной стенки 7 накрывается геотекстилем 9 перед заполнением оболочки грунтом подушки 3. Отверстие 6 верхней горизонтальной стенки 5 накрывается геотекстилем 10 после заполнения оболочки грунтом подушки 3.

Фундамент возводят следующим образом. Открывают котлован под фундамент. На выровненное основание котлована устанавливается металлокордная утилизированная покрышка от большегрузного автомобиля, например, БелАЗа с внешним диаметром 3,7 м с шириной профиля (протектора) 1,45 м и диаметром отверстия 1,2 м. С внутреннего отверстия 6 верхней стенки (фланца) 5 покрышки на нижнюю стенку 7 укладывается круглое полотно геотекстиля 9, диаметр которого превышает диаметр отверстия 8 нижней горизонтальной стенки 7 оболочки, но меньше внутреннего диаметра стенки 7, например, 1,5 м. Полость покрышки заполняется несвязным грунтом (например, песком) с уплотнением, образуя подушку 3. После заполнения оболочки (покрышки) несвязным грунтом и окончания засыпки пазух, отверстие 6 верхней стенки 5 (фланца) покрышки покрывается круглым полотном геотекстиля 10, диаметр которого превышает диаметр отверстия 6 верхней горизонтальной стенки 5 оболочки, но меньше внешнего диаметра покрышки, например, 1,5 м. В конце всех операций монтируется железобетонный башмак 2 и производится нагружение фундамента.

Второй вариант разработанной конструкции фундамента отличается от первого варианта тем, что оболочка, в которой заключена подушка, выполнена как минимум из двух скрепленных между собой металлокордных утилизированных покрышек от большегрузного автомобиля одинакового типоразмера.

Второй вариант фундамента (рис. 2), возводимого на слабых грунтах 1, состоит из заглубленного в грунт железобетонного башмака 2, подушки 3 из песчаного грунта,

заключенной в круглую в плане оболочку с вертикальными боковыми стенками 4, горизонтальной верхней стенкой 5 с отверстием 6 и горизонтальной нижней стенкой 7 с отверстием 8. Отверстие 8 нижней горизонтальной стенки 7 накрывается геотекстилем 9 перед заполнением оболочки грунтом подушки 3. Отверстие 6 верхней горизонтальной стенки 5 накрывается геотекстилем 10 после заполнения оболочки грунтом подушки 3. На внутренней поверхности оболочки имеется ребро жесткости 11.

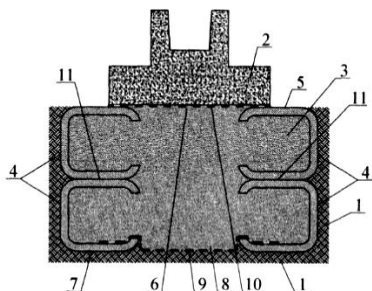


Рис. 2. Фундамент для слабых грунтов с оболочкой для подушки, выполненной из двух однотипных утилизированных покрышек от большегрузного автомобиля, продольный разрез.

В представленном втором варианте конструкции фундамента оболочка формируется из двух металлокордных утилизированных покрышек, например, от автомобиля БелАЗ с внешним диаметром 2,5 м с шириной профиля (протектора) 0,9 м и диаметром внутреннего отверстия 0,7 м.

На выровненное основание котлована устанавливается первая утилизированная покрышка. С верхней части внутреннего отверстия нижней покрышки на нижнюю стенку 7 оболочки, которую формируют нижний фланец нижней покрышки укладывается круглое полотно геотекстиля 9, диаметр которого превышает диаметр отверстия 8 нижней горизонтальной стенки 7 оболочки, но меньше внутреннего диаметра стенки 7, например, 1,2 м. Сверху на нижнюю покрышку устанавливается верхняя покрышка. Скрепляются покрышки между собой, например, резиновым имеем, который наносится на контактные поверхности верхнего бокового фланца нижней покрышки и нижнего бокового фланца верхней покрышки.

Скрепленные между собой верхний боковой фланец нижней покрышки и нижний боковой фланец верхней покрышки формируют ребро жесткости 11 на внутренней поверхности оболочки, сформированной двумя покрышками одинакового типоразмера. Верхний боковой фланец верхней покрышки формирует горизонтальную верхнюю стенку 5 оболочки с отверстием 6.

Полость, сформированная при помощи двух покрышек, заполняется несвязным грунтом (например, песком) с уплотнением, образуя подушку 3. После заполнения оболочки несвязным грунтом и окончания засыпки пазух, отверстие 6 верхней стенки 5 накрывается круглым полотном геотекстиля 10, диаметр которого превышает диаметр отверстия 6, например, 1,2 м. В конце всех операций монтируется железобетонный башмак 2 и производится нагружение фундамента.

Количество утилизированных покрышек может быть и более двух в зависимости от размеров конструкции оболочки подушки. В таком случае увеличивается и количество ребер на внутренней поверхности оболочки (т.е. количество ребер на одну меньше количества покрышек).

Эффективность предлагаемых конструкций фундаментов заключается в их простоте и доступности. Данные конструкции при их проектировании не требуют проведения

сложного расчета для подбора материала оболочки, т.е. остаточная прочность утилизированной металлокордной покрышки от большегрузного автомобиля на растягивающие усилия в разы выше нормативной (т.е. расчетной). Оригинальность геометрических и механических свойств и характеристик металлокордных утилизированных покрышек от большегрузных автомобилей в обоих предложенных технических решениях позволяют для фундаментов, возводимых на слабых грунтах, получить оболочку для подушки, которая кроме основных своих функций обеспечит высокую вибро-, сейсмоустойчивость и гидроизоляцию фундамента и всего сооружения.

Библиография

1. Экономический патент ГДР №213965, 1984.
2. Архангельский В.Г., Богданов С.В. Фундамент. Патент Российской Федерации на изобретение № 2060323, 1996.
3. Габибов Ф.Г., Мамедли Р.А., Оджагов Г.О., Баят Х.Р., Габибова Л.Ф. Научно-технические и экономические основы использования утилизированных автопокрышек при решении отдельных проблем инженерной геоэкологии. Сборник трудов юбилейной конференции, посвященной 80-летию кафедры механики грунтов, оснований и фундаментов, 110-летию со дня рождения Н.А. Цытовича, 100-летию со дня рождения С.С. Вялов. М.: МГСУ, 2010, с. 151-156.
4. Габибов Ф.Г., Мамедли Р.А. Разработка конструкций фундаментов с использованием утилизированных покрышек. Труды Международной конференции по геотехнике «Геотехнические проблемы мегаполисов», Том 5, М.: НИИОСП, 2010, с. 1979-1984.
5. Габибов Ф.Г. Фундамент. Авторское свидетельство СССР №1730364, 1992.
6. Габибов Ф.Г., Шокбаров Е.М., Шокарев В.С. Разработка конструкций фундаментов в виде массивного блока и оболочки из утилизированных отходов. Материалы Международной научно-практической конференции «Экологические вопросы в инженерных системах и сооружениях», Баку, 2019, с. 362-365.

УДК 625.1

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

Бардышев О.А., доктор технических наук, профессор, академик МАНЭБ; **Яковлев В.В.**, кандидат технических наук, академик МАНЭБ, ООО «СТЭК»; **Филин А.Н.**, кандидат технических наук, ООО «СТЭК»

Аннотация: В связи с планируемыми работами по расширению пропускной способности БАМа и Транссиба, целесообразно учесть опыт организации эксплуатации техники при строительстве железных дорог в условиях Севера. В статье рассматриваются основные направления обеспечения эксплуатации техники в условиях низких температур – особенности работы техники, ее адаптация к сложным климатическим условиям, обеспечение пуска двигателей, организация межсменного хранения техники, ее технического обслуживания и ремонта.

Ключевые слова: эксплуатация, строительная и автомобильная техника, климатические условия Севера, техническое обслуживание, ремонт.

ENSURING THE OPERATION OF MACHINES IN NORTH CONDITIONS

Bardyshev O., Jacovlev V., Filin A.

Annotation: In connection with the planned work to expand the capacity of the BAM and Trans-Siberian Railway, it is advisable to take into account the experience of organizing the operation of equipment in the construction of railways in the North. The article deals with the main directions of ensuring the operation of equipment in low temperature conditions – the features of the operation of equipment, its adaptation to difficult climatic conditions, ensuring the start of engines, the organization of inter-shift storage of equipment, its maintenance and repair.

Keywords: Operation, construction and automotive equipment, climatic conditions of the North, maintenance, repair.

Введение. Развитие сети железных дорог в Сибири, в том числе в ее северных районах, является одной из важнейших задач, которые планируется решать в ближайшие годы. Одной из первоочередных задач является реконструкция Транссиба и БАМа с целью усиления их пропускной способности. На это правительством выделяются значительные средства в ближайшие годы. Кроме того, намечается строительство Северного широтного хода – железная дорога линии Обская – Салехард - Новый Уренгой длиной более 600 км, обеспечивающего второй выход с севера ЯНАО в Европейскую часть страны. [8]

Одной из крупнейших строек на Севере в советский период было строительство Байкало-Амурской железнодорожной магистрали (БАМа). При длине магистрали около 3200 км она проходит в различных природно-климатических зонах, но, преимущественно, в районах с резко континентальным климатом. Если летом температура может достигать до +40⁰ С, то в период с декабря по февраль ночная температура опускается ниже -50⁰ С. В г. Тында (центр БАМа) была зарегистрирована температура – -65⁰ С [1].

В России получен опыт использования техники при строительстве Амуро-Якутской магистрали (Тында – Якутск), где условия аналогичны БАМу, железных дорог в ЯНАО - линия Бованенково - Лабытнанги длиной 508 км и др., а также при строительстве автомобильных дорог и нефте- и газопроводов.

Особенность строительства в северных районах – наличие вечной мерзлоты, которая при оттаивании летом превращается в болото глубиной до двух метров. Работа техники в этих условиях существенно затрудняется, особенно при ведении земляных работ. Оттаивание мерзлоты под фундаментами зданий и сооружений и снижение устойчивости свай может вести к разрушению зданий. Борьба с этим явлением особенно актуальна в настоящее время из-за потепления климата.

Одной из проблем является защита окружающей среды при эксплуатации техники. Растительный слой, защищающий мерзлоту от оттаивания, очень раним, поэтому движение по нему колесной или гусеничной техники ведет к его разрушению, и, в ряде случаев, образованию термокарста. Это важно учитывать особенно при строительстве временных притрассовых автомобильных дорог. Борьба с попаданием в почву нефтепродуктов также является одним из требований обеспечения безопасной эксплуатации техники, поэтому должны приниматься меры по предупреждению разлива топлива, сбору и утилизации отработанных масел.

При проведении транспортного строительства был накоплен большой опыт эксплуатации отечественной и иностранной строительной и автомобильной техники в

экстремальных условиях, организация ее технического обслуживания и ремонта. Основными проблемами были приспособление техники исполнения «У» к работе в северных условиях, обеспечение ее межсменного хранения, организация технического обслуживания и ремонта в условиях линейного строительства и сложных дорожных условий.

Работа техники в условиях Севера. Одной из проблем эксплуатации техники при строительстве БАМа, было то, что из поставленных промышленностью СССР на стройку в 1975-76 годах 5000 единиц строительных машин и автомобилей только 300 единиц было в северном исполнении, остальные в исполнении «У». Начавшиеся в этот период закупки техники за рубежом выявили, что заверения поставщиков, что техника может работать при низких температурах, оказались не совсем точными. На транспортных стройках в 2000 –е годы на ЯНАО процент техники в северном исполнении был выше, но все равно техника в исполнении «У» составляла довольно большую часть парка, и ее приходилось приспособлять к работе в этих условиях. [2]

Температуры ниже -400С вызывают качественные изменения в структуре металла и в поведении других материалов, число отказов машин при таких температурах увеличивается в 2-5 раз за счет хладноломкости металла рабочих органов и рам. При низких температурах у экскаваторов выходили из строя ковши и рукояти, у бульдозеров – звенья гусениц, отвалы и толкающие балки, у автосамосвалов и автогрейдеров лопались рамы. Разрушения происходили преимущественно в местах концентрации напряжений.

Следует отметить, что это было характерно и для импортной техники, которая рекламировалась, как приспособленная к работе в северных условиях. Например, у первой партии тяжелых бульдозеров фирмы «Комацу» быстро отказывали двигатели из-за разрушения пластмассовых шестерен распределительного механизма, имелись случаи, когда отвалы этих бульдозеров лопались посередине. На канадских карьерных самосвалах «Unit Rig» грузоподъемностью 180 т, использовавшихся на карьере в п. Нерюнгри, массово выходили из строя диски колес из-за трещин в результате хладноломкости металла.

У первых партий автосамосвалов «Магирус» разрушались пластмассовые бамперы, отказывали элементы подвески. После опыта эксплуатации этих машин в первую зиму фирма провела целый ряд замен элементов машины с целью повышения их работоспособности – усилена подвеска, пластмассовые бамперы заменены на стальные, уменьшен объем кузова и введен его подогрев выхлопными газами, утеплены аккумуляторы и т.п.. Аналогично, по результатам первой зимы эксплуатации были проведены корректировки конструкции бульдозеров «Комацу» и экскаваторов HD-1500 фирмы «КАТО». Впоследствии на этих экскаваторах фирменные двигатели при выходе из строя заменялись на более надежные ЯМЗ-238.

При температурах ниже -50⁰С наблюдались случаи полного разрушения шин при ударных нагрузках, например, наездах на камень на временных автодорогах. Шины фирмы «Continental» на автосамосвалах «Магирус» в условиях БАМа отрабатывали не более 50% нормативного пробега, при износе их заменяли на отечественные шины, пробег которых был в два раза выше.

Одной из проблем было обеспечение работоспособности аккумуляторов, которые быстро выходили из строя при низких температурах.

В первые годы строительства БАМа были большие проблемы с антифризом для КрАЗов и строительной техники, в дальнейшем при внедрении автосамосвалов фирм «Магирус» и «Татра» с воздушным охлаждением двигателя, эта проблема была частично снята.

Проблемы с применением топлив и масел возникли еще при первых стройках в Западной Сибири, опыт был частично использован, но климатические условия в районах прохождения БАМа оказались более жесткими, что требовало новых решений. Поэтому еще в семидесятые годы было привлечено несколько научно-исследовательских учреждений для решения возникших вопросов по применению топлив, масел и охлаждающих жидкостей.

Для импортной техники использовались штатные масла в арктическом исполнении, для отечественной техники были получены рекомендации по применению существующих отечественных масел, а также разработаны новые масла специально для этих условий. Так, для дизельных двигателей были разработаны масла с пониженной вязкостью, а также рекомендованы добавки для разжижения штатных масел при пуске двигателя. Для трансмиссий, где обычные масла при низких температурах снижают реализуемую мощность до 30%, рекомендовано всесезонное трансмиссионное масло ТС-10-ОТП «северное». Оно обеспечивает нормальную эксплуатацию при температурах -50°C без подготовки машины перед началом работ.

Переход на землеройную технику и автокраны с гидроприводом потребовал разработки гидравлических жидкостей, способных работать при температурах до -60°C . Следовало учитывать, что аксиально-плунжерные насосы предъявляют более высокие требования к качеству рабочей жидкости, чем шестеренные, поэтому для них были рекомендованы гидравлические масла ВМГЗ и АМГ-10, работающие в интервале $+65$ до 55°C . Эти масла и были основными для отечественной техники на БАМе и на других стройках.

Из консистентных смазок широкое применение получили низкотемпературные масла на литиевой основе - ЦИАТИМы. Они более дорогие, чем солидолы, но срок службы их значительно дольше. Например, в опорных катках бульдозеров фирмы «Катерпиллар», смазка на литиевой основе закладывается на весь срок службы машины.

Следует отметить, что в этот период было привлечено несколько НИИ для решения вопросов обеспечения работоспособности шин, разработке рекомендаций по приспособлению техники для работы в условиях низких температур, организации технического обслуживания и ремонта.

Подготовка машин к работе зимой. Поскольку основной парк техники на БАМе составляли машины в исполнении «У», для работы в зимних условиях их приходилось дорабатывать и проводить специальную подготовку [1,2].

После первого года работы на БАМе заводы стали поставлять технику со встроенными предпусковыми подогревателями, работающими на бензине или дизельном топливе. Для техники, где такие подогреватели отсутствовали, в мастерских строительства встраивали устройства для электроподогрева – в виде ТЭНов в масляный картер двигателя или в виде различных устройств в систему охлаждения. Наилучшие результаты получаются при комплексном подогреве охлаждающей жидкости, масла в картере и головке блока, как, например, в двигателе бульдозера D-155A-1 фирмы «Комацу».

Применялись также пусковые жидкости на базе эфира, например, жидкость «Холод» для дизельных двигателей, для впрыска их изготавливались специальные устройства. Следует отметить, что их применение ведет к повышенному износу двигателей, поэтому постоянное использование пусковых жидкостей не рекомендуется.

Одним из способов защиты двигателей было устройство утеплителей капота и уменьшение площади обдува радиатора. Особое внимание уделялось работоспособности аккумуляторов, для этого их помещали в специальные утепленные ящики, в ряде случаев, например, на автогрейдерах, их переносили в кабины. Применялись также аккумуляторы со встроенным электроподогревом.

Часть техники, например, отечественные и японские бульдозеры были оснащены пусковыми двигателями. Это было их преимуществом по сравнению с американскими бульдозерами фирмы «Катерпиллар», где пуск осуществлялся электростартером. Поэтому фирма рекомендовала не глушить двигатели при сильных морозах.

Особое внимание обращалось на обеспечение комфортности и безопасности работы водителей и машинистов. Кабины утеплялись напылением полиуретана или войлочными покрытиями с защитой из фанеры, на полы устанавливали войлочные маты с резиновыми ковриками. Для защиты от обледенения устраивалось двойное остекление и обдув переднего стекла с забором теплого воздуха из подкапотного пространства или калорифера. Обогрев кабины осуществлялся электрообогревателями, за счет охлаждающей жидкости двигателя - штатными отопителями или установкой дополнительных радиаторов, которые демонтировались в летнее время. При отсутствии штатных средств обогрева применялись автономные отопительно-вентиляционные установки, работающие на бензине или дизельном топливе. На некоторых типах автомобилей устанавливались по два отопителя – автономный и работающий от системы охлаждения двигателя. Отопление в кабине должно было обеспечивать рабочую температуру 10-150С.

В пневмосистему тормозов автомобилей встраивались эксикаторы (в тех случаях, когда они не были предусмотрены заводами) для впрыскивания спирта, предупреждавшего образование ледяных пробок в пневмопроводах.

Межсменное хранение машин. Характер работы машин по времени различался для строительной техники и автомобилей. Землеройные и буровые машины, а также работающие на мостах автомобильные и гусеничные краны и сваебойное оборудование в межсменный период находились на объектах, автомобили-самосвалы и другая автомобильная техника возвращались в постоянные или временные парки.

Землеройная техника работала преимущественно в две смены, поэтому ее при сильных морозах вообще не глушили, или глушили на краткое время. Проблемы запуска возникали при перерывах в работе, в том числе при ее неисправности и ожидании ремонта.

Мостовые и путевые работы чаще ведутся в одну смену, тогда возникают проблемы с пуском машин перед началом работы. В этом случае проводился периодический прогрев машин, для чего выделялись дежурные механики. Если краны были оборудованы электрообогревом двигателя и бака гидросистемы, то в межсменное время они подключались к электросети объекта. Для машин с гидроприводом после запуска двигателя обязательно проводился прогрев гидравлической жидкости за счет дросселирования при холостой работе насосов.

Для автомобилей, снабженных предпусковым подогревателем, пуск двигателя облегчается. Вместе с тем остается вопрос с трансмиссией и мостами, где вязкость смазки при охлаждении резко повышается. Поэтому наиболее эффективным считается комплексный подогрев или разогрев двигателя, коробки перемены передач и мостов. В зависимости от возможностей применяют пароподогрев, электроподогрев и подогрев горячим воздухом или газами [6, 7, 9].

Пароподогрев применяется на стационарных базах при наличии котельных достаточной мощности и оборудовании двигателей для подачи пара, в основном на строительстве в ЯНАО. По опыту БАМа, при температурах в районе -50°C этот метод оказался неэффективным.

Электроподогрев оказался наиболее эффективным для парков автомобилей в Западной Сибири при ночных температурах до -40°C . В зависимости от температуры воздуха подогрев включался дежурным механиком периодически в течение ночи или за 40-60 мин перед началом смены.

Применение радиационного подогрева инфракрасными горелками осуществлялось преимущественно в стационарных парках при наличии газа - трубопроводного или баллонного. В этом случае горелки подводятся под картер двигателя, КПП и задний мост. На открытых площадках применялись более мощные горелки типа ГИИВ или «Марс», на разогрев автомобиля требовалось от 40 мин до часа.

Для парков автосамосвалов в полевых условиях оказалось наиболее удачным применение различных установок для подогрева горячим воздухом или воздушно-газовой смесью. Наиболее эффективными в условиях БАМа оказались установки ПСВ-1 и ВП-2, первая рассчитана на парк 40-60 автомобилей, вторая – на 20. Установки состоят из разборных воздухопроводных труб с отводами под машины и передвижного теплогенератора, работающего на дизельном топливе. Установки быстро монтировались в полевых парках, в зависимости от температуры проводился разогрев автомобилей перед началом смены или периодический прогрев. Особенно эффективными они оказались для подогрева автосамосвалов с двигателями с воздушным охлаждением. Вариантом было применение установок типа «Запуск», где в качестве теплогенератора использовались списанные самолетные двигатели. Недостаток этих устройств – перегрев автомобилей, которые были первыми от теплогенераторов.

Организация обслуживания и ремонта техники. Организация обслуживания и ремонта техники определялась линейным характером строительства железной дороги, сложными дорожными условиями и удаленностью от существующей ремонтной базы. Поэтому и ремонтную базу, и систему технического обслуживания приходилось создавать заново [2,3,4].

Ремонтные мастерские для средних ремонтов и текущих ремонтов сложных машин создавались в местах размещения будущих станций. Для них использовались преимущественно сборно-разборные сооружения, в том числе спроектированные специально для условий Севера – высота не менее 4,5 до уровня крюка крана, температура до -60°C , сейсмичность до 9 баллов, снеговая нагрузка 1500 Н/м². Здания состоят из стального каркаса и облегченных стеновых панелей и панелей перекрытия, высота здания – до 10 м, грузоподъемные средства – кран-балки грузоподъемностью до 10 т. Отопление

водяное, дополнительно при сильных морозах используются теплогенераторы. Здания изготавливались на заводах и поставлялись в комплектном виде.

Поскольку эти здания рассчитывались на срок службы в течение всего срока строительства, то особое внимание уделялось предупреждению оттаивания мерзлоты, для чего устраивалась подушка из щебня толщиной не менее метра или с применением других теплоизолирующих материалов.

На объектах – на больших мостах, базах мехколонн и СМП строились сборно-разборные сооружения меньшего размера – бескаркасные или каркасные с высотой зданий до 5 м для проведения текущего ремонта и технического обслуживания, при этом грузоподъемные средства имели только каркасные здания, в бескаркасных применяли сборно-разборные козловые краны грузоподъемностью до 3 т.

В ряде случаев использовались надувные конструкции, которые быстро возводились и не требовали фундаментов. Обогрев этих сооружений осуществлялся теплогенераторами. Их недостаток – при отсутствии электричества они оседали за 20-30 мин., были случаи их разрушения при сильных ветрах, но при ограниченных сроках эксплуатации они были эффективны.

Следует учитывать, что после установки машины на место ремонта, ремонт можно начинать только после ее прогрева в течение примерно суток, поэтому на объектах устраивались тепляки с отоплением печами или теплогенераторами для прогрева машин перед техническим обслуживанием.

На транспортных стройках широко применялась система централизованного технического обслуживания строительной техники (ЦТО), заключавшаяся в том, что ежедневное обслуживание выполняли машинисты, а номерные технические обслуживания – специализированные бригады. Главный механик строительной организации составлял график проведения ТО, согласно которого бригада ЦТО подготавливала на базе необходимый комплект материалов и запасных частей для обслуживания конкретной машины. Комплект уточнялся перед выездом с объектовым механиком. Для проведения работ использовались подвижные мастерские на базе автомобилей повышенной проходимости или гусеничных транспортеров. При большом расстоянии от базы выезд делался на несколько дней с обслуживанием нескольких машин. [2,5]

Создание этой системы позволило поддерживать достаточно высокий коэффициент технической готовности строительной и автомобильной техники в сложных климатических условиях.

Заключение

В настоящее время встает вопрос об увеличении пропускной способности БАМа и Транссиба, что связано со строительством вторых путей, расширением станций, электрификацией железной дороги. Эти работы отличаются от пионерного строительства наличием транспортных возможностей и определенной инфраструктуры. Вместе с тем целый ряд проблем остается. Поэтому имеющийся опыт эксплуатации строительной техники при транспортном строительстве в условиях Севера в определенной мере будет полезен, в том числе для предупреждения тех ошибок, которые были допущены из-за недостаточного учета местных условий.

Библиография

1. Бардышев О.А. Эксплуатация строительных машин зимой. (В помощь строителям БАМа). М.Транспорт. 1976. -100 с.
2. Бардышев О.А., Розанов И.С., Черевко В.И., Беркут И.А. Обслуживание и ремонт землеройной техники. (В помощь строителям БАМа). М.Транспорт. 1981. -110 с.
3. Бардышев О.А., Гаркави Н.Г., Тесленко Н.Г. Техническая эксплуатация строительных машин на Севере. Л. Стройиздат. 1981. -184 с.
4. Бардышев О.А., Гаркави Н.Г., Ратнер А.М. Организация обслуживания техники на транспортных стройках Севера. М. Транспорт.1982.-272 с.
5. Каракулев А.В., Кириллов Г.И. Организация технического обслуживания и ремонта машин в условиях Севера. Л. Стройиздат. 1978.-108 с.
6. Квачинидзе В.С. Эксплуатация горного и транспортного оборудования в условиях Севера. М.МГТУ. 2002. -180 с.
7. Ким Б.Г. Обеспечение работоспособности и исправности парков строительной техники. Владимир. Влад. гос. ун-т. 2000. -148 с.
8. Рышков А.В. Стратегические перспективы развития железнодорожной инфраструктуры Арктического региона./ Сб. №19. Транспорт и логистика в Арктике./ М. МГУПС. 2016.- с.132-137.
9. Сергеев А.Л. Эксплуатация автомобилей в условиях Крайнего Севера/ Педагог./ №3, 2017 .

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 691.54

О ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ЦЕМЕНТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Саламанова М.Ш. кандидат технических наук, доцент, E-mail: madina_salamanova@mail.ru; **Исмаилова З.Х.** кандидат технических наук, доцент. Грозненский государственный нефтяной технический университет имени акад. М.Д. Миллионщикова

Аннотация: В данной работе представлены результаты исследований процессов структурообразования щелочного цементного камня с использованием активированных отходов цементной промышленности. Дифференциально-термический анализ системы «аспирационная пыль – щелочной активатор» обнаружил наличие цеолитовых фаз, кальцита, слюды типа мусковит, монтриллонита, оксид магния, сульфоалюминатов кальция, структуры этtringита, гидрохлоралюмината кальция.

Ключевые слова: аспирационная пыль, пыль электрофильтров, щелочной раствор, адсорбционная вода, конституционная вода, цементный камень.

ON THE PROSPECTS OF USE OF CEMENT INDUSTRY WASTE IN CONSTRUCTION

Salamanova M.Sh., Ismailova Z.Kh.

Annotation. This paper presents the results of studies of the processes of structure formation of alkaline cement stone using activated waste from the cement industry. Differential thermal analysis of the system "aspiration dust - alkaline activator" revealed the presence of zeolite phases, calcite, mica such as muscovite, montrillonite, magnesium oxide, calcium sulfoaluminates, ettringite structure, calcium hydrochloroaluminate.

Keywords: aspiration dust, electrostatic precipitator dust, alkaline solution, clinker-free binder, mineral powder, cement stone.

Мировое сообщество давно сталкивается с проблемами экологической безопасности земной цивилизации, и конечно же, рассматривая эти вопросы мы упираемся в огромную отрасль строительных материалов, развитие которой сопряжено с широкомасштабным потреблением энергетического и минерального природного сырьевого ресурса, загрязнением урбанистических систем и проблемами реабилитации антропогенно-нарушенных территорий [1-4].

Цементная индустрия считается одной из наиболее энерго- и материалоемких в строительстве, а мониторинг состояния рынка показал, что из года в год именно портландцемент занимает лидирующие позиции по производству и сбыту. Конечно же, целесообразность увеличения объемов производства несомненна, но необходимо учитывать и негативные последствия карбонатной технологии, сопровождающиеся значительными выбросами углекислоты и цементной пыли в атмосферу и окружающую среду [5-8].

Поэтому рациональным технологическим решением обозначенных проблем, безусловно, будет переход на бесклинкерную технологию, так как именно цементы щелочного затворения, которые можно производить как на основе отходов черной металлургии и энергетического комплекса при их наличии в соответствующем регионе, так и с применением альтернативных алюмосиликатных добавок природного и техногенного происхождения, позволят заменить ресурсо- и энергоемкий портландцемент хотя бы в тех областях строительства, где нет необходимости в проявлении его высоко-функциональных свойств.

В процессе обжига клинкерной сырьевой смеси в обеспыливающих системах вращающихся печей, улавливается большое количество тонкодисперсной пыли, которая не возвращается повторно в технологический цикл, во избежание отклонений от заданных параметров смеси, а извлекается из электрофильтров и складывается на близлежащих территориях с заводом, занимая пригодные для сельскохозяйственных нужд угодий. Поэтому рациональное использование этих техногенных продуктов, содержащих весомую долю полноценного сырьевого ресурса, является актуальной задачей индустрии цемента [9-12].

Результаты электронно-зондовых исследований цементной пыли электрофильтров подтвердили возможные варианты их утилизации, так как наличие алюмосиликатной природы, благоприятно скажется в вяжущей связке с щелочным затворителем, что позволит в дальнейшем получать строительные композиты на основе бесклинкерных щелочных цемента.

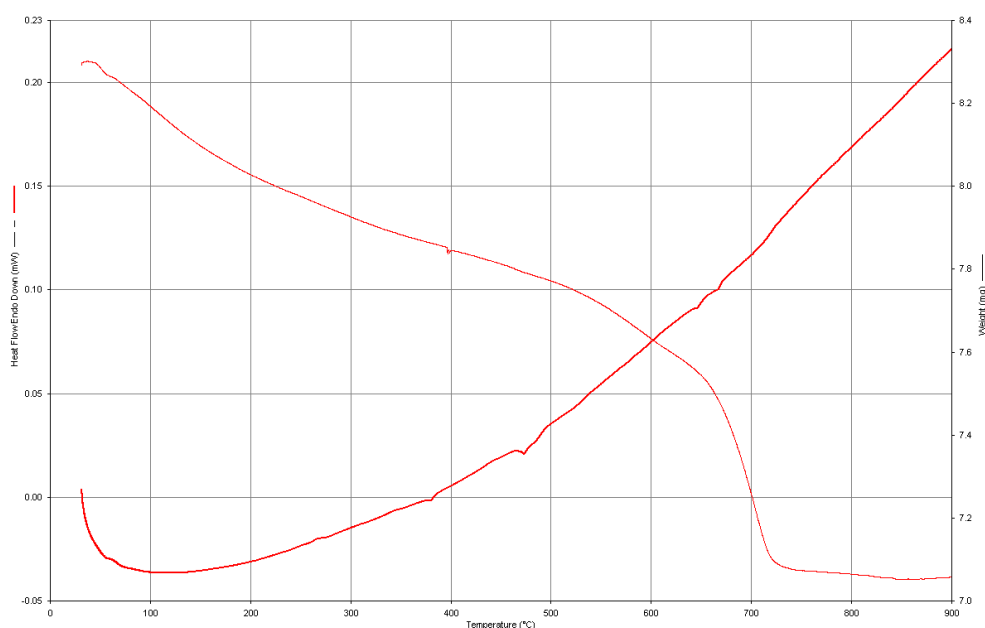


Рис.1. Кривая простого термического анализа и термогравиметрическая (ТГ) кривая образца цементного камня на вяжущей связке «аспирационная пыль – щелочной активатор»

В данной работе приводятся результаты дифференциально-термических исследований щелочного цементного камня с использованием пыли электрофильтров клинкерообжигательной печи. Анализ образца цементного камня на вяжущей связке «аспирационная пыль – щелочной активатор» проводился в следующем режиме: нагревали

до 900⁰С, со скоростью 10⁰С, масса навески составляла 8,3 мг. Кривая простого термического анализа и термогравиметрическая (ТГ) кривая образца представлена на рис.1. На данной кривой простого термического анализа видны следующие тепловые эффекты: эндоэффекты при температуре 380, 480, 640 и 660 ⁰С. И возможное есть эндоэффект при температуре 240 ⁰С.

Все эффекты на простой термической кривой имеют низкую интенсивность. Это связано с тем, что при малом количестве превращающейся фазы и малом удельном тепловом эффекте на единицу массы тепловые эффекты на кривой простого термического анализа малозаметны либо вообще не заметны, т.е. их можно пропустить из-за низкой чувствительности данного метода. Гораздо большей чувствительностью обладает метод дифференциально-термического анализа (ДТА).

Кривая ДТА образца цементного камня на вяжущей связке «аспирационная пыль – щелочной активатор» представлена на рис. 2.

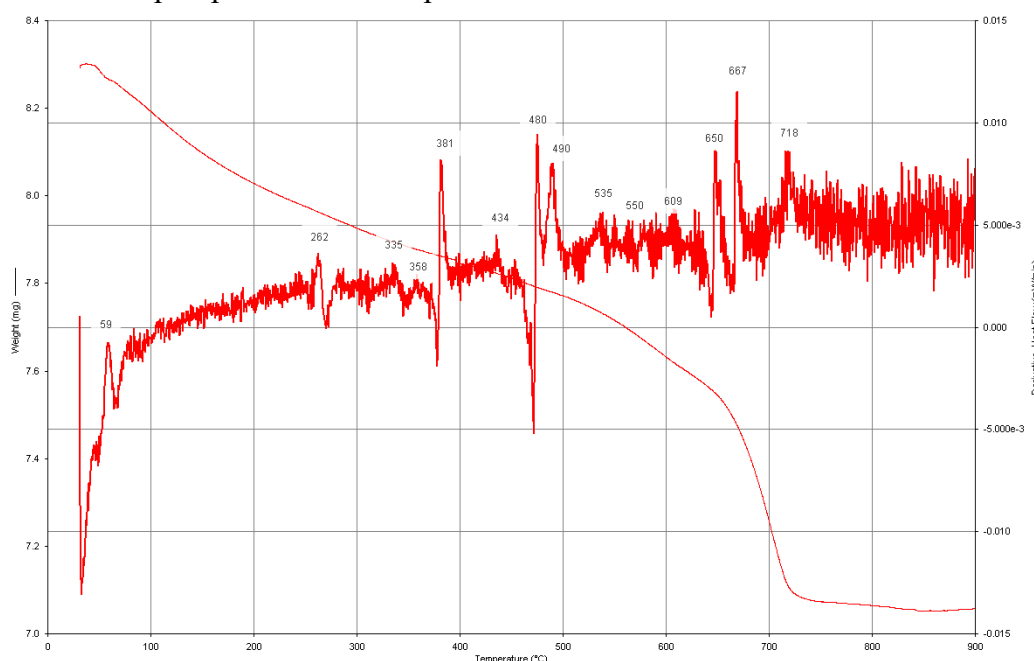


Рис.2. ДТА и ТГ кривая образца цементного камня на вяжущей связке «аспирационная пыль – щелочной активатор»

Если проанализировать данную кривую простого термического анализа и ТГ кривую по Бергу, то образец содержит кальцит. Для искусственных минералов данные термоэффекты характерны для гидрохлоралюмината кальция. Отсутствие эндоэффекта при температуре 262, 280 ⁰С и небольшая интенсивность пика при температуре 240 ⁰С указывают на малое содержание цеолитовых фаз.

Эндоэффект 381 ⁰С соответствует процессу дегидратации характерной для сульфоалюмината кальция. Присутствие сульфоалюминатов кальция подтверждает и микроструктурные исследования, на изображениях микроструктуры аспирационной пыли отчетливо видны игольчатые кристаллы характерные для структуры эттрингита.

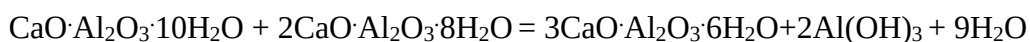
Также наличие сульфоалюмината кальция подтверждается пиком характерным для гидратации при температуре 250 ⁰С и пиком при 580 ⁰С характерным для гидратации с выделением Al(OH)₃. Вероятней всего «войлочные» агрегаты по данным

микроструктурного анализа соответствуют $\text{Al}(\text{OH})_3$. Также продуктом гидратации могут являться гидроалюминаты кальция сложного состава.

Эндоэффекты при температуре 262 °С соответствуют гидратации гидроалюмината кальция состава $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Данный гидроалюминат очень неустойчив. Поэтому процесс гидратации сопровождается переходом в восьмиводный гидроалюминат, который имеет гексагональную кристаллическую решетку и гидроксид алюминия.



Если в системе находятся одновременно десятиводный и восьми водный гидроалюминат кальция, то при повышенных температурах 150 °С происходит переход в шестиводный трехкальциевый гидроалюминат $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, с выделением $2\text{Al}(\text{OH})_3$:



При этом происходит изменение структуры из гексагональной кубической структуры в кубическую. В результате чего возникают сильные внутренние напряжения. Они нарушают структуру материала, вызывают образование микро- и макротрещин, уменьшают прочность.

Эндоэффекты при температуре 358, 535 °С указывают на наличие гидроалюмината кальция состава $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, при данной температуре происходит дальнейшая гидратация $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Также при этой температуре возможно разложение гидроокиси кальция, которая содержится в образце либо образована в результате активации раствором «метасиликат натрия + NaOH (75:25%)».

Эндоэффект 490 °С Наложение двух пиков – один из них дегидратация характерная для сульфалюмината кальция и второй эндоэффект дегидратация гидрохлоралюмината кальция. Эндоэффект 530 °С также характерен для гидрохлоралюмината кальция.

При температуре 640 °С эндоэффект характерен для карбоната магния и может свидетельствовать о наличии глинистых минералов групп каолинита. Также в температурном интервале 600-750 °С происходит потеря конституционной воды.

Как уже говорилось ранее эндотермические эффекты при температуре 450 и 650 °С отвечают дегидратации глинистых минералов мусковита и монтриллонита.

Эндоэффект 750 °С полная дегидратация гидроалюмината кальция.

Нет пика при 800 °С характерная для сульфалюмината кальция высокоаморфной фазы, что говорит о том, что содержится мало аморфной безводной фазы и пики характерны для высокосульфатной формы.

По термогравиметрическим кривым можно рассчитать содержание конституционной и адсорбционной воды в образце (рис.3).

Температурный интервал удаления адсорбционной воды 60 – 200 °С. Определим потерю массы в данном интервале температур. Общая потеря массы составляет 14,94 % в интервале температур 30-900 °С. Потеря массы в температурном интервале 60-200 °С составляет 3,4 %. Теперь рассчитаем содержание адсорбционной воды.

$$X = \frac{3,4 \cdot 100}{14,94} = 22,76\% \quad (1)$$

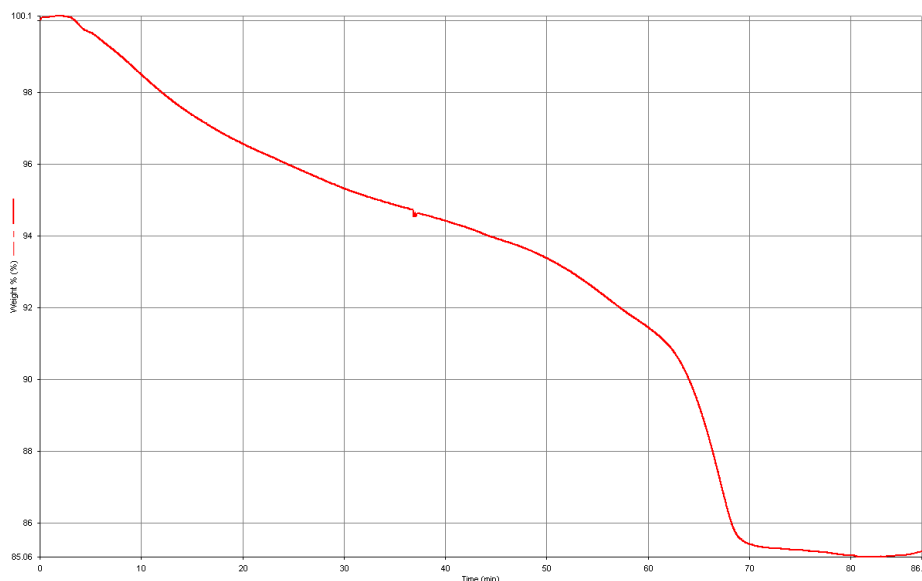


Рис.3. ТТ кривая образца цементного камня на вяжущей связке
«аспирационная пыль – щелочной активатор»

Таким образом содержание адсорбционной воды находится в пределах 21 - 23%. Так как погрешность данного метода около 1%.

Потеря конституционной воды происходит при температуре 650-750 °С. Потеря массы в данном температурном интервале составляет 6,5 %. Теперь рассчитаем содержание конституционной воды.

$$X = \frac{6,5 \cdot 100}{14,94} = 43,51\% \quad (2)$$

Таким образом, потеря конституционной воды составляет 42-44%.

По данным рентгенофазового анализа имеются игольчатые и пластинчатые кристаллы сульфалюминатов кальция и гипс. Присутствует кальцит, кварц, ларнит, полевой шпат разного состава, оксид магния и мусковит и цеолиты: гарронит, анальцим.

Таким образом, разработка рецептур бесклнкерных вяжущих щелочной активации на основе высокодисперсных минеральных компонентов алюмосиликатной и кремнеземистой природы позволит получать эффективные строительные композиты на основе предложенных щелочных цементов. Вопросы, связанные с теоретическими основами формирования структуры и прочности цементного камня на основе щелочного активатора, остаются недостаточно изученными и требуют глубокого исследования. А ожидаемые результаты исследований будут интересны специалистам строительной отрасли, так как предлагаемые рецептуры бесклнкерных цементов являются альтернативой дорогому и энергоемкому портландцементу и обеспечивают создание прочных и долговечных бетонных и железобетонных композитов.

Библиография

1. Муртазаев, С-А.Ю. Перспективы использования термоактивированного сырья алюмосиликатной природы [Текст] / С-А.Ю. Муртазаев, М.Ш. Саламанова// Приволжский научный журнал. – 2018. – №2 (Т.46). – С. 65 –70.
<http://www.pnj.nngasu.ru/about/vacancies.php>

2. Murtazayev S- A. Yu., Salamanova M.Sh., Mintshev M.Sh., Bisultanov R.G Fine-Grained Concretes with Clinker-Free Binders on an Alkali Gauging (Мелкозернистые бетоны на основе вяжущих щелочной активации) Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" dedicated to the 85th anniversary of H.I. Ibragimov (ISEES 2019). Atlantis Highlights in Material Sciences and Technology (AHMST). April 2019. Vol.1. – P.500 – 503. URL <https://www.atlantispress.com/proceedings/isees-19/125914231>
3. Bataev D.K-S., S- A. Yu. Murtazayev, Salamanova M.Sh., Viskhanov S.S. Utilization of Cement Kiln Dust in Production of Alkali-Activated Clinker-Free Binders (Использование цементной пыли в производстве бесклинкерных вяжущих щелочной активации) / Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" dedicated to the 85th anniversary of H.I. Ibragimov (ISEES 2019). Atlantis Highlights in Material Sciences and Technology (AHMST). April 2019. Vol.1. – P. 457 – 460. URL <https://www.atlantispress.com/proceedings/isees-19/125914222>
4. Саламанова, М.Ш. Закономерности протекания процессов формирования структуры и прочности бесклинкерного вяжущего щелочной активации [Текст] / М. Ш. Саламанова, М.Р. Нахаев, З.Х. Исмаилова // Международный научно-исследовательский журнал «Строительные материалы и изделия». – 2020. – Т.3. – №1. – С. 21-29. <http://bstu-journals.ru/archives/9940>
5. Murtazayev S-A. Yu., Salamanova M.Sh., Ismailova Z. Kh., Ibragimov S. Kh. Wastes recycling in the construction (Повторное использование отходов промышленности в строительстве) // ETSaP-2019 «Углеводороды и минералы: извлечение, транспортировка, хранение и обработка» в серии IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. -V.663. -№1. – P.1-7. doi:10.1088/1757-899X/663/1/012048
6. Murtazayev S-A. Yu., Salamanova M.Sh., Ismailova Z. Kh. Features of Production of Fine Concretes Based on Clinkerless Binders of Alkaline Mixing (Особенности получения мелкозернистых бетонов на основе бесклинкерных вяжущих щелочного затворения)// 14th International Congress for Applied Mineralogy (ICAM 2019) Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov, 23–27 September 2019, Belgorod: 2019. -PP.385-388. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-22974-0_93
7. Murtazayev S-A. Yu., Salamanova M.Sh., Ismailova Z. Kh., KHadisov V. Kh. The Use of Highly Active Additives for the Production of Clinkerless Binders (Использование высокоактивных добавок для получения бесклинкерных вяжущих материалов) // Proceedings of the International Symposium “Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research” (ISEES 2018) ISSN Part of series: AER, ISSN: 2352-5401, volume: 177 ISBN 978-94-6252-637-2, pp. 355-358. <https://www.atlantispress.com/proceedings/isees-18/articles>
8. Муртазаев С-А.Ю., Саламанова М.Ш. Цементы щелочной активации: возможность снижения энергоемкости получения строительных композитов // Строительные материалы. – 2019.– № 7.– С.32-41. <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-772-7-32-40>

9. Муртазаев С-А.Ю., Саламанова М. Ш., Исмаилова З.Х., Бисултанов Р.Г. Получение бесклинкерных вяжущих синтезом щелочных растворов силиката натрия из кремнеземсодержащих горных пород // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки.– 2019. – № 3 (Т.46).– С.149-159. <https://doi.org/10.21822/2073-6185-2019-46-3-149-158>
10. Саламанова М.Ш., Алиев С.А., Муртазаева Р.С-А. Структура и свойства вяжущих щелочной активации с использованием цементной пыли // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2019. – № 2 (Т.46). – С.148-158. <https://doi.org/10.21822/2073-6185-2019-46-2-148-157>
11. Саламанова М.Ш., Алиев С.А., Муртазаева Р.С-А. Способы повторного использования цементной пыли // Научно-технический журнал Вестник ГГНТУ. Технические науки. – 2019. – №1 (15). – С.88-97. DOI:10.34708/GSTOU.2019.15.1.003
12. Муртазаев С-А.Ю., Саламанова М.Ш. Получение жидкостекольных силикатнатриевых щелочных растворов из кремнеземсодержащих добавок // Научно-технический журнал Вестник ГГНТУ. Технические науки. – 2019. – №1 (15). – С.58-68. DOI: 10.34708/GSTOU.2019.15.1.005

УДК 622.244.4

ТЕХНИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРАВОВАЯ ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ ПРИ В ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЮМИНИЯ

Зельберг А.Б., кандидат юридических наук, член-корреспондент МАНЭБ, Восточно-Сибирский научный центр МАНЭБ, г. Иркутск. E-mail: vsncentr@gmail.com;
Глушкевич И.М., студент юридического института, ФГБОУ ВО «Байкальский государственный университет» г. Иркутск

Аннотация: В статье представлены результаты работ по выполнению Киотского протокола и Парижского соглашения, характеристика парниковых газов алюминиевой промышленности, агрегаты и технология очистки от вредных примесей.

Ключевые слова: парниковые газы производства алюминия, современная очистка от перфторуглеродов.

TECHNICAL, ENVIRONMENTAL AND LEGAL ASSESSMENT OF AIR EMISSIONS FROM ALUMINUM PRODUCTION

Zelberg A.B., Glushkevich I.M.

Annotation. The article presents the results of work on the implementation of the Kyoto Protocol and the Paris agreement, characteristics of greenhouse gases in the aluminum industry and aggregates and technology for cleaning from harmful impurities.

Keywords: greenhouse gases of aluminum production, modern purification from perfluorocarbons.

В 2015 г. разработано Парижское соглашение, которое регулирует меры по снижению содержания парникового газа в атмосфере с 2020 года. Соглашение является продолжением Киотского протокола (1997 г.). Согласно Киотскому Протоколу, развитие

страны и страны с переходной экономикой, являющиеся Сторонами Протокола, должны в целом сократить свои выбросы парниковых газов не менее чем на 5% от уровня 1990 года. Уровень сокращения не одинаков. Россия имеет относительно «мягкие» обязательства, не требующие в этот период снижения выбросов ниже уровня 1990 года.

К парниковым газам, контролируемым Киотским Протоколом, относятся: CO_2 (углекислый газ), CH_4 (метан), N_2O (закись азота), ГФУ (гидрофторуглероды), ПФУ, SF_6 . Основной вклад в парниковый эффект вносит CO_2 (около 80%), на долю CH_4 приходится 15-20%, на долю остальных газов – 2,5% парникового эффекта.

В алюминиевой промышленности в процессе работы электролизера из него удаляется ряд вторичных продуктов в виде газа, пыли или твердых отходов. На каждую тонну электролитического алюминия выделяется около 4000 м³ только анодных газов (CO и CO_2), часть которых отсасывается через газоходы в систему газоочистки, а часть попадает через неплотности укрытий в атмосферу рабочей зоны, ухудшая санитарно-гигиенические условия в корпусе. Количество же газовой смеси, направляемой в систему газоочистки составляет от 16 - 19 тыс. нм³ (для электролизеров ВТ) до 240 - 280 тыс. нм³ (для электролизеров БТ) на тонну произведенного алюминия.

Два перфторуглеродных соединения – тетрафторметан (CF_4) и гексафторэтан (C_2F_6) – выбрасываются с ванны при анодном эффекте, в течении непродолжительного времени, одновременно с резким повышением напряжения. Эти соединения относятся к так называемым «новым парниковым газам», отличительной особенностью которых является очень большой удельный парниковый эффект (или потенциал глобального потепления). Потенциал глобального потепления для CF_4 - в 6500 раз больше и для C_2F_6 – в 9200 раз больше, чем у CO_2 .

Перфторуглероды (ПФУ) занесены Киотским Протоколом в список парниковых газов (ПГ), выбросы которых необходимо сокращать. Электролитическое производство алюминия является источником выбросов ПФУ.

При анодном эффекте в анодных газах может содержаться до 30 % CF_4 и 1-2 % C_2F_6 . Выбросы CF_4 на ваннах с обожженными анодами достигают 0,06 кг/т Al , а на электролизерах с самообжигающимися анодами - 0,8 кг/т Al . Парниковый эффект от C_2F_6 выше, чем от CF_4 , но вследствие малых количеств его влияние на общий парниковый эффект меньше, чем от CF_4 .

Таблица 1 - Удельные выбросы на различных предприятиях, кг/т Al

Завод	Всего	Твердые	SO_2	CO	Фтористые соединения
БрАЗ	94,56	30,16	7,58	54,91	2,73
КрАЗ	123,58	18,55	6,61	94,79	2,48
ИркАЗ	112,55	66,82	1,51	40,90	3,27
ВгАЗ	205,32	78,44	2,82	122,78	3,08
НКАЗ	156,64	62,60	2,65	86,09	5,30
НАЗ	117,36	74,85	25,07	71,87	4,46
СаАЗ	96,53	16,29	22,10	55,07	0,35

Очистка электролизных газов от пыли и газообразных веществ. В отходящих из электролизера газах, помимо газообразных веществ, содержатся также капли жидкости и твердые частицы пыли. При охлаждении газов, парообразные вещества, практически

полностью конденсируются в жидкие аэрозоли и затем сгущаются в субмикронные агрегаты сложного состава. В отходящих газах присутствуют следующие частицы конденсированных веществ и газы:

- частицы $C, Al_2O_3, Na_3AlF_6, Na_5AlF_4, AlF_3, CaF_2, C_nH_m$;
- газы $HF, CF_4, C_2F_6, SiF_4, SO_2, H_2S, CS_2, COS, CO_2, CO, H_2O, C_nH_m$.

Уровни концентраций этих веществ в отходящих газах зависят от типа используемого электролизера и качества выполнения таких технологических операций, как обработка ванны, выливка металла, замена анодов, регулирование положения анода и т.д.

Очистка отходящих из электролизера газов осуществляется с помощью аппаратов, действие которых основано на использовании различных способов сепарации частиц из газового потока.

С целью замещения импортных газоочистных технологий, научно-исследовательским и проектным институтом АО «СибВАМИ» и инжиниринговым центром ООО «РУСАЛ ИТЦ» совместно разработана современная технология адсорбционной («сухой») очистки отходящих газов электролизного производства с использованием в качестве адсорбента сырьевого материала – металлургического глинозема [1-3]. Эта технология позволяет эффективно улавливать как пыль, так и фторсодержащие примеси ($HF, SO_2, SO_3, CF_4, C_2F_6$, а также бенз(а)пирен).

В основе концепции новой «сухой» газоочистной установки (СГОУ) заложены современные технологические решения:

- энергоэффективные и низкзатратные самонесущие газоочистные модули;
- современные решения по транспорту чистого и отработанного глинозема;
- высокий уровень управления и автоматизации процесса очистки газов, обеспечивающий высокую степень очистки электролизных газов от загрязняющих веществ.

Улавливаемый на модулях СГОУ отработанный глинозем, насыщенный фтористыми соединениями, возвращается в электролизное производство.

Принцип работы СГОУ. Электролизные газы по системе межкорпусных газоходов подаются на вход в СГОУ, где симметрично распределяются на два газоочистных модуля. Попадая в нижнюю часть реактора, газы проходят через гидравлический пережим (горловину) с повышенным скоростным режимом.

Одновременно с газами в реактор подается адсорбент – глинозем. При контакте газа с частицами адсорбента, в режиме аэровзвеси, происходит процесс адсорбции фтористого водорода глиноземом.

В реакторе осуществляется первая стадия адсорбции HF . Далее, пылегазовая смесь, уже с более низкой скоростью, обеспечивающей увеличение время контакта газа с частицами глинозема, направляется в камеру «грязного газа» рукавного фильтра. При прохождении камеры «грязного газа», за счет значительного падения скорости, крупные фракции глинозема осаждаются в бункерной части фильтра, а мелкие через специальные направляющие лопатки равномерно распределяется по фильтровальным рукавам.

Фильтрация газов осуществляется снаружи внутрь рукавов. В процессе фильтрации газов через формирующийся на поверхности рукавов слой глинозема происходит вторая – завершающая стадия адсорбции HF .

Глинозем, насыщенный фтористыми соединениями, смолистыми веществами и пылью, возвращается в электролизёры в виде сырья. Очищенный газ поступает в атмосферу.

Система автоматического управления (АСУТП «Газоочистка») позволяет осуществлять контроль и управление процессом «сухой» очистки в автоматическом режиме, а также вести постоянный мониторинг эффективности очистки электролизных газов.

Резюмируя вышеизложенное, алюминиевая промышленность России, являющаяся одним из основных источников выбросов парниковых газов, внедряет передовые методы газоочистки, что позволит в перспективе привести экологические показатели производства алюминия в соответствие требованиям Киотского протокола и Парижского соглашения без снижения производства алюминия.

Библиография

1. Григорьев В.Г., Высотский В.Д., Высотский Д.В., Бурмакин А.С., Ларионов Д.А. Разработка и внедрение сухой газоочистки для пятой серии электролиза Иркутского алюминиевого завода // Цветные металлы. – 2009, № 2
2. Д.В. Высотский, А.Д. Шемет, В.Г. Григорьев, С.В. Тепикин, А.В. Игнатьев, А.С. Жердев, А.В. Книжник. Внедрение газоочистных установок «сухого» типа конструкции РУСАЛ в рамках импортозамещения зарубежных технологий. // Сборник докладов X международного конгресса «Цветные металлы и минералы – 2018», - 2018, - г. Красноярск, Россия, - стр.510-516
3. А.В. Книжник, В.Г. Григорьев, А.Б. Ключанцев, С.В. Тепекин, А.П. Пьянкин, М.П. Кузьмин, А.А. Кузаков, Д.В. Высотский. Применение современных расчетных методов для оптимизации конструкций "сухой"газоочистной установки. // Вестник ИрГТУ, 2018,-том 22, № 3, стр. 209-219.

УДК 94 (479.25): 504. 4

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ В «ИСТОРИИ АРМЕНИИ» КИРАКОСА ГАНДЗАКЕЦИ

Крбекян В.Г., кандидат исторических наук., доцент, член -корреспондент МАНЭБ, замдекана факультета чрезвычайных ситуаций и кризисного управления Государственной академии кризисного управления (ГАКУ) МЧС РА. E-mail: krbek@mail.ru

Аннотация. В статье представлен обзор землетрясений, представленных в «Истории Армении» Киракоса Гандзакеци. Описанные события сопоставлены с данными других источников. Впервые определена точная дата Гандзакского землетрясения 1139 г. и последующих за ним афтершоков. Часть источников впервые переведена на русский язык.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, природное бедствие, землетрясение, монастырь, историография.

EARTHQUAKES IN THE «HISTORY OF ARMENIA» KIRAKOS GANDZAKETSI
Krbekyan V.G.

Annotation. The article presents a complete overview of earthquakes in the “History of Armenia” Kirakos Gandzaketsi. The described events are presented in comparison with data from other sources. For the first time were determined the exact date of Gandzak 1139 earthquake and subsequent aftershocks. As well as some of the sources were translated into Russian.

Keywords: emergency situations, natural disaster, earthquake, monastery, historiography.

Армянская средневековая историография чрезвычайно богата обширнейшим материалом, относящимся к природным бедствиям, которые происходили не только на территории Армянского нагорья, но и в сопредельных областях. По временному охвату (около 2000 лет) подобных данных и по богатству материалов Армения уступает в мире разве что Китаю. Известно также, что сведения, относящиеся к землетрясениям, имеют исключительное значение при уточнении международной сейсмической шкалы (MSK-64). Вместе с тем, работа с первоисточниками показывает, что существует немалый материал, нуждающийся в дальнейшей систематизации и, что исследования в этой области далеко не завершены.

Данная статья представляет собой полный обзор землетрясений, описанных в «Истории Армении» Киракоса Гандзакети. Впервые в научный оборот вводится летопись крупнейшего мыслителя средневековой Армении Мхитара Гоша, посвященная землетрясению 1139 г. в Гандзаке, определяется его дата, выявляются последующие афтершоки, уточняется дата землетрясения 735 г. в Вайоц Дзоре.

«История Армении» Киракоса Гандзакети делится на две части. В первой части своего труда Киракос Гандзакети сообщает о знаменитом Вайоц Дзорском землетрясении 735 г. Киракос Гандзакети сообщает и о сильнейшем землетрясении VIII в. произошедшем в области Моз. Гандзакети пишет: «И вот мгла с непостижимой высоты объяла границы Моза, и дней сорок колебалась там земля, и провалившись в бездну, погибло около десяти тысяч голов скота. Поэтому [область та] стала называться и по сей день называется Вайоц-дзор (Вайоц дзор (арм.) - «ущелье вздохов», «стонов»))» [1, с. 75]. Следует отметить, что в представленном фрагменте переводчик Л.А. Ханларян совершила досадную ошибку. В оригинале приводится следующее утверждение «Եւ խորանոյզ եղևալ ընկղմեցան լինկանոյն ոգիք իրրել ւնիւն հազար» [2], что следует переводить: «и провалившись погрузились живые души в количестве десяти тысяч».

Именно эту цифру потерь сообщает другой историк XIII в. Степанос Орбелян, давший не только наиболее подробное описание Вайоц Дзорского землетрясения, но и сообщивший его дату: «Затем неожиданно наступила кара Господня. Густая мгла на сорок дней объяла всю область, было сильное землетрясение и грохот. С глубин до поверхности грозными колебаниями содрогалась земля. Пошатнувшиеся с основания, дома и чертоги становились для жителей могилами. Родники пресекались, а реки исчезали. И все места сотрясаясь колебались. Из пропастей и по воздуху доносились звуки человеческого голоса: Вай дзор! Вай дзор! Десять тысяч человек были заживо похоронены под землей. [Люди] в этом числе сосчитали тех, кого знали, а о количестве незнакомых никто и не знал. Из-за свершившегося область была названа Вайоц-дзор ... Смерть Св. Степаноса произошла в пятнадцатый день месяца хротиц в 184 год армянского летоисчисления (735 г.), т.е. 21 июля, в день поминовения Св. Маргариты и Симеона одержимого» [3, с. 155].

О том же землетрясении повествует историк X в., продолжатель «Истории страны Алуанк» Мовсеса Каланкатуаци (VII в.), – Мовсес Дасхуранци: «[После смерти Степаноса] некоему отшельнику по имени Ной приснился Степанос, который, стоя перед Спасителем, держал подол полный крови и говорил: «Смотри, Господи, сюда, ибо праведен суд Твой». Предупредив [жителей гавара о гневе Божьем], который должен был обрушиться на них, он требовал усердно молиться. [И в самом деле вдруг] непроницаемая тьма опустилась с небес и окутала весь гавар Моз, и сорок дней непрерывно тряслась земля, и около десяти тысяч человек провалилось сквозь землю, поэтому [этот гавар] и был назван Вайоц дзор» [4, с. 162]. Нетрудно заметить, что представленный фрагмент был почти полностью заимствован Киракосом Гандзакеци и говорить о гибели 10000 голов скота неверно.

По поводу количества жертв Вайоц Дзорского землетрясения Карапет Костанянц, впервые опубликовавший историческую статистику землетрясений на территории Армянского нагорья, пишет: «Если даже мы посчитаем, что эта цифра неточна, поскольку в древние времена статистика была в принципе невозможна, тем более при подобных бедствиях, тем не менее, она дает нам примерное представление о количестве жертв землетрясения» [5, с. 6].

Практически все исследователи: историки, геологи, сейсмологи, в том числе и автор данной статьи [6, с. 186] в своих работах представляли 21 июля 735 г. как дату землетрясения в Вайоц Дзоре. Однако это не совсем верно. Дело в том, что Мовсес Дасхуранци, Киракос Гандзакеци и Степанос Орбелян пишут о том, что землетрясение произошло после видения отшельника Ноя (Нона), которое имело место сразу же после смерти Св. Степаноса, убийство которого, согласно Орбеляну произошло днем 21 июля 735 г. – следовательно землетрясение произошло после этой даты. Таким образом, оно не могло произойти ранее 22 июля 735 г.

Относительно сейсмической составляющей землетрясения геолог Надежда Карапетян сообщает, что оно было одним из первых в Зангезуре, и длилось 40 дней, его сила составила порядка 8 баллов, с магнитудой в 5,5, а очаг находился на глубине 15 км [7, с. 21].

Отдельное внимание летописец уделяет катастрофическому Гандзакскому землетрясению 1139 г., к которому обращается дважды как в первой, так и во второй части своего повествования. В первом упоминании Гандзакеци пишет: «В 588 (1139) году было ужасное землетрясение, и разрушился город Гандзак, строения, бывшие в нем, обвалились на обитателей своих. И пришел грузинский царь Дэмтрэ, отец Давида и Георгия, и увез в свою страну ворота города (Деметре I (1125-1156) – грузинский царь. Врата Гандзака и поныне хранятся во дворе Гелатского монастыря в Грузии). От землетрясения обрушилась скала Алхарак и заградила лощину, проходившую сквозь нее; получилось озеро, существующее и поныне, и водится в нем рыба благородная» [1, с. 95]. Во втором сообщает следующие интересные сведения: «В те дни спустились тьма и туман и окутали все горы и поля, началось ужасное землетрясение и была дотла разрушена столица Гандзак. И милостью божией вновь рукоположенный католикос (на церковном соборе 1139 г. Католикосом Алуанка (Албании) был избран Гагик (Григорис) – племянник последнего католикоса – Степаноса) выжил, но от землетрясения погиб великий вардапет Григор (личности вардапетов (архимандритов) Григора и Саркиса, о гибели которых во время землетрясения свидетельствуют Мхитар Гош и Степанос Орбелян в

других источниках не упоминаются, и неизвестны) вместе с множеством других мужей, женщин и детей, коим несть числа, которых убивали строения, обвалившиеся на них. Пришел царь грузинский Дэмтрэ и разграбил всех их имущество; увез в свою страну и врата городские. Обвалилась также гора Алхарак и преградила лошину, проходившую через нее, и получилось море, которое существует и поныне» [1, с. 137].

Наиболее подробную информацию о землетрясении 1139 г. с его датировкой представляет знаменитый средневековый мыслитель и педагог, литературный и общественный деятель, законотворец и историк, богослов и священник Мхитар Гош. Он описывает как само землетрясение, так и последовавшие за ним события. Принимая во внимание историческую значимость его изложения и отсутствие перевода на русский язык, считаем целесообразным привести его почти полностью: «В день восемнадцатый месяца арег, в ночь с пятницы на утро субботы, в день Св. Георгия (согласно расчетам календароведа Григора Брутяна землетрясение в Гандзаке, по сведениям Мхитара Гоша, произошло утром в субботу 30 сентября 1139 г., в день Св. Георгия), на мир опустился яростный гнев Господень. Под натиском ветров (часть средневековых авторов считала, что причинами землетрясений были подземные бури), невероятным колебанием, разрушению подверглась страна Алуанк ... От землетрясения во многих местах областей Фарисос и Хачен было много разрушений, и в долинах, и в горах, и среди них столица Гандзак, которая ушла в бездну, поглотив своих жителей. Многочисленные замки и селения в горах, наряду с монастырями и церквами, обрушились на головы своих жильцов, и бесчисленное множество людей погибло от обрушения башен и строений, и было это в 588 (1139) году армянском. [8, с. 361].

О том же землетрясении Самуэл Анеци пишет: «В 588 г. (= 1139 г.) армянского летоисчисления разрушился город Гандзак, погибли вардапеты Григор и Саркис, разрушилась церковь в Ахпате» [9, с. 132].

О Гандзакском землетрясении сообщают также Степанос Орбелян и Самуэл Анеци. В «Истории Сюника» С. Орбелян пишет: «Земля задрожала с основ. Круглый купол большой церкви в Татеве (храм Св. Петра и Павла в Татевском монастыре (годы постройки: 895-906 г.), расположен на расстоянии 143 км. от г. Гандзак.) слетел и упал на церковь Св. Геворка и на притвор, находящиеся во дворе и полностью разрушил» [3, с. 283]. В своем «Хронографе» Орбелян повествует о разрушениях от землетрясения в монастыре Ахпат: «[В 588 г. (= 1139 г.) во второй день месяца сам, в среду с 7 до 9 часов (согласно расчетам календароведа Григора Брутяна землетрясение в Ахпате, по сведениям Степаноса Орбеляна, произошло с 13 до 15 часов днем 11 октября 1139 г.) солнце померкло] и два вардапета Григор и Саркис погибли и церковь в Ахпате была разрушена» [10, с. 17].

Таким образом, если год Гандзакского землетрясения, подтвержденный многочисленными источниками, а именно – 1139 г. – не вызывает сомнений, то при определении даты возникают некоторые противоречия. Так, в «Хронографе» Степаноса Орбеляна приводится среда после полудня 11 октября 1139 г., в то время как в «Землетрясении в Гандзаке» Мхитара Гоша – утро на субботу 30 сентября 1139 г. Эта разница может быть следствием того, что Гош сообщает о самом землетрясении, в то время как Орбелян представляет афтершок. Можно лишь предположить силу Гандзакского землетрясения, если последствием афтершока стало разрушение церкви в Ахпате, которая

находилась на расстоянии 146 км. от Гандзака. Возможна также версия двух отдельных землетрясений со своими очагами, однако сейсмологи и геологи, анализировавшие землетрясения в Гандзаке и Ахпате, представляют их как единое – Гандзакское [7, с. 172], [11, с. 56].

О силе землетрясения, его магнитуде, глубине очага и количестве жертв важную информацию сообщает геолог Надежда Карапетян: «После 427 г. в этом регионе не было крупных землетрясений. В 1123 г. в районе г. Кировабада (Кировабад – название Гандзака (в настоящее время Гянджа) в 1935-1989 гг.) произошло землетрясение порядка 6 баллов. В том же районе 16 лет спустя, в 1139 г. имело место разрушительное Гянджинское землетрясение. Эпицентр землетрясения расположен в районе горы Алгарак (3066 м.) (Каписдаг). Во время землетрясения горы и долины были покрыты густым туманом. В результате землетрясения разрушились город Гянджа и церковь в Ахпате, многие другие строения. Бесчисленное множество людей (**200-300 тыс.** человек) погибло под развалинами построек. Произошли сильные обвалы, оползни и изменения рельефа. В результате обвалов горы Алгарак заполнилась долина и закрыла направление протекающей в ней реки, вследствие чего образовалось озеро Гёйгёль (Голубое озеро), существующее и в настоящее время» [7, с. 171-172]. Согласно данным Карапетян сила землетрясения составляла 9 баллов (MSK-64), магнитуда – 6,25, а глубина очага составляла 15 км [7, с. 22].

Несмотря на то, что Гандзакское землетрясение достаточно давно стало предметом исследования, многие специалисты до сих пор не пришли к однозначному выводу о его магнитуде. Так геолог Т. О. Бабаян в своей работе приводит магнитуду 7,3, в то время как В. Г. Трифинов и А. С. Караханян указывают цифру 7,5, что еще раз свидетельствует о том, что исследования в данной сфере еще далеки от завершения [12, с. 16, 102; 13, с. 583].

Во второй части «Истории Армении», повествуя о строительстве в 1188 г. Мхитаром Гошем крупнейшего образовательного, культурного и религиозного центра средневековой Армении – знаменитого монастыря Нор (новый) Гетик. Киракос Гандзакец указывает, что причиной, побудившей его постройку стало землетрясение 1187-1188 гг., разрушившее монастырь Гетик в Кайенском гаваре: «Затем было сильное землетрясение, от которого развалились и разрушились высоченные строения во многих местах, в том числе очень сильно пострадала и церковь Гетика, так что не было возможности восстановить ее. Тогда обитатели ее в смятении хотели было разойтись ... Но святой вардапет помешал им претворить в жизнь это намерение: не допустил, чтобы они рассеялись, а [предложил] жить вместе и искать место для поселения» [1, с. 141]. После чего Мхитар Гош основал Гошаванк.

В своем труде Киракос Гандзакец как практически и все средневековые летописцы представил несколько землетрясений, как в качестве очевидца, так и в качестве хрониста. Наиболее значимым и исторически ценным безусловно является знаменитое Гандзакское землетрясение 1139 г., очевидцем которого был сам историограф.

Таким образом в представленной статье проделана следующая работа:

- систематизированы все землетрясения, представленные в «Истории Армении» Киракоса Гандзакца.
- дан правильный перевод фрагмента «Истории Армении» Киракоса Гандзакца относительно жертв Вайоц Дзорского землетрясения 735г. и уточнена его дата.

- впервые представлена дата знаменитого Гандзакского землетрясения 1139 г. и дата последующего за ним афтершока в Ахпатском монастыре.
- впервые в научный оборот введена летопись Мхитара Гоша – «Землетрясение в Гандзаке».

В заключении следует остановиться на научной точности средневековых летописцев вообще, и армянских хронографов в частности. Конечно, представленные ими факты не всегда исчерпывающе полны и не охватывают всего спектра вопросов, связанных с природными бедствиями, как-то: точная дата, ареал бедствия, точное число жертв, их последствия, и т. д. Но мы и не вправе требовать большего, тем более что, порой, именно их свидетельства являются единственными источниками информации. Представленные примеры показывают, что не смотря на то, что средневековая историография отличалась естественным для своего времени теоцентрическим восприятием мира, и не все историографы, и не всегда, в своих трудах останавливались на имевших место катаклизмах природы, а те кто их описывали отображали их неполно, и скорее с эмоциональной точки зрения, чем с научной, источниковедческая ценность трудов армянских летописцев неоспорима и имеет большое значение для решения задач современной прикладной науки, в особенности при составлении карт сейсмического районирования местности.

Библиография

1. Гандзакеци Киракос История Армении / перевод с древнеармянского, предисловие и комментарий Л.А. Ханларян. М.: Наука, 1976, 357 с.
2. American University of Armenia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.digilib.am/book/250/255/3674 (дата обращения: 29.11.2018).
3. Орбелян Степанос История Сюника / перевод с древнеармянского, предисловие и комментарий А.А. Абраамяна. Ереван: Советакан грох, 1986, 616 с. (на арм. яз.).
4. Каланкатуаци Мовсэс История страны Алуанк / перевод с древнеармянского, предисловие и комментарий Ш.В. Смбатяна. Ереван: Изд. АН Арм. ССР, 1984, 258 с.
5. Костанянц Карапет Летопись землетрясений у армян. Тифлис: Типография Т.М. Ротинянца, 1902, 24 с. (на арм. яз.).
6. Крбежян В. Г. Природные бедствия согласно «Истории Сюника» и «Хронографу» Степаноса Орбеляна / Кризисное управление и технологии. № 10, 2016, 232 с. (на арм. яз.).
7. Карапетян Н. К. Механизм возникновения землетрясений Армянского нагорья (сейсмические условия). Ереван: Изд. АН Арм. ССР, 1986, 228 с.
8. Гевонд Алишан Айапатум (сборник исторических материалов об армянах). № 282. Землетрясение в Гандзаке. Т. II-III. Венеция: о-ов Св. Лазаря, 1901, 977 с. (на др. арм. яз.).
9. Священник Самуэл Анеци Сборник исторических документов /предисловие, сопоставления, приложения и замечания Аршака Тер-Микаеляна. Вагаршапат: типография Св. Эчмиадзина, 1893, 302 с. (на др. арм. яз.).
10. Орбелян Степанос Хронограф /подготовил к изданию к.и.н. А. Абраамян Ереван: Матенадаран, 1942, 45 с. (на др. арм. яз.).

11. Степанян В. А. Землетрясения в Армянском нагорье и прилегающих окрестностях. Ереван: Изд-во Армения, 1964, 247 с. (на арм. яз.).
12. Бабаян Т. О. Атлас сильных землетрясений, произошедших на территории Республики Армении, Арцаха и сопредельных областей с древнейших времен до 2003 года. Ереван: Изд-во Тигран Мец, 2006, 140 с. (на арм. яз.).
13. Трифонов В. Г. и Караханян А. С. Геодинамика и история цивилизаций. М., Наука, 2004, 668 с.

УДК 577.472(28)

БИОРАЗНООБРАЗИЕ, ВИДОВЫЙ СОСТАВ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТДЕЛЬНЫХ РЕК НАХЧИВАНСКОЙ АВТОНОМНОЙ РЕСПУБЛИКИ (АЗЕРБАЙДЖАН)

Алиев Салех, доцент, Бакинский Государственный Университет, Alisaleh56@mail.ru; **Сулейманова Ирада**, доцент, Бакинский Государственный Университет; **Байрамов Акиф**, ведущий научный сотрудник Института Биоресурсов Нахичеванской АР

Аннотация. В статье представлена информация о составе образцов, распределении макрозообентоса по биоценозам и его экологическим характеристикам в реках Ордубад, Гилян, Айлис и Дуйлун, которые являются правыми притоками реки Аракс, расположенной на территории Нахичеванской Автономной Республики Азербайджанской Республики.

Ключевые слова: биоразнообразие, окружающая среда, река, макрозообентос, бентос, виды, биомасса, биоценоз, биотоп.

BIODIVERSITY, SPECIMEN COMPOSITION AND ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS OF CERTAIN RIVERS OF NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC (AZERBAIJAN)

Saleh Aliyev, Associate professor; **Irada Suleymanova**, Associate professor. Baku State University; **Akif Bayramov**, Leading Researcher at the Institute of Bioresources of the Nakhichevan AR

Annotation. The article provides information regarding specimen composition, distribution of macrozoobenthos on biocenosis and its environmental characteristics in Ordubad River, Gilan River, Aylis River and Duylun River that constitute right tributaries of Aras River located in the territory of Nakhichevan Autonomous Republic of the Republic of Azerbaijan.

Keywords: Biodiversity, Environment, River, Macrozoobenthos, Benthos, Species, Biomass, Biocenosis, Biotope

The river network of Nakhichevan Autonomous Republic is territory of Lesser Caucasus with the least water flow amount. The total length of continuous flowing and drying rivers is 1752 km, and the average density of hydrographic network is 0,33 km/km. This is 1,4 times or 30% lower than relevant indicator calculated for the Republic of Azerbaijan.

The natural hydrographic network of mountainous are and the part located on the east of Nakhichevan River has been developed relatively well. Here, a comprehensive set of physical-geographical factors has had its impact over the development of river network [4].

Reservoirs, irrigation canals and other hydro-technical junctions and facilities created on the riverbed in recent years to ensure more efficient use of water resources formed in the Autonomous Republic, to improve the supply of drinking water to the population and to meet the needs of agricultural areas for irrigation water are of special economic importance.

The hydrographic network is a wide habitat of aquatic organisms with a rich diversity of species, besides having certain impact on the climate, humidity and temperature of the Nakhichevan depression (Central Aras) as a whole.

The hydro fauna of the Nakhichevan natural region was first studied in 1914 by European and German zoologists K. Shafern and O. Rosen. The mollusk and higher crustacean species they found from many rivers and springs of Nakhichevan territory were new inventions to science, and the first descriptions of the species were reflected in the popular and influential magazines of that time. The catalogue developed by O. Rosen in those years provides a large number of macrobenthic animal species that are considered endemic to the region [10].

Starting from the first years of autonomy, the fauna, as well as hydro fauna of Nakhichevan AR was one of the main study areas where country specialists paid great attention on. The hydro biological research activities in those years were mainly aimed at determining the species composition and geographical distribution of living organisms in aquatic ecosystems [2].

In the 1970s, the representative of the Institute of Zoology of the Azerbaijan Academy of Sciences Z.P.Sofiyev discovered only 12 species of macrobenthic bottom organisms in the Gilanchay. He was able to substantiate with scientific evidence the negative impact of fast water flow in the rivers of the region on the development and full formation of bottom fauna [8].

The specialists of the Nakhichevan Regional Science Center established by the decision of the Presidium of the Academy of Sciences of Azerbaijan on July 7, 1972 conducted the studies according to the instructions by Country Management and found 29 species and forms of macrobenthic organisms in the bottom fauna of Gilanchay; the distribution of those organisms were determined by systematic groups and biocenoses [9].

One of the main trophic links in river ecosystems is the population of macrobenthic species that adapt to different environmental factors, starting from the source up to the mouth, depending mainly on water flow velocity. Observations have demonstrated that the bottom fauna formed in quiet river flows of the region ($> 4 \text{ m / sec}$) is much superior to macrozoobenthos in stagnant aquifers due to the richness of the species (1, p.).

As it is known, the macrobenthic organisms play a significant role in regulation of hydro biological regime of aquifers, and in the food and energy relationships existing between living organisms. Modern circumstances prefer to assess the level of organic pollution of water by biological methods with the use of bio-indicator species. Hydro biological studies allow to determine the reproduction biotope and development dynamics of many blood-sucking (parasitical) dipterans (*Diptera*), which are of medical and veterinary importance. The investigation of bottom fauna expands the understanding of the invertebrate fauna of the region. The aim of the study was to determine the specimen composition of the bottom fauna of the Gilanchay, its main systematic groups and the predominant macrobenthic species in terms of encounter frequency ($P > 50\%$). The research work was carried out using modern methods and tools adopted in hydrobiology. Species have been identified on the basis of final determinants [5].

Overall, the hydrographic network of Ordubad district has been developed relatively well, depending on the relative abundance of atmospheric precipitation. Gilanchay is the largest river in the region. Its length is 53 km, and the catchment area consists of 426 kTl². This river starts from the south-western slope of the Zangazur mountain range, at the altitude of 2700 m a.s.l., and joins the Aras River at 678 m. It is the third river of the autonomous republic due to its water flow amount. The annual flow volume is about 122 mln m³. Its main tributaries are Paragachay, Sagarsu, Nasirvazchay and Arkhadarachay on the right. Water resources of the river are used in drinking water supply of residential settlements located in the basin and Ordubad city, in addition to the irrigation. (9).

A hydropower plant was commissioned in 2010 near to the Bilav village. The river water is collected by a reservoir with a total capacity of 34,000 m³, built on the bed. The water is transferred from the reservoir through a 1540 m long pipe to turbines with a nominal capacity of 20 megawatts at a pressure of 24 atmospheres.

The river flow consists of snow, rain and groundwater. Floods in the spring and summer are natural phenomena for a typical mountain river. 60-70% of the water flow passes through the rivers during this period. Due to its hydro chemical composition, the river water is fully suitable for meeting the needs of the population for drinking water, for economic and technical purposes [3].

As a result of conducted hydro biological studies, 8 species of zooplankton organisms (*Notommata doneta*, *Lecane bulla*, *Polyartra vulgaris*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina crassicornis*, *Odiaptomus acutilobatus*, *Cyclops strenuus* and *Acanthocyclops vernalis*) were found in Gilanchay. Zooplankton fauna as a primary food for baby fish species in the river cannot be formed.

In Gilanchay, 18 species and subspecies of fish were found. Out of those species, *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846) - Top mouth Amur gudgeon and *Neogobius kessleri gorlap* Iljin, 1949 - Caspian bighead goby were recorded for ichthyofauna of the republic for the first time. Valuable *Salmo trutta fario* Linneus, hunted by amateur fishermen in the upper and partly middle flows of the river, 1758 - the local population of River trout is formed. The river does not bear importance for fishing, small and insignificant fish species predominate in the lower reaches [2].

The results of hydro biological studies determined that 90 species of benthic organisms are spread in the benthic fauna of the studied rivers:

Oligochaeta: *Nais behningi* Michaelsen, 1923, *Nais bredscheri* Michaelsen, 1923, *Tubifex tubifex* (Müller, 1774), *Tubifex sp.*, *Eiseniella tetraedra* Savigny, 1826

Hirudinea: *Helobdella staqnal* (Linnaeus, 1758), *Erpobdella octoculata* (Linnaeus, 1758)

Mollusca: *Sphaerium rivicola* (Lamarck, 1818), *Radix auricularia* (Linnaeus, 1758), *Radix lagotis* (Schrank, 1803), *Planorbis planorbis* (Linnaeus, 1758)

Ostracoda: *Candona neglecta* Sars, 1887, *Ilyocypris divisa* Klie, 1926, *Ilyocypris bradyi* G.O.Sars, 1890, *Cyprideis torosa* (Jones, 1850)

Eumalacostraca: *Gammarus lacustris* (Sars, 1863), *Potamon potamios* (Olivier, 1804)
Information is provided regarding the specimen composition, distribution by the biocenoses and environmental characteristics.

Ephemeroptera: *Erhemera vulgata* Linnaeus, 1758, *Acentrella lapponica* Bengtsson, 1912, *Baetis rodani* (Pictet, 1843), *Centroptilum luteolum* (Müller, 1776), *Cleon dipterum* (Linnaeus, 1761), *Ecdyonurus flavimanus* Klapálek, 1905, *Ecdyonurus venosus* (Fabricius, 1775), *Heptagenia sulfurea* (Müller, 1776), *Caenis macrura* Stephens, 1835

Odonata: *Calopteryx virgo* (Linnaeus, 1758), *Epallage fatime* Charpentier, 1840, *Ischnura elegans* (Vander Linden, 1823), *Gomphus vulgatissimus* Linnaeus, 1758, *Ophiogomphus cecilia* (Fourcroy, 1785), *Ophiogomphus forcipatus* (Linnaeus, 1758), *Libellula depressa* Linnaeus, 1758, *Somatochlora metallica* (V.d. Linden, 1825)

Plecoptera: *Amphinemura sulcicollis* (Stephens, 1836), *Leuctra fusca* (Linnaeus, 1758), *Perlodes dispar* (Rambur, 1842)

Hemiptera: *Sigara falleni* (Fieber, 1848), *Nepa cinerea* Linnaeus, 1758, *Plea leachi* McGregor et Kirkaldy, 1899

Coleoptera: *Brychius elevatus* (Panzer, 1794), *Ilybius fuliginosus* (Fabricius, 1792), *Platambus maculatus* (Linnaeus, 1758), *Rhantus frontalis* (Marsham, 1802), *Anacaena limbata* Fabricius, 1792, *Berosus spinosus* (Steven, 1808), *Berosus lirudus* (Linnaeus, 1761), *Hydrophilus* sp., *Hydrobius fuscipes* (Linnaeus, 1758), *Limnius volckmari* (Panzer, 1793)

Trichoptera: *Hydropsyche ornatula* McLachlan, 1884, *Hydropsyche pellucidula* Curtis, 1834, *Ecnomus tenellus* Rambur, 1842, *Philopotamus montanus* Donovan, 1813, *Oxyethira distinctella* McLachlan, 1880, *Rhyacophila nubila* Zetterstedt, 1840, *Molanna angulata* Curtis, 1834, *Leptocerus tineiformis* Curtis, 1834, *Lepidostoma hirtum* (Fabricius, 1775), *Micropterna sequas* McLachlan, 1875, *Potamophylax latipennis* (Curtis, 1834), *Potamophylax rotundipennis* (Bazez, 1857)

Diptera: *Tropula scripta* Meigen, 1830, *Dicranota* sp., *Psychoda* sp., *Pericoma* sp.

Ceratopogonidae: *Culicoides nubeculosus* Meigen, 1830, *Culicoides longicollis* Glukhova, 1971, *Leptoconops caucasicus* Gutsevich, 1951

Simuliidae: *Eusimulium znoikoi* Rubtsov, 1940, *Simulium kurense schachbusicum* Dzhabarov, 1951, *Odaqmia caucasica* Rubtsov, 1956, *Odaqmia variegata* (Meigen, 1804), *Simulium djafarovi* (Rubtsov, 1962)

Chironomidae: *Ablabesmyia monilis* (Linnaeus, 1758), *Thienemannimyia lentiginosa* (Fries, 1823), *Clinotanypus nervosus* Meigen, 1818, *Cryptochironomus defectus* Kieffer, 1913, *Parachironomus pararostris* Harnisch, 1923, *Microtendipes tarsalis* (Walker, 1856), *Cricotopus algarum* (Kieffer, 1911), *Cricotopus silvestris* (Fabricius, 1794), *Cricotopus biformis* Edwards, 1929, *Tanytarsus lobatifrons* (Kieffer, 1913), *Eukiefferella oxiana* (Pankratova, 1950), *Eukiefferella sellata* (Pankratova, 1950), *Orthocladius fuscimanus* (Kieffer, 1908), *Orthocladius thienemanni* (Kieffer, 1906), *Orthocladius rivulorum* (Kieffer, 1909), *Diamesa insignipes* (Kieffer, 1908)

Tabanidae: *Tabanus bovinus* Linnaeus, 1758, *Tabanus autumnalis brunnescens* Szilady, 1914, *Tabanus lunatus* Fabricius, 1794

Using the Serensen coefficient (Ks), the degree of biocenotic similarity of Gilanchay with Duylunchay and Vanandchay was calculated according to the species composition of macrozoobenthos and the following results were obtained [12]:

Gilanchay - Duylunchay: the number of general species - 63; similarity level 75,5%

Gilanchay - Vanandchay: the number of general species - 65; similarity level 79,2%.

The high degree of similarity of the bottom fauna of the rivers running within the territory of Ordubad district in terms of species composition, in other words, the similarity in species diversity should be explained by the similarity of abiotic and biotic conditions for the fauna in these rivers.

According to the results of the taxonomic analysis of the fauna, the macrozoobenthos of the mountain river typical for the region is represented by 3 types, 5 classes, 8 groups, 4 families, 88 genera and 96 bottom species. The main position according to the number of species (84) in the spectrum of fauna belongs to types of arthropods (*Arthropoda*). In terms of relations with habitat, 17 species (up to 18.0% of the total number) live only in water, while the other 79 species are typical inhabitants of the lithoreophilic biocenosis, which have a large advantage in the river ecosystem, and are aquatic (amphibiotic) organisms belonging to the class of insects (*Insecta*).

In the macrozoobenthos of rivers, systematic groups distinguished by the abundance of species diversity are reflected in the diagram below (Figure).

As can be seen, the vast majority of species in the bottom fauna of the Gilanchay (57 species or 60% of the total number) belongs to 5 systematic groups, including aquatic (amphibiotic) insects.

Gammarus lacustris, *Cleon dipterum*, *Ecdyonurus venosus*, *Heptagenia sulfurea*, *Calopteryx virgo*, *Ischnura elegant*, *Ophiogomphus cecilia*, *Somatochlora metallica*, *Ilybius fuliginosus*, *Berosus spinosis*, *Hydropsyche ornatula*, *Hydropsyche pellucidula*, *Potamophylax rotundipennis*, *Eusimulium znoikoi*, *Odaqmia variegata*, *Odagmia caucasica*, *Simulium kurense schachbusicum*, *Ablabesmyia monilis*, *Clinotanypus newosus*, *Cricotopus silvestris*, *Cricotopus biformis*, *Eukiefferella sellata*, *Diamesa insignipes* and other species that belong to Reophile environmental group predominate because of their detection frequency ($P > 50\%$).

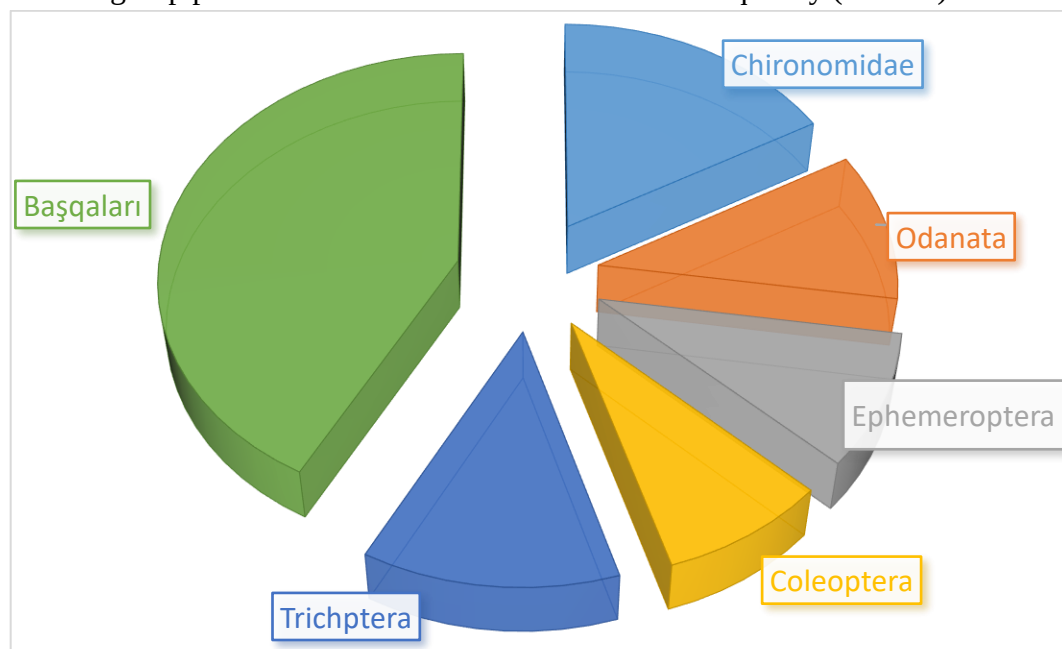


Fig.1. Distribution of macrobenthos by groups

It has been determined that the specimen composition of macrozoobenthos starting from source towards the mouth is exposed to variations related to changes in riverbed morphology and hydrological characteristics. In the middle and lower streams, certain groups are emerged that cannot prefer one or another biotope, according to consequences of sandy, silty and other areas

covered by vegetation, or their mixed forms, which are washed away, displaced as the velocity of water bodies decreases, change to a certain extent with the presence of organic matter. Lithoreophilic, psammophilic, phytoreophilic and peloreophilic biocenoses are relatively stable biocenoses of the river system that are periodically restored.

Ordubadchay starts at the altitude of 3200 m, from the south-western slope of Zangazur range and joins to Aras River. Its length is 24 km; it has 5 tributaries, there is no forest cover in the basin; the river network density of the basin is 0,51 km/km².

During the study period, water temperature recorded as 18-20 °C, pH - 7,2-7,3, oxygen regime was 10,2-9,8 mg/l. 55 species of benthic organisms belonging to 12 systematic groups were recorded for the river. Out of the identified groups, earthworms, mollusks, Mayfly larvae, and Caddis fly predominate in the area. In terms of detection frequency of the species, *Naus Communes*, *N. elingus*, *Costatella cuta*, *Palingenea longistauda*, *loeon Jopterum*, *Ephemerella vulgata*, *Acentrella lapponica*, *Cheumatopsyche gracilis*, and other species are distinguished. The biomass of the benthic organisms in the river is 0.24 g/m², and the number is 102 individuals/m². Mollusks are varied in biomass and number.

Aylischay takes its start from the south-western slope of Zangazur range, and flows into Aras River 346 km upper from the mouth. The length of the river is 24 km, the catchment area is 58 km², and the river network density is 0,54 km/km². The river water belongs to hydro-carbonated calcium class. The mineralization level ranges between 155-280 mg/l.

During the study period, water temperature recorded as 16-17,5 °C, pH - 7,3-7,4, oxygen regime was 10,1-9,8 mg/L. 40 species of benthic organisms belonging to 10 systematic groups were recorded for the river. Out of the identified groups, earthworms, mollusks, Dragonfly larvae, Caddis fly, and May fly larvae predominate in the area.

In terms of detection frequency of the species, *Aulodrilus piquesi*, *Liunodrilus udekenuanus*, *Branchiura sautergyi*, *Lumnaea ceuricularia*, *Costatella cecuta*, *Corbicula fluminalis*, *Onychogomphus*, *Flexuosus*, *Palingenia longiscocuda*, *Hydropsydie instabilis* and other species are distinguished.

The biomass of the benthic organisms in the river is 0.14 g/m², and the number is 66 individuals/m². Mollusks are varied in biomass and number dynamics.

Duylunchay is formed as a result of confluence of Paragazor and Ifordara rivers running through the south-western slope of Zangazur range and flows into Aras River.

The river length is 30 km, and catchment area is 124 km². There is no forest cover in river basin. The water is hydro-carbonated and belongs to calcium water class.

During the observations, water temperature was 15,8-16,4 °C, pH - 7,2-7,0, and oxygen regime was 98-97%.

48 species of benthic organisms belonging to 10 systematic group were recorded for the river. In terms of detection frequency of the species in the river, *Epallage fatime*, *Cloeon simile*, *Corixa punctata*, *Costatella acuta*, *Cricotopus silvetrus*, *Culecordes nubeculosum*, *Simuleum kurense* and other species are distinguished.

The biomass of the benthic organisms in the river is 0.18 g/m², and the number was 126 individuals/m².

Bibliography

1. Bayramov A.B. The impact of environmental factors on the development of benthic fauna in river ecosystems // Newsletter of Azerbaijan National Academy of Science Nakhichevan Office. The series of nature and technical sciences, 2016, volume 12, No. 2, p. 189-197
2. Bayramov A.B., Maharramov M.M., Mammadov T.M., Akhundov A.Y. The results of hydrological and ichthyologic studies conducted in Nakhichevan Autonomous Republic // Newsletter of Azerbaijan National Academy of Science Nakhichevan Office. The series of nature and technical sciences, 2014, volume 10, No. 4, p. 189-197
3. Mammadova F.S., Abbasova D. Geochemistry and distribution characteristics of natural waters in Nakhichevan Autonomous Republic. Nakhichevan, Adjami, 2015, p.91-103
4. Nakhichevan Autonomous Soviet Socialist Republic - 50. Baku, Science, 1975, 360 p.
5. Methodological recommendations for the collection and processing of materials for hydro biological research in freshwater bodies. Zoobenthos and its products. Leningrad, Publishing House of Zoological Institute of the USSR Academy of Sciences, 1984, 51 p.
6. Methods of monitoring in the Caspian Sea: Baku: Polygraph, 2000, p. 33-35
7. Determinant for zooplankton and zoobenthos of fresh water bodies of European Russia. Edited by V.R. Alekseev and S. Ya. Tsalokhin, Volume 2, Zoobenthos. M., Publishing House of Institute of Zoology of Russian Academy of Sciences, 2016, 457 p.
8. Sofiyev Z.F. Benthic fauna of water bodies of the Nakhichevan Autonomous SSR: Author's dissertation for a candidate's degree in Biological Sciences., Baku 1969, 21 p.
9. Farajov D.T., Bayramov A.B., Benthic fauna of the Arpachay and Gilanchay rivers. // Newsletter of Academy of Sciences of the Republic of Azerbaijan. Series of Biological Sciences, 1988, No.5, p. 123-128.
10. Sorensen T.A. A new method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based of similarity of a species content and its applications to analysis of the vegetation on Danish commons ff Biol. skr. Kgl. dan. vid. selsk. 1948. Bd.5, P. 1-34.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 543.27

ПРИНЦИПЫ ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА

Зайцева В.В. кандидат химических наук, старший научный сотрудник, E-mail: viktoriapakalnis@mail.ru ; **Михайленко В.С.** научный сотрудник; **Кича М.А.**, младший научный сотрудник; НИИ кораблестроения и вооружения ВМФ ВУНЦ ВМФ ВМА.

Аннотация. Статья посвящена описанию хемилюминесценции как метода химического анализа. Рассмотрены основы процесса, методы детектирования хемилюминесцентного излучения, аппаратурное оформление, основные достоинства и недостатки метода, а также области его применения.

Ключевые слова: хемилюминесценция, возбужденное синглетное состояние, излучение, проточно-инжекционный анализ.

FUNDAMENTAL PRINCIPLES OF CHEMILUMINESCENCE ANALYSIS

Zaitseva V.V., Mikhailenko V.S., Kicha M.A.

Abstract. The article describes chemiluminescence as chemical analytical method. The nature of chemiluminescence, methods of chemiluminescence detection, instrumentation, main advantages and disadvantages of this type of analysis and its recent applications are of interest.

Keywords: chemiluminescence, singlet excited state, light emission, flow injection analysis.

Люминесценция – излучение, испускаемое молекулой или атомом при переходе из возбужденного электронного состояния в основное. В соответствии с источником возбуждения люминесценцию классифицируют на:

- фотолюминесценцию (флуоресценцию и фосфоресценцию), если источник возбуждения – энергия поглощенного света;
- хемилюминесценцию, если источник возбуждения – энергия химической реакции;
- биолюминесценцию, если источник возбуждения – энергия биокаталитической реакции.

Хемилюминесцентный анализ – метод химического анализа, основанный на измерении светового потока хемилюминесценции. Хемилюминесценцию (Х) можно наблюдать для твердо-, жидко- и газофазных реакций.

Метод используется для количественного анализа образцов окружающей среды, пищи, напитков, клинических исследований. Количественные определения основаны на корреляции между скоростью реакции, по которой проводят определение (индикаторная реакция) и интенсивностью Х. Таким образом, метод Х анализа относится к кинетическим методам анализа и его удобно применять в проточных системах. Скорость индикаторной реакции зависит от концентрации реагентов, концентрации катализатора или ингибитора, ионов водорода и т.д., поэтому с помощью хемилюминесцентного анализа можно определять широкий круг соединений. Помимо часто используемых в индикаторной реакции люминесцирующих органических веществ (люминол, люцигенин, лофин), можно определять окислители (H_2O_2 , O_3 , O_2 , гипохлориты, персульфаты и т.п.), ионы металлов

(катализаторы индикаторных реакций), ингибиторы (ароматические соединения с OH- и NH₂-группами, галоген-производные), соединения, изменяющие кислотность среды, тушители люминесценции. Некоторые примеры применения озон-индуцированной Х представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Примеры применения озон-индуцированной хемилюминесценции [1]

Аналит	Характеристика	Предел детектирования
Хемилюминесценция NO		
В качестве детектора ГХ:		
N-содержащие соединения	Разложение до NO и Х детектирование, универсальный детектор на азот Очистка-захват → ГХ	
Нитрозамин в воде		2 нг/л
Нуклеотид	Детектор капиллярного электрофореза с распылителем	10 пкмоль N
Нитриты, нитраты	Образование NO путем смешения с аскорбиновой кислотой	10 нмоль
Хемилюминесценция олефинов		
Hal-содержащие углеводороды	Тушение O ₃ -этиленовой Х	18 ppmv
Изопрен	Измерение потока изопрена из дерева	0.4 ppbv
Изопрен в выдыхаемом воздухе	Удаление S путем Ag-катионного обменника, захват тепловой миниколонкой. Нет мешающего влияния S и проч.	0.6 ppbv
Хемилюминесценция S		
Универсальное определение S	В качестве детектора для ГХ после конверсии до SO в печи действием H ₂ и воздуха	
DMS	DMS + F ₂ → HCF* + HF [†] , селективная для связи C–S–C	0.012 ppbv
CH ₃ SH, DMS	Захват/разделение с помощью одной колонки, портативный	0.05 ppbv
Хемилюминесценция гидридов		
As, Sb, Se, Sn	Генерирование гидрида → разделение на Porapak Q → Х детектирование	0.15 нг As
As	Последовательное генерирование AsH ₃ → дифференцированное детектирование As (III) и As (V), образец 3 мл	0.05 мкг/л (0.15 нг As)

Преимуществами Х анализа являются:

- высокая чувствительность и широкий динамический диапазон. По сравнению с другими спектроскопическими методами Х анализ в 10⁵ раз более чувствителен, чем абсорбционная спектроскопия и в 10³ раз, чем флуориметрия;
- отсутствие внешнего источника света, как в случае фотолюминесценции, что устраняет трудности, связанные с его нестабильностью, снижается мешающее влияние процессов неселективного возбуждения;
- простое аппаратное оформление;
- широкий круг анализируемых веществ;
- прямая связь интенсивности Х с концентрацией аналита;
- возможность использования метода в сочетании с хроматографией, капиллярным электрофорезом, иммунологическими исследованиями.

Главным недостатком метода является недостаточная селективность, для увеличения которой перед проведением Х реакции осуществляется дериватизация или разделение. Такое возможно только в проточном варианте анализа.

Поскольку люминесценция (Х – частный случай) является не единственным возможным способом возвращения в основное состояние, для правильного выбора условий

проведения детектирования необходимо рассмотреть конкурирующие процессы. Возбужденная молекула имеет ту же геометрию и находится в том же окружении, что и в основном состоянии. В этом случае она либо испускает фотон с того же вибрационного уровня, на который была возбуждена первоначально, либо подвергается вибрационной релаксации для перехода на низший вибрационный уровень синглетного возбужденного состояния перед испусканием фотона. Для изолированной молекулы в газовой фазе релаксационный механизм дезактивации менее вероятен, чем электронный переход в основное состояние. Именно поэтому излучение фотонов в газовой фазе стремятся наблюдать с более высоких вибрационных уровней возбужденных состояний при низком давлении. Напротив, в растворе термическая релаксация вибрационно- возбужденной молекулы – достаточно быстрый процесс за счет передачи избыточной вибрационной энергии от растворенной молекулы растворителю. И действительно, этот процесс настолько эффективен, что вся избыточная вибрационная энергия возбужденного состояния теряется, а процесс занимает $10^{-13} - 10^{-11}$ с. Это означает, что до того, как возбужденная молекула в растворе испустит фотон, она подвергнется вибрационной релаксации, и, следовательно, излучение фотона будет всегда происходить с самого низкого вибрационного уровня возбужденного состояния.

Когда молекула достигает низшего вибрационного уровня возбужденного синглетного состояния, у нее есть несколько путей, один из которых – вернуться в основное состояние за счет испускания фотона. Этот процесс называется флуоресценцией. Время жизни возбужденного синглетного состояния примерно $10^{-9} - 10^{-7}$ с. Благодаря наличию нескольких вибрационных уровней основного электронного состояния, флуоресценция наблюдается не при одной длине волны, а в определенной области, соответствующей нескольким вибрационным переходам, в результате чего в спектре наблюдается полоса, а не узкий сигнал флуоресценции.

Безызлучательный процесс, внутренняя конверсия, при котором молекулы, находящиеся в возбужденном синглетном состоянии, возвращаются в основное состояние, превращая всю энергию возбуждения в тепло, является малоэффективным.

Заселенность триплетных состояний для многих молекул осуществляется в основном из низшего возбужденного синглетного состояния. Этот процесс относится к переходам внутри системы и является спин-зависимым. Молекула, находящаяся в возбужденном триплетном состоянии, может переходить в основное состояние путем испускания фотона: процесс, названный фосфоресценцией. Триплет-синглетный переход является маловероятным. Время жизни возбужденного триплетного состояния может достигать 10 с по сравнению со средним временем жизни возбужденного синглетного состояния $10^{-5} - 10^{-9}$ с.

Помимо описанных процессов возможно также тушение флуоресценции. Различают два вида тушения: статический и динамический. При статическом тушении взаимодействие между потенциально флуоресцентной молекулой и тушителем происходит в основном состоянии, давая нефлуоресцирующий комплекс. Эффективность тушения определяется константой образования комплекса и концентрацией тушителя. При динамическом или диффузионном тушении частицы тушителя и потенциально флуоресцирующая молекула реагируют в течение жизни возбужденного состояния последнего. Эффективность

динамического тушения зависит от вязкости раствора, времени жизни возбужденного состояния и концентрации тушителя.

Отличием Х от фотолюминесценции, как отмечалось выше, является источник энергии возбуждения – энергия химической реакции в первом случае и внешний источник во втором. Обычно в Х реакции участвуют прекурсор (субстрат), окислитель и кофакторы иногда в присутствии катализатора. Субстрат или прекурсор переходит в электронно-возбужденную молекулу, участвующую в процессе прямой или не прямой Х. Катализатором может быть энзим или ионы металлов, которые снижают активационный барьер реакции, увеличивая эффективность Х. Кофакторы иногда необходимы для превращения одного или более субстратов в форму, способную взаимодействовать с катализатором или дериватизации с образованием хорошей уходящей группы, если для образования эмиттера требуется разрыв связи. При не прямой или сенсibilизированной Х энергия от возбужденной молекулы переносится флуорофору. Этот процесс делает возможной Х для молекул, неспособных к прямому излучению.

Чтобы в результате химической реакции происходило излучение, необходимо соблюдение некоторых обязательных условий:

- реакция должна быть экзотермической, чтобы обеспечить образование электронно-возбужденного состояния. Поскольку большинство Х реакций характеризуются полосой излучения в области 400 (фиолетовый) – 750 (красный) нм, образование электронно-возбужденного состояния требует около 40-70 ккал/моль [2];

- механизм реакции должен благоприятствовать образованию именно электронно-возбужденного продукта. Если энергия теряется в виде тепла, например, в результате вибрационной или ротационной релаксации, Х не наблюдается;

- излучение фотона должно быть предпочтительным процессом дезактивации возбужденного продукта реакции по сравнению с конкурирующими безызлучательными процессами.

Для аналитических целей используются реакции, квантовый выход которых колеблется от 0,001 до 0,1, хотя есть примеры применения его к ультраслабым реакциям, происходящим на клеточном уровне, квантовый выход которых меньше 0,001 (часто 10^{-3} – 10^{-2}).

Интенсивность Х зависит от химической структуры субстрата, электронных и стерических свойств его функциональных групп, природы и концентрации других соединений, присутствующих в системе, свойств растворителя, ионной силы раствора и присутствия акцепторов переноса энергии.

Взаимодействие растворителя с субстратом носит в основном электронный характер и характеризуется разницей между энергией электростатической стабилизации основного и возбужденного состояний, которая, в свою очередь, определяет положение и интенсивность полосы Х. Таким образом, на эффективность хемилюминесценции оказывают влияние полярность, способность образовывать водородные связи и молекулярный вес растворителя [2].

В присутствии в системе акцептора энергии потеря энергии возбуждения первоначально возбужденными частицами вызывает тушение люминесценции донора энергии и может привести к люминесценции акцептора. Перенос энергии может происходить одним из двух зависимых от концентрации акцептора способов. При переносе

по механизму резонансного возбуждения или дипольному молекулы донора и акцептора находятся на расстоянии нескольких нанометров друг от друга и напрямую не контактируют. Молекула-донор («передающая антенна») создает вокруг себя электрическое поле, в котором акцептор («принимающая антенна») поглощает энергию, переходя в возбужденное состояние.

Обменный механизм переноса энергии осуществляется только когда электронные облака донора и акцептора контактируют напрямую, то есть, возможно прямое перераспределение электронной плотности. Обменный механизм – диффузионно-контролируемый процесс, его скорость определяется вязкостью среды. Напротив, резонансный механизм не является диффузионно-контролируемым, не зависит от вязкости растворителя и может наблюдаться при самых низких концентрациях акцептора.

Основными инструментальными узлами X анализа являются смешивающее устройство и система детектирования. Существуют три подхода к измерению интенсивности излучаемого света.

1. Статический. Реагенты смешиваются в объеме, расположенном непосредственно перед детектором. Смешивание происходит за счет силы впрыска. Детектирующим устройством является фотоусилительная трубка. Система не применяется в случае быстрых реакций, а также требует замены кювет для каждого измерения.

2. Двухфазная система измерения. В такой системе реагенты нанесены на твердую подложку, аналит доставляется к иммобилизованному реагенту за счет диффузии или конвекции. Излученный свет измеряется фотометром или посредством контактной печати с фотографическим детектированием. На интенсивность X таких систем влияет кинетика реакции и эффективность массопереноса реагентов.

3. Проточные измерения. Реакция обычно осуществляется в спиралевидном потоке, проходящем через ячейку, расположенную перед детектором, за счет чего увеличивается «количество» излучения, попадающего на детектор. Преимуществами данной системы являются: быстрое смешивание, малый объем образца, воспроизводимость результата измерения, применимость к быстрым реакциям, контроль и поддержка постоянства условий среды (температуры, pH, ионной силы). Однако, данный метод позволяет зафиксировать только часть кривой зависимости интенсивности X от времени. Еще один недостаток заключается в том, что форма кривой зависит как от кинетики реакции, так и от параметров проточной системы (скорости потока, длины катушки, размера образца и т.д.).

Существует несколько вариантов проточных методов: проточно-инжекционный анализ (FIA), последовательный инжекционный анализ (SIA), мультипереключающий проточно-инжекционный анализ (MCFIA), мультишприцевой проточный анализ (MSFIA). Подавляющее использование X детектирования в сочетании с FIA связано с легкостью внедрения сложных реакций дериватизации и процессов разделения [3, 4].

Измерение X возможно в одном из двух режимов: в непрерывном потоке или режиме остановленного потока. X системы с непрерывным потоком используются для газо- и жидкофазных реакций. Образец и X реагенты непрерывно нагнетаются и смешиваются в зонах смешения потокового трубопровода, направляются в ячейку или смешиваются и излучают в интегральном реакторе потоковой ячейки. Сигнал наблюдается, когда ячейка полностью заполнена реакционной смесью в определенный период времени после

смешивания. В этом случае наблюдается постоянный и воспроизводимый сигнал. Оптимальная чувствительность достигается путем подбора скорости потока, объема ячейки, объемов каналов переноса потока. Недостатком этого подхода является высокий расход реагента, отсутствие кинетической информации подходит только для медленных реакций.

Метод остановленного потока используется в основном при исследовании быстрых X реакций. В этом случае образец и реагент эффективно смешиваются в реакционной камере и быстро доставляются в ячейку, в которой поток резко останавливают, что дает возможность записать всю кривую зависимости интенсивности от времени и провести кинетические расчеты.

Важным требованием к материалу ячейки является его прозрачность, от которой зависит предел детектирования. Обычно используются материалы, пропускающие в видимой области спектра и совместимые с образцом, такие как стекло, кварц, акрил и другие пластики. Полистирол не рекомендуется к использованию из-за генерирования статического электричества, повышающего уровень фонового сигнала. Для проточных измерений ячейка чаще всего представляет собой спираль, расположенную максимально близко к детектору.

Свет детектируется фоточувствительными устройствами при генерировании фототока. Фотоусилительные трубки – наиболее часто используемые детектирующие устройства, способные детектировать свет низкой интенсивности. Их недостатком является необходимость стабильного источника напряжения, обеспечивающего постоянство усиления. Существуют два типа фотоусилительных трубок, отличающихся положением по отношению к реакционной ячейке: «side-on» и «end-on». Первые занимают меньше места и дешевле, «end-on» усилители имеют большую площадь фотокатода, что обеспечивает большую однородность записи светового потока и отклика. На практике все детекторы генерируют нежелательный выходной фоновый сигнал, связанный с «темновым током». Для минимизации фонового сигнала усилитель охлаждают до 60-0 °С.

К детекторам X анализа предъявляются следующие требования:

- детектирование светового сигнала в интервале нескольких порядков величины интенсивности: от нескольких фотонов до десятков миллионов фотонов в секунду;
- чувствительность по крайней мере в области 400-600 нм, в идеале во всей видимой области (380-750 нм), а также УФ- и ИК-диапазоне;
- прямая линейная зависимость выходного сигнала детектора от интенсивности света во всем диапазоне чувствительности;
- легкость визуализации, записи и анализа сигнала;
- скорость отклика детектора должна быть намного выше, чем скорость X реакции.

Дальнейшая разработка X газовых сенсоров может касаться миниатюризации X детектирующей системы, расширения применения за счет повышения чувствительности и селективности посредством использования новых катализаторов [5]; исследования методов индуцирования X (таких как микроволнового, ультразвукового, магнитного и УФ).

Библиография

1. Toda, K.; Dasgupta, P.K. New Applications of Chemiluminescence for Selective Gas Analysis / Chem. Eng. Comm. / 2008. – Vol. 195. – Pp. 82-97. DOI: 10.1080/00986440701569150
2. Fereja, T. H.; Hymete, A.; Gunasekaran T. A Recent Review on Chemiluminescence Reaction, Principle and Application on Pharmaceutical Analysis / ISRN Spectroscopy / 2013. – Pp. 1-12. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/230858>
3. Morais, I.P.A.; Tóth, I.V.; Rangel, A.O.S.S. An overview on flow methods for the chemiluminescence determination of phosphorus / Talanta / 2005. – Vol.66. – Is. 2. – Pp. 341-347.
4. Булатов А.В., Москвин А.Л., Москвин Л.Н., Вах К.С., Фалькова М.Т., Шишов А.Ю. Автоматизация и миниатюризация химического анализа на принципах проточных методов (обзор) // Научное приборостроение, 2015, Т. 25, № 2, с. 3-26.
5. Lichun Zhang, Jing Hu, Yi Lv, Xiandeng Hou. Recent Progress in Chemiluminescence for Gas Analysis / Applied Spectroscopy Reviews / 2010. – Vol. 45:6. – Pp. 474-489. DOI: 10.1080/05704928.2010.503527. <http://dx.doi.org/10.1080/05704928.2010.503527>

УДК 622.867.324:331.453

АНАЛИЗ ГАЗОВОГО БАЛАНСА РАБОТЫ ШАХТНОГО САМОСПАСАТЕЛЯ С ХИМИЧЕСКИ-СВЯЗАННЫМ КИСЛОРОДОМ

Бабков В.С., старший эксперт ООО «Второе Дыхание», г. Тамбов, e-mail: babkov@zavkomerc.com; **Костеренко В.Н.**, кандидат физико-математических наук, Начальник управления противоаварийной устойчивости, ГО и ЧС АО «СУЭК», г. Москва, e-mail: KosterenkoVN@suek.ru ; **Путин С.Б.**, кандидат технических наук, доктор экономических наук, директор по развитию ООО «Второе Дыхание», e-mail: putins@mail.ru г. Тамбов

Аннотация. В работе приводятся результаты исследования дыхания в самоспасателе с химически связанным кислородом. В частности, составлен баланс по кислороду и диоксиду углерода при проведении испытаний шахтного самоспасателя на имитаторе внешнего дыхания человека. Основанием для проведения работ является необходимость понимания процессов, протекающих в самоспасателе при регенерации выдыхаемого воздуха в связке с современными требованиями к эксплуатационным характеристикам изолирующих средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) на химически связанном кислороде. Результаты работы могут быть интересны широкому кругу лиц, которые используют, разрабатывают или производят шахтные самоспасатели.

Ключевые слова: шахтный самоспасатель, регенеративный продукт, время защитного действия, ресурс самоспасателя, стенд имитации внешнего дыхания человека, искусственные легкие, химически связанный кислород, газовая дыхательная смесь, легочная вентиляция, частота дыхания, дыхательный мешок, остаточный активный кислород, клапан избыточного давления.

THE GAS BALANCE ANALYSIS OF THE MINE SELF-RESCUER WITH CHEMICALLY BOND OXYGEN

Babkov V., Kosterenko V., Putin S.B.

Annotation. The paper presents the results of a study of breathing in a self-rescuer with chemically bound oxygen. In particular, a balance for oxygen and carbon dioxide was compiled when testing a mine self-rescuer on a simulator of human external respiration. The basis for the work is the need to understand the processes occurring in the self-rescuer during the regeneration of exhaled air in conjunction with modern requirements for the performance characteristics of isolating personal respiratory protection equipment (RPE) using chemically bound oxygen. The results of the work may be of interest to a wide range of people who use, develop or manufacture mine self-rescuers.

Keywords: Mine self-rescuer, regenerative product, protection time, self-rescuer resource, test bench for imitation of human external respiration, artificial lungs, chemically bound oxygen, gas breathing mixture, pulmonary ventilation, respiratory rate, breathing bag, residual active oxygen, overpressure valve.

Введение. Одним из ключевых условий сохранения жизни человеком, оказавшимся в шахте в среде, непригодной для дыхания, является своевременное и правильное применение самоспасателя изолирующего типа. Изолирующие самоспасатели на химически-связанном кислороде обладают рядом преимуществ, среди которых:

- полная изоляция органов дыхания пользователя от вредных и опасных факторов окружающей атмосферы;
- постоянная готовность самоспасателя к включению в него человека;
- отсутствие необходимости постоянного технического обслуживания;
- отсутствие в конструкции самоспасателя высоконагруженных элементов, испытывающих воздействие избыточного давления.

Эти свойства и в настоящее время во многом определяют изолирующий шахтный самоспасатель, как основное индивидуальное средство защиты органов дыхания, которым в обязательном порядке снабжается любой человек, спускающийся в шахту.

Вместе с тем, изолирующие самоспасатели на химически-связанном кислороде не лишены серьезных недостатков, таких как отсутствие надежных средств для определения остаточного ресурса самоспасателя, повышенная температура вдыхаемой газовой смеси и повышенное сопротивление дыханию [3, 9].

Также недостатком, присущим всем изолирующим СИЗОД на химически-связанном кислороде, является неэкономное расходование защитного ресурса самоспасателя при повышенной лёгочной вентиляции (более 30 л/мин), которое выражается в постоянной потере пригодного для дыхания кислорода через клапан избыточного давления на фазе выдоха и в завершении времени защитного действия до наступления полной отработки регенеративного продукта, как по выделению кислорода, так и по поглощению диоксида углерода. Это приводит к необходимости увеличения массы регенеративного продукта, и, как следствие, увеличению массы и габаритных размеров регенеративного патрона и самоспасателя в целом [3, 4].

В статье представлены результаты НИР «Пауза» [1,2], выполненной ООО «Второе Дыхание» (г. Тамбов) по заданию АО «СУЭК» (г. Москва) в 2019 г., в части, касающейся составления баланса выделяемого кислорода и поглощаемого диоксида

углерода при работе самоспасателя и определении остаточного активного кислорода в самоспасателе после завершения работы.

Основной целью работы является оценка эффективности применения шахтных самоспасателей на химически-связанном кислороде и возможностей ее повышения в части оптимизации использования ресурса регенеративного продукта. Для достижения поставленной цели решалась задача анализа работы изолирующего самоспасателя, включая составление материального баланса компонентов газовой дыхательной смеси, являющегося результатом взаимного действия комплекса протекающих химических реакций, и определение остаточного кислорода в регенеративном продукте после завершения работы.

Методика исследования. При выполнении работы в качестве представительного образца современных ШС, применяемых на шахтах АО «СУЭК» и других угледобывающих предприятиях России, был выбран шахтный самоспасатель ШСС-ТМ, разработанный и серийно выпускаемый ОАО «Корпорация «Росхимзащита», г. Тамбов.

В качестве основного инструмента для исследований возможностей самоспасателя по регенерации выдыхаемого воздуха был использован стенд имитации внешнего дыхания человека «ОКСИ РОБОТ» типа «Искусственные легкие» (далее - ИЛ), отвечающий требованиям по фактору повторяемости условий испытаний и обеспечению надежного автоматического измерения и фиксации параметров работы системы «СИЗОД-ИЛ» [2,9].

В качестве метода исследования использовался метод сопоставления и анализа качественных и количественных показателей, полученных при динамических испытаниях образцов шахтных самоспасателей.

Динамические испытания заключались в имитации дыхания человека, включенного в самоспасатель при заданной нагрузке, при этом в процессе испытаний на всех этапах измерялись и фиксировались ключевые показатели для оценки соответствия самоспасателя функции защиты органов дыхания человека и требованиям нормативно-технической документации.

В процессе проведения испытаний образцов самоспасателей на стенде «ОКСИ РОБОТ» измерялись показатели, характеризующие соответствие изделий требованиям ГОСТ 12.4.292-2015.

Дополнительно измерялись и фиксировались следующие показатели:

- фактическое время защитного действия самоспасателей, полученное при проведении испытаний;
- объем диоксида углерода, подаваемого в аппарат за время испытания;
- объем газовой дыхательной смеси (далее - ГДС), удаляемой из системы для имитации потребления кислорода, и количество кислорода и диоксида углерода, удаленных через систему имитации потребления за время испытания;
- объем ГДС, который удалялся из системы через клапан избыточного давления (далее - КИД) исследуемого самоспасателя;

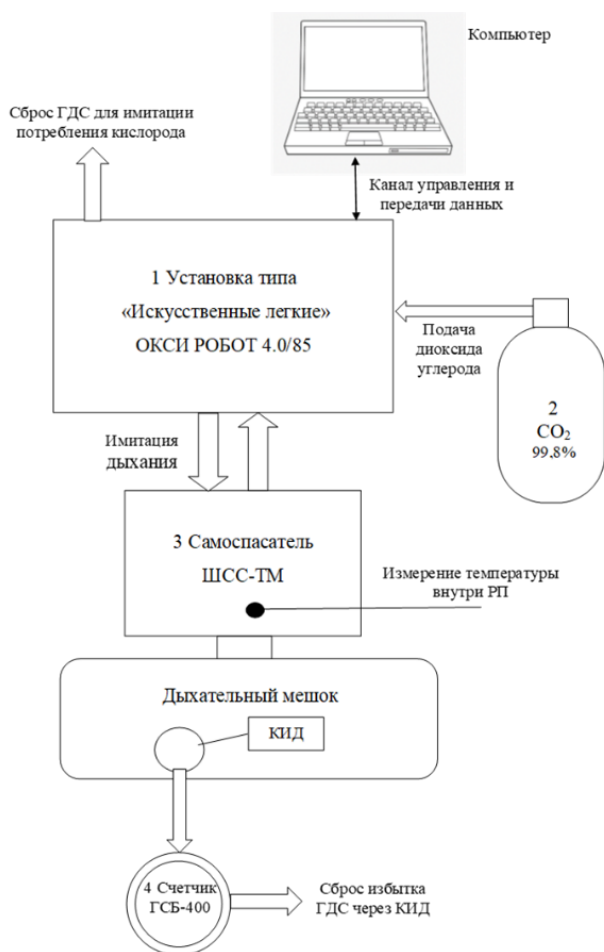


Рис. 1. Схема испытательной установки

- остаточное количество активного кислорода в самоспасателях, после завершения их работы.

На основании результатов, полученных при испытаниях, был составлен баланс кислорода и диоксида углерода в испытательной установке и испытываемом самоспасателе.

Схема установки для проведения испытания с указанием газовых потоков приведена на рис.1. Внешний вид испытательной установки приведен на рис. 2.

Все испытания проводились при температуре в помещении 22 °С, на номинальном режиме по ГОСТ 12.4.292-2015. Номинальный режим часто применяется для подтверждения характеристик самоспасателей заявленным требованиям при проведении приемо-сдаточных и сравнительных испытаний.

Параметры номинального режима приведены в табл. 1.

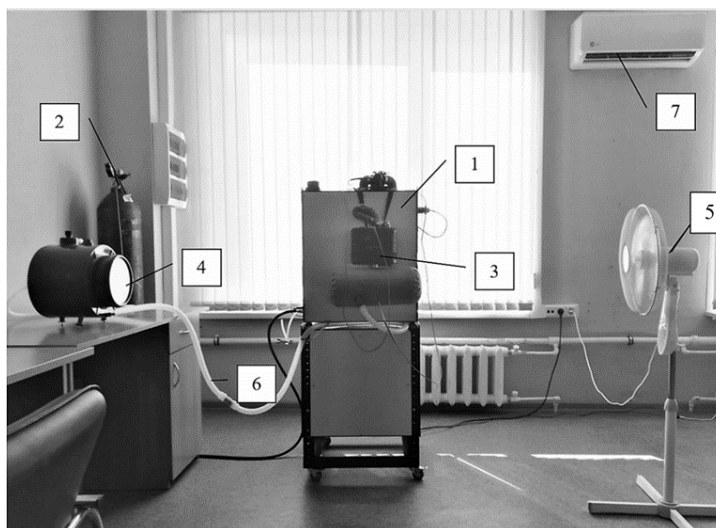


Рис. 2. Испытательная установка

1 – стенд «ОКСИ РОБОТ»; 2 – баллон с диоксидом углерода; 3 – испытываемый самоспасатель; 4 – газовый счетчик; 5 – вентилятор напольный; 6 – соединительный шланг; 7 – сплит-система.

Таблица 1 – Параметры номинального режима

Параметр	Значение
Объем одного вдоха/выдоха (глубина дыхания), дм ³	1,75
Частота дыхания, мин ⁻¹	20
Легочная вентиляция, дм ³ /мин	35
«Выделение» диоксида углерода, дм ³ /мин	1,4
Объемная доля диоксида углерода в выдыхаемой ГДС, %	4
Отбор ГДС для имитации потребления кислорода, дм ³ /мин	1,4
Температура окружающей среды, °С	(20±5)
Температура выдыхаемой ГДС, °С	(37±0,5)
Относительная влажность выдыхаемой ГДС, %	(96±4)

Краткие теоретические основы физико-химических процессов регенерации воздуха. Для изолирующих СИЗОД на химически-связанном кислороде способность поддерживать процесс регенерации воздуха, выдыхаемого человеком или автоматическим стендом типа «искусственные легкие», зависит от наличия в регенеративном патроне достаточного количества регенерирующего вещества, доступного к протеканию химической реакции [3,4]. Основным действующим веществом большинства регенеративных продуктов, является надпероксид калия, KO₂.

Согласно исследованиям [3-7], весь комплекс химических реакций, протекающих при взаимодействии KO₂ с водой и диоксидом углерода, содержащимися в выдыхаемой газовой смеси, можно обобщенно представить в виде уравнения:



где A, B, D, f, p, n, m – мольные коэффициенты, зависящие от условий протекания реакции.

Коэффициенты связаны между собой следующими соотношениями:

$$A = 2f + p \quad (\text{по калию}) \quad (2)$$

$$2B = p(1 + 2n) \quad (\text{по водороду}) \quad (3)$$

$$D = f \quad (\text{по углероду}) \quad (4)$$

$$2A + B + 2D = 3f + p(1 + n) + 2m \quad (\text{по кислороду}) \quad (5)$$

$$m = 0,75A \quad (6)$$

Для анализа уравнения применяются дополнительные коэффициенты:

- молярный коэффициент влаги W;

- коэффициент регенерации K_{рег}.

Дополнительные коэффициенты связаны между собой и с уравнением реакции (1) следующими соотношениями:

$$W = B/D \quad (7)$$

$$K_{\text{рег}} = 1,5 + 1,5W/(1 + 2n) \quad (8)$$

$$K_{\text{рег}} = m/D \quad (9)$$

$$D = 0,75A/K_{\text{рег}} \quad (10)$$

Для составления стехиометрического уравнения реакций в регенеративном продукте самоспасателей, коэффициенты n и p находились из приведенных соотношений. [3,4] Значения параметров K_{рег} и B определялись расчетом по результатам измерений, которые

в процессе испытаний автоматически выполнялись приборами стенда «ОКСИ РОБОТ» [2,9].

Кроме того, в процессе испытаний были задействованы дополнительные средства для измерения количества и состава ГДС на всех потоках, входящих в установку и выходящих из нее (см. рисунок 1).

Условиями испытаний определялись и задавались следующие параметры:

- легочная вентиляция;
- объемный расход подаваемого диоксида углерода;
- объемный расход отбираемой ГДС для имитации потребления кислорода.

Значения указанных параметров приводились к фактическим условиям, в соответствии с ГОСТ 12.4.292-2015 по формулам:

$$W_{\text{л}} = W_{\text{л}}^{37} \times \frac{P-6,3}{P-P_T} \times \frac{273+T}{310} \quad (11)$$

$$V_{\text{д}} = \frac{W_{\text{л}}}{n} \quad (12)$$

$$Q_{\text{CO}_2} = Q_{\text{CO}_2}^{37} \times \frac{273+T}{310} = Q_{\text{ГДС}} \quad (13),$$

где $W_{\text{л}}$ – приведенная легочная вентиляция, $\text{дм}^3/\text{мин}$; $W_{\text{л}}^{37}$ – легочная вентиляция при температуре 37°C , $\text{дм}^3/\text{мин}$; P – фактическое атмосферное давление, кПа ; T – фактическая температура окружающего воздуха, $^\circ\text{C}$; P_T – давление насыщенных водяных паров при температуре T , кПа ; $V_{\text{д}}$ – глубина дыхания, дм^3 ; n – частота дыхания, мин^{-1} ; Q_{CO_2} – приведенный объемный расход диоксида углерода, подаваемого в самоспасатель из баллона, $\text{дм}^3/\text{мин}$; $Q_{\text{CO}_2}^{37}$ – объемный расход диоксида углерода, подаваемого в самоспасатель из баллона, при температуре 37°C $\text{дм}^3/\text{мин}$; $Q_{\text{ГДС}}$ – объемный расход ГДС, отбираемой из системы для имитации потребления кислорода, $\text{дм}^3/\text{мин}$.

Составление газового баланса. Расчет по кислороду. Суммарный объем выделенного кислорода, рассчитывался по формуле:

$$V_{\text{общ. O}_2} = V_{\text{ГДС O}_2} + V_{\text{КИД O}_2} + V_{\text{ост. O}_2} \quad (14),$$

где $V_{\text{общ. O}_2}$ – суммарный объем выделенного кислорода, дм^3 ;

$V_{\text{ГДС O}_2}$ – объем кислорода, покинувшего испытательную установку с ГДС при имитации потребления кислорода, дм^3 ;

$V_{\text{КИД O}_2}$ – объем кислорода, вышедшего с ГДС через КИД, дм^3 ;

$V_{\text{ост. O}_2}$ – остаточный объем кислорода в патроне, определенный в соответствии с экспресс-методикой, дм^3 .

Объем кислорода, покинувшего испытательную установку с ГДС при имитации потребления, рассчитывался по формуле:

$$V_{\text{ГДС O}_2} = Q_{\text{ГДС}} \times C_{\text{сред O}_2} \times \tau \quad (15),$$

где τ – интервал времени измерения, мин ;

$C_{\text{сред O}_2}$ – среднее значение объемной концентрации кислорода, измеренное в ГДС на входе и выходе за интервал τ , %об.

Объем кислорода, вышедшего с ГДС через КИД дыхательного мешка самоспасателя, рассчитывался по формуле:

$$V_{\text{КИД O}_2} = V_{\text{ГДС}} \times C_{\text{сред O}_2} \quad (16),$$

где $V_{\text{ГДС}}$ – объем ГДС, вышедшей через КИД, измеренный с помощью газового счетчика ГСБ-400, дм^3 .

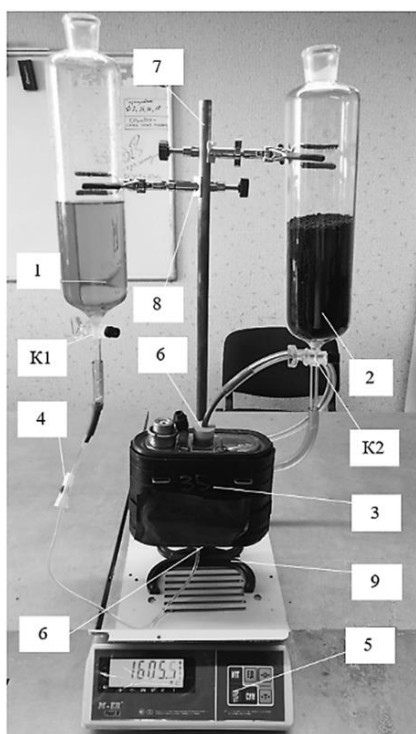


Рис. 3. Установка определения остаточного кислорода

1 – емкость с раствором меди сернокислой объемом 1 дм³; 2 – емкость с индикаторным силикагелем объемом 1 дм³; 3 – регенеративный патрон самоспасателя; 4 – регулятор расхода раствора; 5 – весы электронные с НПВ 6000 г и точностью 0,1 г; 6 – пробки; 7 – штатив; 8 – лапка; 9 – основание штатива. K1, K2 – краны пробковые.

При проведении измерения использовались следующие реактивы и материалы:

- медь сернокислая пятиводная квалификации «Ч» по ГОСТ 4165-78;
- силикагель-индикатор по ГОСТ 8984-75;
- вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72.

Ниже описан пошаговый порядок определения оставшегося кислорода

1) Закрепляют патрон 3 в ложементе штатива 7. Снимают резиновые технологические заглушки с патрубков патрона. Закрывают кран K1, открывают кран K2.

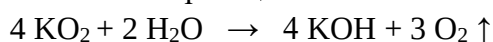
2) В емкость 1 заливают 500-700 мл 5 %-ного раствора сульфата меди пятиводной (CuSO₄·5H₂O). Емкость 2 заполняют индикаторным силикагелем, высота слоя которого должна быть не менее 150 мм.

3) Присоединяют с помощью пробки 6 шланг от емкости 1 к нижнему патрубку патрона 3, аналогично присоединяют шланг от емкости 2 к верхнему патрубку.

4) Взвешивают собранную установку на весах 5 с точностью до 0,1 г.

5) Медленно открывают кран K1 и подают в патрон раствор меди сернокислой. Настраивают скорость подачи раствора с помощью регулятора 4.

6) В патроне происходит взаимодействие надпероксида калия с водой в присутствии ионов меди Cu²⁺ по уравнению химической реакции:



Выделяющийся кислород выходит через верхний патрубок, проходит последовательно через каплеуловительную склянку и емкость 2, заполненную

индикаторным силикагелем для улавливания паров воды, выделяющихся вместе с кислородом при нагреве реакционной массы в патроне.

7) Для контроля сорбционной емкости силикагеля по парам воды используют индикаторный силикагель по ГОСТ 8984-75. Контроль осуществляется визуально, по изменению цвета зерен с синего на розовый. Если более 1/3 высоты нижней части слоя силикагеля в емкости 2 изменяет окраску на сиреневую или розовую, силикагель заменяют на свежий (синего цвета), а увлажненный силикагель регенерируют в сушильном шкафу при температуре $(120 \pm 5)^\circ\text{C}$ до окрашивания в светло-синий или голубой цвет.

8) По мере выделения кислорода масса установки уменьшается, поэтому периодически, один раз в 25-30 мин, взвешивают установку. Считают реакцию оконченной, когда разница массы установки между двумя взвешиваниями не превышает 0,5 г.

9) Остаточный объем кислорода в регенеративном патроне, определялся по формуле:

$$V_{\text{ост. O}_2} = \frac{M_{\text{нач}} - M_{\text{кон}}}{\rho_{\text{O}_2}^{22}} \quad (17),$$

где $M_{\text{нач}}$ – масса установки начальная, г;

$M_{\text{кон}}$ – масса установки конечная, г;

$\rho_{\text{O}_2}^{22}$ – плотность кислорода при температуре 22°C , равная $1,309 \text{ г/дм}^3$.

Расчет по диоксиду углерода. Суммарный объем диоксида углерода, поглощенного самоспасателем за время испытаний, рассчитывался по формуле:

$$V_{\text{общ. CO}_2} = V_{\text{подача CO}_2} - (V_{\text{ГДС CO}_2} + V_{\text{КИД CO}_2}) \quad (18),$$

где $V_{\text{общ. CO}_2}$ – суммарный объем поглощенного диоксида углерода, дм^3 ;

$V_{\text{подача CO}_2}$ – объем диоксида углерода, поданного в установку из баллона, дм^3 ;

$V_{\text{КИД CO}_2}$ – объем диоксида углерода, вышедшего с ГДС через КИД, дм^3 ;

$V_{\text{ГДС CO}_2}$ – объем диоксида углерода, покинувшего испытательную установку с ГДС при имитации потребления кислорода, дм^3 .

Объем диоксида углерода, покинувшего испытательную установку с ГДС при имитации потребления кислорода, рассчитывался по формуле:

$$V_{\text{ГДС CO}_2} = Q_{\text{ГДС}} \times C_{\text{сред CO}_2} \times \tau \quad (19),$$

$C_{\text{сред CO}_2}$ – среднее значение объемной концентрации диоксида углерода, измеренное во вдыхаемой ГДС за интервал τ , %об.

Объем диоксида углерода, вышедшего с ГДС через КИД дыхательного мешка самоспасателя, рассчитывался по формуле:

$$V_{\text{КИД CO}_2} = V_{\text{ГСБ}} \times \frac{1}{2} C_{\text{сред CO}_2} \quad (20)$$

Объем диоксида углерода, поданного в установку, определялся по формуле:

$$V_{\text{подача CO}_2} = Q_{\text{CO}_2} \times C_{\text{баллон CO}_2} \times \tau \quad (21),$$

где $C_{\text{баллон CO}_2}$ – объемная концентрация диоксида углерода в газовой смеси в баллоне, составляющая 99,8 %об.

Результаты исследования. В ходе выполнения исследований было проведено более 70 испытаний шахтных самоспасателей. Каждое испытание завершалось формированием электронного протокола, который на первом этапе обрабатывался индивидуально, а затем полученные результаты сводились в единую базу для групповой обработки.

В настоящей статье предлагаются к рассмотрению данные, полученные из результатов по двум категориям проведенных испытаний.

В таблице 2 представлен усредненный газовый баланс, составленный по результатам испытаний на номинальном режиме.

Таблица 2 Результаты испытаний.

№ п/п	Наименование показателя	Кислород		Диоксид углерода	
		Объем, дм ³	%	Объем, дм ³	%
1	Выход в атмосферу через КИД	104,37	55,79	0,44	0,53
2	Выход с ГДС при имитации потребления кислорода	74,91	40,04	0,64	0,77
3	В регенеративном продукте после завершения испытаний	7,79	4,17	82,03	98,70
4	Выделено регенеративным продуктом	187,07	100	-	-
5	Подано в установку из баллона	-	-	83,11	100
6	Коэффициент регенерации	$187,07/82,03 = 2,28$			

Более наглядно газовый баланс по кислороду и диоксиду углерода представлен на сравнительных диаграммах (рис. 4, 5, 6).

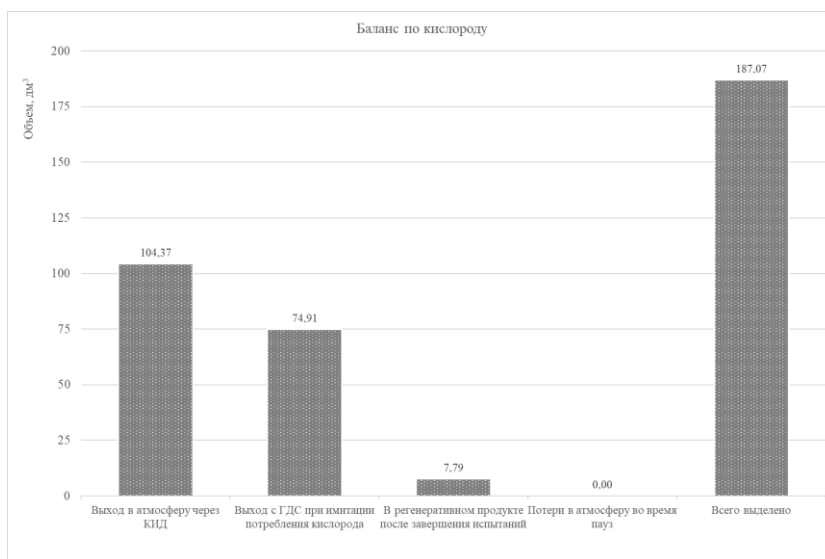


Рис. 4. Баланс по кислороду

Из представленных данных отчетливо видно, что большая часть выделенного кислорода, от 50 до 55 % (рис. 6), не используется для дыхания, а сбрасывается в атмосферу через клапан избыточного давления, который расположен на дыхательном мешке самоспасателя.

Из рис. 5 видно, что около 97% от всего объема диоксида углерода, поступившего в самоспасатель за время испытания до истечения времени защитного действия (в рассматриваемом случае до превышения концентрации диоксида углерода на вдохе более 3 %), поглощается в регенеративном продукте.

Анализируя данные, представленные в табл. 2, 3 и на рис. 4, 5, можно сделать следующие выводы:

- прекращение возможности дыхания в самоспасателе наступает не из-за недостатка кислорода, а из-за исчерпания поглотительной способности регенеративного продукта по диоксиду углерода;

- коэффициент регенерации Крег смещен от оптимального значения 1,2 в сторону увеличения выделения кислорода и снижения сорбционной емкости по диоксиду углерода;

- при наличии дополнительного ресурса для поглощения диоксида углерода (например, с помощью химического известкового поглотителя, типа ХП-И или ХП-ИК) и оптимизации процесса регенерации дыхательной смеси, время защитного действия самоспасателя может увеличиться до 2 раз, пока окончательно не исчерпается запас активного кислорода в регенеративном продукте.

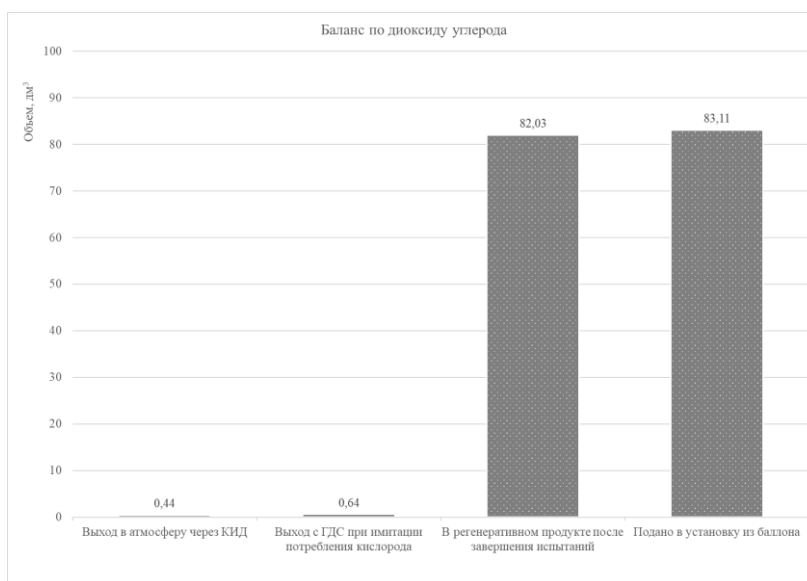


Рис. 5. Баланс по диоксиду углерода

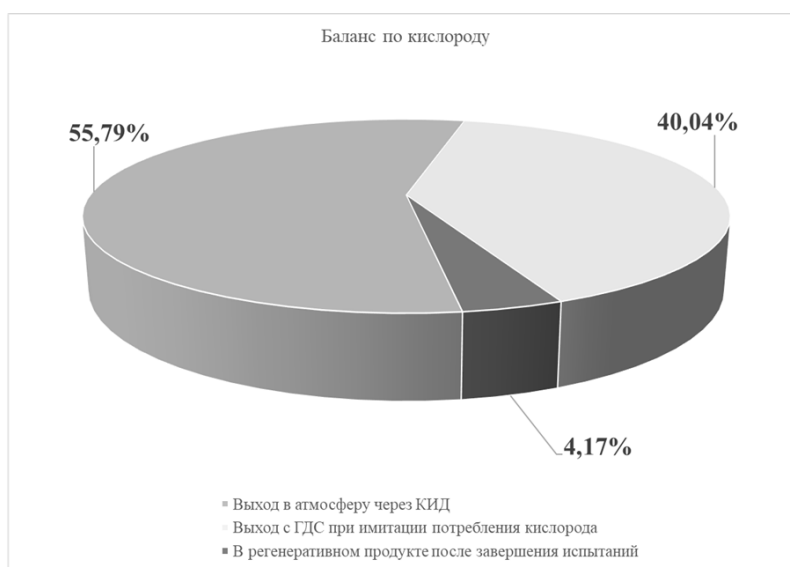


Рис. 6. Распределение кислорода

Фактическое значение суммарного коэффициента регенерации, показывает, что количество выделенного кислорода более чем в два раза превышает количество поглощенного диоксида углерода.

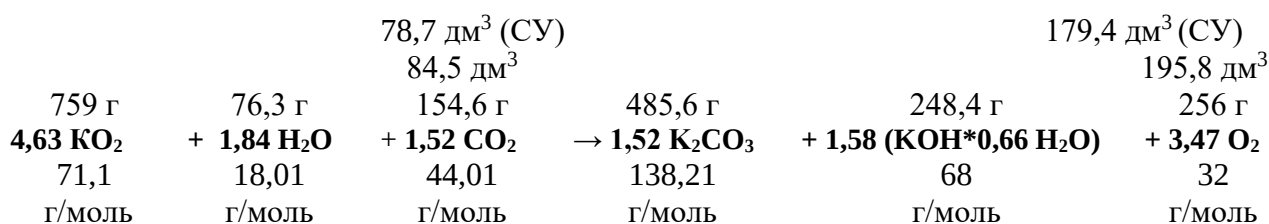
При этом после исчерпания защитного ресурса самоспасателя (после истечения времени защитного действия) некоторое количество активного кислорода, 4-5 % от общего объема, еще остается в регенеративном продукте. Невозможность продолжать дыхание в самоспасателе наступает именно из-за прекращения поглощения диоксида углерода, а не из-за недостатка кислорода.

По данным [3,4] увеличение количества поглощенной влаги приводит к возрастанию коэффициента регенерации, а уменьшение – к его снижению. Удельная сорбционная емкость надпероксидов по диоксиду углерода обратно пропорциональна коэффициенту регенерации. Количество влаги, участвующей в реакции, определяется ее массовой долей в выдыхаемом воздухе.

Молярный коэффициент влаги для воздуха, выдыхаемого человеком и содержащего объемную долю диоксида углерода 4 % и 40 г влаги на 1 кг сухого воздуха, равен 1,6. За время работы самоспасателя с номинальным ВЗД 60 минут в него поступает порядка 98-100 грамм воды, из которых, по данным [3,4], не менее 75 %, или около 75 грамм, сорбируется исходным регенеративным продуктом и продуктами реакции.

В среднем в регенеративном патроне самоспасателя ШСС-ТМ содержится 975 грамм регенеративного продукта на основе надпероксида калия (KO_2). Массовая доля активного кислорода в регенеративном продукте определялась по описанной выше методике, и составила 27,8 %. С учетом остаточного количества кислорода в регенеративном патроне вычисляем массу чистого KO_2 , который принимал участие в регенерации дыхательной смеси. Расчетная масса надпероксида составила 759 г.

Зная количество надпероксида калия, диоксида углерода и воды, которые приняли участие в реакции, а также фактический коэффициент регенерации, составим суммарное уравнение реакции регенерации с помощью соотношений (1-8) и сравним результаты расчета с результатами, полученными при испытаниях и с данными авторов [3,4,8]. Объемы выделенного кислорода и поглощенного диоксида углерода приведем для стандартных условий (СУ) по ИЮПАК (температура 0 °С, давление 100 кПа) и для фактических условий испытаний (температура 22 °С, давление 754 мм рт. ст.).



Молярный коэффициент влаги, $W = 1,21$

Коэффициент регенерации, $K_{\text{рег}} = 2,28$.

При данных коэффициентах удельная сорбционная емкость надпероксида калия по диоксиду углерода должна составлять от 73 до 126 дм³/кг (СУ) [3,4]. Фактически удельная сорбционная емкость составила 103,6 дм³/кг, что прекрасно согласуется с теоретическим расчетом.

Максимальная удельная сорбционная емкость 157 дм³/кг получается при $W = 0$ и $K_{\text{рег}} = 1,5$. Однако указанные значения W и $K_{\text{рег}}$ при стационарном режиме чисто условны, так как реакция не может протекать при отсутствии в воздухе влаги [1].

Максимально возможная удельная сорбционная емкость при коэффициенте влаги $W = 1,2$ составляет $126 \text{ дм}^3/\text{кг}$. Таким образом, поглотив $103,6 \text{ дм}^3$ диоксида углерода на 1 кг надпероксида калия, самоспасатель отработал на 82% от теоретической возможности по диоксиду углерода. При этом всего 40% выделенного кислорода были использованы для дыхания.

Считается, что для нормального функционирования ИДА коэффициент регенерации должен быть не менее $1,2$. Если Крег значительно превышает указанную величину, происходит непроизводительное расходование запаса кислорода, однако если Крег меньше величины $1,2$, то кислорода может оказаться недостаточным для дыхания [3,4].

Расчет также показывает, что суммарный объем выделенного самоспасателем кислорода должен составлять около 195 дм^3 , хотя в экспериментах эта величина составляла $183\text{-}187 \text{ дм}^3$. Это вероятнее всего связано с тем, что до 4% кислорода выделяется из надпероксида калия из-за эндотермического разложения при температуре $130\text{-}148^\circ\text{C}$ [5,6], тогда как внутри регенеративного патрона в конце работы температура составляла порядка 250°C и остаточный надпероксид калия продолжал разлагаться после прекращения дыхания до тех пор, пока температура не опускалась ниже 130°C .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные результаты демонстрируют возможность изучения особенностей работы изолирующих самоспасателей на химически-связанном кислороде с помощью разработанных методик, включающих проведение динамических испытаний образцов самоспасателей на стенде имитации внешнего дыхания человека «ОКСИ РОБОТ» и определение остаточного активного кислорода в регенеративном патроне самоспасателя после завершения его работы.

На примере самоспасателя ШСС-ТМ с маятниковой схемой дыхания и традиционной конструкцией дыхательного мешка и клапана избыточного давления показано, что более половины выделяемого кислорода не используется для обеспечения дыхания человека и сбрасывается в атмосферу, в то время как сорбционная емкость по диоксиду углерода используется более чем на 80% . Прекращение дыхания в самоспасателе практически всегда связано с ростом концентрации диоксида углерода во вдыхаемой ГДС из-за снижения способности его поглощения регенеративным продуктом.

Некоторые способы увеличения степени использования защитной мощности СИЗОД на химически-связанном кислороде описаны авторами [4], и заключаются в изменении состава применяемых регенеративных продуктов, добавках катализаторов, введении дополнительных поглотителей диоксида углерода (например, гидроксида лития), изменении формы частиц регенеративного продукта.

Также разработчикам самоспасателей стоит рассмотреть возможность переноса клапана избыточного давления из дыхательного мешка как можно ближе к лицевой части, снизив тем самым объемную долю кислорода и увеличив концентрацию диоксида углерода в сбрасываемой ГДС.

Повышение эффективности использования защитной функции ИДА может позволить снизить массу и габаритные размеры изделий, в том числе шахтных самоспасателей, при сохранении требований к обеспечению времени защитного действия,

а также предоставить конкурентные преимущества производителям новых СИЗОД, в которых будут использованы технические решения, направленные на решение этой задачи.

Использование стенда имитации внешнего дыхания «ОКСИ РОБОТ» для поиска и проверки различных способов повышения эффективности ИДА в полной мере отвечает современным требованиям к решению задач обеспечения безопасности человека и развития технологий и конструкций, применяемых в области разработки и производства высококачественных средств защиты органов дыхания.

Библиография

1. Бабков В.С., Костеренко В.Н., Путин С.Б. Исследования дыхания в шахтном самоспасателе с неоднократными перерывами // Уголь. 2020. № 12. С. 17-22. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-12-17-22.
2. Бабков В.С., Костеренко В.Н., Путин С.Б. Применение новейшего имитатора внешнего дыхания человека для повышения безопасности промышленного персонала // Уголь. 2020. № 11. С. 29-35. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-11-29-35.
3. Диденко Н.С. Регенеративные респираторы для горноспасательных работ /—М.: Недра. 1990. — 160с.
4. Изолирующие дыхательные аппараты и основы их проектирования /С.В. Гудков, С.И. Дворецкий, С.Б. Путин, В.П. Таров — М.: Машиностроение. 2008. — 187 с.
5. Вольнов И.И. Перекиси, надперекиси и озониды щелочных и щелочноземельных металлов. — М.: Наука, 1964. — 121 с.
6. Вольнов И.И. Перекисные соединения щелочных металлов / М.: Наука, 1980. — 160 с.
7. Гладышев Н.Ф., Гладышева Т.В., Дворецкий С.И., Ферапонтов Ю.А. и др. Регенеративные продукты нового поколения: технология и аппаратное оформление. — М.: Машиностроение-1, 2007. — 156 с.
8. Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник. — Л.: Химия, 1977. — С. 69.
9. Патент на полезную модель RU 186698 U1. Стенд имитации внешнего дыхания человека, предназначенный для испытаний средств индивидуальной защиты органов дыхания. Автор - Романов А.Д.

ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

УДК 614.8

МЕТОДЫ АНАЛИЗА ДАННЫХ В ЗАДАЧАХ РЕГИОНАЛЬНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПРОФИЛАКТИКИ

Рапаков Г.Г., кандидат технических наук, доцент. E-mail: grapakov@yandex.ru; **Горбунов В.А.**, доктор физико-математических наук, профессор; БОУ «Вологодский государственный университет» (ВоГУ); **Баншиков Г.Т.**, доктор медицинских наук, БУЗ «Вологодская областная клиническая больница».

Аннотация: В статье проведен анализ здоровьесберегающих активностей населения на основании социологического опроса. Рассмотрены возможности применения методов анализа данных в целях поддержки принятия управленческих решений в системе региональной профилактики.

Ключевые слова: анализ данных, опрос, профилактика, медицинские активности, факторы риска, артериальная гипертензия, принятие решений.

APPLICATION OF THE DATA ANALYSIS METHODS IN REGIONAL PROPHYLAXIS

Rapakov G.G., Gorbunov V.A., Banshikov G.T.

Annotation. The article deals with the analysis of health saving activities by questionnaire. Application of the data analysis methods for problem of administrative decision making in regional prophylaxis is considered.

Keywords: Data analysis, sociological research, prophylaxis, medical activities, risk factors, arterial hypertension, decision making.

Целенаправленное воздействие на сложный прикладной объект исследования с целью повышения эффективности его функционирования основывается на анализе системных связей с учетом закономерностей исследуемой области. Оптимизация программы развития профилактической деятельности предполагает разработку проблемно–ориентированных систем принятия решений в управлении региональным развитием с использованием современных методов анализа данных и обработки информации.

Среди причин смертности более половины составляют болезни системы кровообращения (БСК), на втором месте — внешние причины, на третьем — онкологические заболевания. В структуре общей смертности БСК составляют 54–56% . Актуальной является задача формирования культуры здорового образа жизни (ЗОЖ) и создания регионального здоровьесберегающего пространства (РЗОП) в образовательных учреждениях области. Закономерности, принципы и системный целеполагающий подход в развитии РЗОП позволяют не только достигать воспитательных целей в обучении ЗОЖ школьников, но и дают знания социальных и педагогических аспектов здоровья взрослым.

В Вологодской области внедрена разработанная в регионе система раннего выявления пациентов с артериальной гипертензией (АГ) на поликлиническом этапе — модель ВВыявления, УЧета и Контроля за больными АГ (ВЫУЧКА). Этому способствует областная целевая (в дальнейшем — ведомственная) программа «Профилактика и лечение

артериальной гипертензии среди населения Вологодской области» [1]. Проблемно-ориентированный подход позволил стабилизировать смертность от БСК, однако ее существенного снижения не произошло [2].

Мероприятия по сохранению и укреплению здоровья граждан требуют постоянно действующей системы межведомственного управления и информационно-аналитической поддержки на всех уровнях [3]. Оценочные показатели распространенности поведенческих факторов риска (ФР) неинфекционных заболеваний (НИЗ) были предложены Государственным научно-исследовательским центром профилактической медицины Министерства здравоохранения. Оценка эффективности развития РЗОП по критериям и показателям, характеризующим распространенность поведенческих ФР, осуществляется с использованием выборочного или сплошного статистического наблюдения, проводимого Вологодским областным центром медицинской профилактики (ВОЦМП). Показатели ЗОЖ субъектов РЗОП, по которым оценивается эффективность его формирования, определяются методом социологического опроса школьников, их родителей и учителей при помощи широко распространенного при исследовании поведенческих факторов риска НИЗ стандартизованного вопросника «CINDI – Дети».

Цель анализа данных социологического опроса, проведенного в настоящем исследовании, состоит в том, чтобы на основе набора анкет определить устойчивые причинно-следственные отношения между показателями в части факторов риска АГ при внедрении областной целевой программы «Профилактика и лечение артериальной гипертензии среди населения Вологодской области». Эти сведения необходимы для оптимизации проведения адресных мероприятий по профилактике заболеваний ВОЦМП и разработке рекомендаций для ЛПР в региональном здравоохранении [4].

Рандомизированная выборка представлена анкетами родителей школьников и создавалась методом случайного отбора. Ошибка выборки не превышает 6% ($\alpha = 0,95$). Результаты проверки на пропуски показали, что наибольшие затруднения у интервьюируемых вызывали вопросы, связанные с «закрытыми» темами для обсуждения, условиями для занятий физической активностью и оценкой отношений ребенка с его окружением.

В качестве целевой переменной выступал показатель «Повышенное АД-значимый ФР». Отрицательный ответ на вопрос: является ли повышенное кровяное давление значимым фактором риска «ФР-повышенное АД = нет» является ложным и свидетельствует о низком текущем уровне медицинской активности интервьюируемого в части ФР артериальной гипертензии.

Поскольку мониторинговое медико-социологическое исследование представляет собой опрос с номинальными признаками, для выявления наличия и направления связи между многовариантными переменными используются таблицы перекрестных распределений (сопряженности, кросстабуляции). Кросстабуляционный анализ показал, что к числу наиболее важных факторов, отрицательно влияющих на здоровье, анкетированные отнесли курение (77,7%) и алкоголь (68,6%). Выявлена рас-тушая «толерантность» по отношению к наркотикам. Лишь 55,1% опрошенных считают их значимым фактором, вызывающим заболева-ния. Неправильное питание (61,7%), низкая физическая активность (73%), стресс (75,9%) и избыточный вес (96,4%) не являются с точки зрения респондентов значимой угрозой для здоровья. При этом 97,4% не могут

сформулировать своих предложений. Результаты анализа перекрестного распределения демонстрируют, что более 97% опрошенных не рассматривают повышенное кровяное давление как значимый ФР. В разрезе социальной активности выявлена устойчивая социальная апатия. Ее величина нарастает по мере смещения фокуса от исполнительных органов власти регионального уровня к муниципальному, поселковому и индивидуальному [5].

Здоровый образ жизни индивида в качестве базовой компоненты включает культуру здоровья, которая формируется у детского населения под влиянием окружения. Основными темами, которые поднимают родители в общении с детьми, являются важные с гигиенических позиций, но тривиальные для школьника рассуждения о чистоте зубов (часто – 60,8%) и тела (часто – 63,1%). Вопросы правильного питания поднимаются не так активно (часто – 54,9%). Более значимые для здоровья темы — о вреде курения (иногда – 45,1%) и алкоголя (иногда – 41%) и необходимости физической активности (часто – 36,2%) затрагиваются реже.

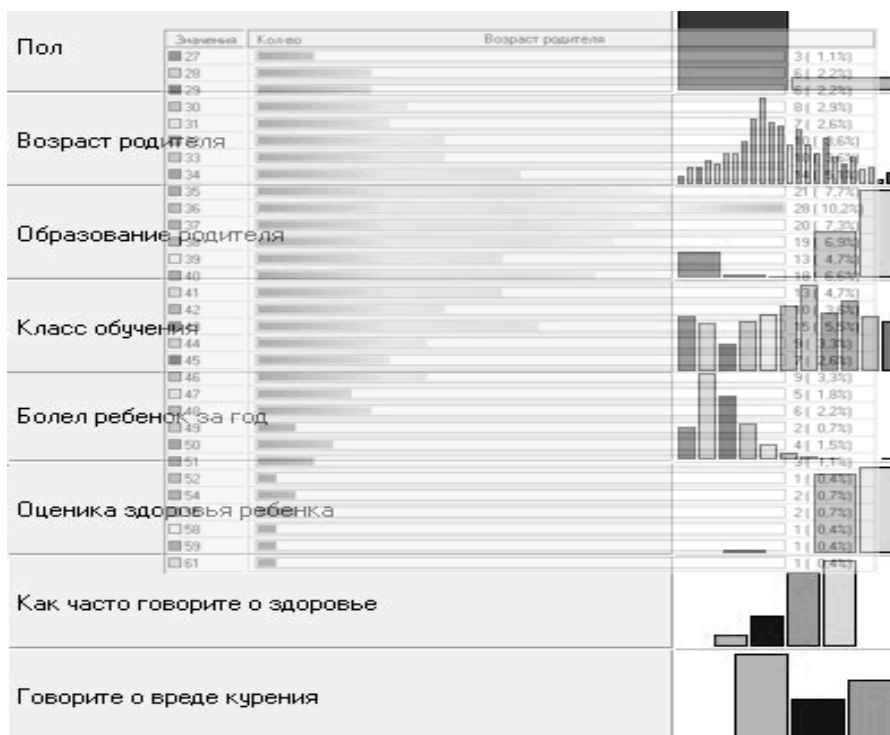


Рис. 1. Статистические характеристики показателей переменных опроса

Ответ на вопрос «Нужна ли программа ЗОЖ в школе» подтверждает важность комплексного подхода к формированию культуры здоровья. Среди лиц, считающих повышенное кровяное давление значимым ФР, отсутствуют те, кто отрицает или затрудняется с ответом о необходимости комплекса мероприятий ЗОЖ в школе. Значение показателя поддержки при этом является максимальным с учетом текущего уровня медицинских активностей населения — 2,3%. Сам фактор риска в данном случае выступает как критерий культуры поведения, обеспечивающей сохранение и укрепление здоровья — базового компонента ЗОЖ (рис.1).

Выполнено медико–социологическое исследование, объектом которого выступала система организации региональной медицинской профилактики. Применение алгоритмов и методов анализа данных в региональной системе медицинской профилактики позволяют обеспечить аналитическую поддержку при принятии управленческих решений в сфере региональной профилактики заболеваемости в целях повышения эффективности областной целевой программы «Профилактика и лечение артериальной гипертензии среди населения Вологодской области».

Библиография

1. Профилактика и лечение артериальной гипертензии среди населения Вологодской области на 2009–2011 годы [Электронный ресурс]: ведомственная целевая программа: постановление Правительства Вологодской области от 28 июня 2010 г. № 739 // КонсультантПлюс: справ.–правовая система / Компания «КонсультантПлюс».
2. Рапаков, Г. Г. Организация системы раннего выявления больных артериальной гипертензией и доступность антигипертензивных средств в Вологодской области: опыт использования кластерного анализа / Г. Г. Рапаков, Г. Т. Банщиков // Архив внутренней медицины. – 2013. – №4. – С. 16 – 23.
3. Рапаков, Г. Г. Интеллектуальный анализ данных в здравоохранении региона (на материалах Вологодской области): монография / Г.Г. Рапаков, Г.Т. Банщиков. — Вологда: ВоГУ, 2014. — 79 с.
4. Кардиоваскулярная профилактика – важнейшее условие снижения смертности населения: методические указания / Г. Т. Банщиков, Е. А. Барачевская, М. Н. Зайцева, Р. А. Касимов, Г. Г. Рапаков. – Вологда: ВоГУ, 2014. – 73 с.
5. Гланц, С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц. – М.: Практика, 1999. – 459 с.

УДК 681.325 + 614.8.084

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Садыг-заде У.А. — преподаватель кафедры аварийно-спасательной подготовки Академии МЧС Азербайджана.

Гаджизаде А.А. – докторант, Азербайджанский университет архитектуры и строительства.

Аннотация. Рассмотрены вопросы разработки информационно-измерительной системы для обеспечения жизнедеятельности человека, приведена структура системы, которая включает соответствующие сенсоры и датчики, измерительные приборы, сигнализаторы и оповещатели, вычислительный комплекс и различные устройства для мониторинга ситуации. Рассмотрены также вопросы обработки выходных сигналов датчиков и сенсоров, основные задачи, решаемые при разработке аппаратно-программного обеспечения систем данного назначения, приведены рекомендации для выбора алгоритмов обработки сигналов.

Ключевые слова: информационно-измерительные системы, чрезвычайные ситуации, сенсор, датчик, обработка сигналов.

INFORMATION AND MEASUREMENT SYSTEM TO ENSURE A SAFE HUMAN LIFE ACTIVITY

Sadyg-zade U.A., Gadzhizade A.A.

Annotation. The issues of developing an information-measuring system for ensuring human life are considered, the system structure is given, which includes the corresponding sensors and transducers, measuring instruments, alarm devices, a computing complex and various devices for monitoring and control the situation. The issues of processing the output signals of sensors are also considered, main problems solved during the development of hardware and software for systems of this purpose, recommendations for the choice of signal processing algorithms are presented.

Keywords: information-measuring systems, emergency situations, sensor, transducer, signal processing.

По мере развития общества и технологий, растут и требования к обеспечению безопасности жизнедеятельности человека. В зависимости от автоматизации сбора и обработки информации в соответствующей области деятельности человека используются различные информационно-измерительные системы (ИИС) которые по назначению могут подразделяться на ИИС для обеспечения управления технологическими процессами, ИИС для проведения научных исследований, ИИС для сбора, обработки управленческой информации, ИИС для оповещения и управления чрезвычайными событиями, ИИС для неотложной медицинской помощи и т.д. Так как большинство ИИС так или иначе связаны с деятельностью человека, или при их функционировании участвует человек или группа людей, которые используют информацию, получаемую от системы для управления, научных экспериментов и принятия управленческих решений, обобщенно ИИС для обеспечения безопасности жизнедеятельности человека должна включить определенные функции и аппаратно-программные части некоторых из вышеуказанных систем. Прежде всего, это наличие различных сенсоров и датчиков, а также программное обеспечение, которые в основном и определяют эффективность функционирования системы такого типа. ИИС может иметь как централизованную, так и децентрализованную – распределенную структуру. Актуальность исследований в данном направлении обуславливается повышением требований к функционированию системы обеспечения жизнедеятельности человека в быстроразвивающихся городах с многомиллионным населением.

Описанная выше система как одна из систем обеспечивающая безопасную жизнедеятельность человека в различных условиях работы и жизни в зависимости от места, условий и процессов, происходящих в открытом или закрытом пространстве, на суше или в воде [1], имеет довольно сложную структуру, в которую входят различные сенсоры и датчики электрических (сила тока, напряжение, мощность, сопротивление) и неэлектрических величин - параметров (температура, влажность, давление, освещенность, радиация, уровень звука, вибрация и т.д.), анализаторы состава воздуха и воды, химической и радиационной обстановки. Перечень всех измерительных средств определяется совокупностью задач, решаемых системой, и ее функциями.

В функции такой ИИС кроме измерения, сравнения, оповещения и выдачи рекомендательных советов, могут входить прогнозирование и адаптация к изменившимся условиям. Адаптивные ИИС являются системами более высокого ранга и имеют сложное и дорогое программное обеспечение. В последние 10-15 лет ИИС такого рода принято

наделять искусственным интеллектом, превращая их интеллектуальные системы [2], которые функционируя также в экспертном режиме, способствуют быстрому реагированию на различные ситуации, позволяют вычислять прогнозные значения параметров среды и выдавать альтернативные рекомендации в зависимости обстановки.

Оповещение о превышении или отклонении какого-либо параметра от нормальных значений, определяемых исходя из соображений безопасности, могут быть осуществлены программным и аппаратным способом, с помощью монитора, различных сирен и оповещателей. Кроме того, ИИС данного типа могут иметь различные исполнительные механизмы для подачи различных реагентов или отключения подачи газа, воды, электричества и т.д.

Развитие беспроводных информационных технологий открыли новые возможности для усовершенствования ИИС как в структурном плане, так и в плане быстрого действия и доступности получения сигналов и информации от удаленных точек контроля. Данная технология позволила повысить эффективность функционирования системы путем разработки дополнительных функций, которое было невозможно до того.

Таким образом, ИИС позволяет, во-первых, произвести мониторинг состояния объекта, процесса, ситуации, во-вторых, при необходимости сигнализировать об опасности, осуществить анализ значимых факторов, оценить вероятность риска в различных ситуациях, в-третьих, прогнозировать развитие ситуации для своевременного принятия соответствующего решения.

Сенсоры и датчики являются одними из основных элементов системы, которые позволяют получить необходимую информацию о различных параметрах среды и контролируемого процесса. Рассмотрим и проанализируем некоторые из сенсоров данного назначения.

Принцип работы температурных датчиков основан на измерении термоэлектрической электродвижущей силы, возникающей на концах термопары, которая состоит из двух металлов с различной электропроводностью. В результате воздействия тепла на спаянный конец датчика на холодных концах термопары возникает разница потенциалов, которая пропорциональна температуре нагрева.

Датчики давления газа и жидкости состоят из сильфонного и трубчатого типа, при воздействии давления, на которые изменяется положение чувствительного элемента – сильфона, трубки Бурдона.

Принцип работы сенсоров угарного газа, сенсоров природного и других типов газа основан на воздействии молекул газа на специальный химический состав, нанесенный на поверхность сенсора, благодаря которому изменяется проводимость сенсора или возникает Е.Д.С., что выявляется путем измерения и усиления и регистрации с помощью специальных схем на полупроводниковых приборах, микросхемах.

Защита от электромагнитного поля осуществляется применением защитного экрана, уменьшающего интенсивность электромагнитного поля и его вредное воздействие.

Уровень радиационного излучения определяется устройствами на основе счетчика Гейгера, а землетрясения – сейсмографами. Необходимо отметить, что прогнозирование времени землетрясения в настоящее время является довольно сложным и практически невозможным.

Химическая обстановка в зоне чрезвычайной ситуации может быть проанализирована с помощью различных хроматографов и датчиков химических элементов и их соединений, а также дозиметров и индикаторов.

Дозиметр—прибор для измерения экспозиционной дозы, кермы фотонного излучения, поглощенной дозы и эквивалента дозы фотонного или нейтронного излучения, а также измерение мощности перечисленных величин. Само измерение называется дозиметрией. В качестве регистрирующего элемента излучения в дозиметрах применяются газоразрядные индикаторы ионизирующего излучения, основанные на эффекте лавинного пробоя ионизированного пространства, при напряжённости поля, близкой к критической, но не превышающей её. Для этого в межэлектродном пространстве счётчика Гейгера поддерживается напряжённость поля в состоянии насыщения, но ниже границы самостоятельного пробоя (тлеющего разряда). Это и есть границы плато Гейгера — горизонтального участка на вольтамперной характеристике этих датчиков. В этом состоянии в пространстве датчика поддерживается напряжённость поля, предельная для данного расстояния между электродами, но недостаточная для возникновения между ними самостоятельного пробоя, и датчик удерживается в запертом пограничном состоянии.

Индикатор—устройство, информационная система, вещество, объект, отображающий изменения какого-либо параметра контролируемого процесса или состояния объекта в форме, наиболее удобной для непосредственного восприятия человеком визуально, акустически, тактильно или другим легко интерпретируемым способом.

Хроматограф—прибор для разделения смеси веществ методом хроматографии. Обычно хроматографы делят на две большие группы: газовые и жидкостные, по типу используемого элюента (подвижной фазы). В газовых хроматографах элюентом (носителем) выступает газ (как правило, инертный, в основном используются водород, гелий, азот и аргон в смеси с метаном), в жидкостной хроматографии носителем является жидкость (как правило, органические растворители, вода и водные растворы используются в особых видах хроматографии, например, в гель-фильтрующей).

Датчик, сенсор — конструктивно обособленное устройство, содержащее один или несколько первичных измерительных преобразователей. Датчик предназначен для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки или хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем.

Датчик может дополнительно содержать промежуточные измерительные преобразователи, а также меру. Датчик может быть вынесен на значительное расстояние от устройства, принимающего его сигналы. При нормированном соотношении значения величины на выходе датчика с соответствующим значением входной величины датчик является средством измерений.

В настоящее время термины «датчик» и «сенсор» используются как равнозначные для обозначения измерительного преобразователя, выполняющего функции восприятия входной величины и формирования измерительного сигнала, хотя термин «сенсор» акцентирует внимание на восприятии входной величины, а термин «датчик» — на формировании и выдаче измерительного сигнала (данных).

Многофункциональные датчики могут воспринимать и преобразовывать нескольких входных величин, и, помимо основной функции (восприятие величины и формирование измерительного сигнала) выполнять ряд дополнительных функций, таких как функции фильтрации, обработки сигналов и т.п. Датчики широко используются в научных исследованиях, испытаниях, контроле качества, телеметрии, системах автоматизированного управления и в других областях деятельности и системах, где требуется получение измерительной информации.

В зависимости от причин катастрофы и процессы, возникающие в том или ином регионе, чрезвычайные ситуации подразделяются на природные катаклизмы, техногенные катастрофы, антропогенные катастрофы, и при каждом из них наблюдается нарушение нормального течения природного или технологического процесса, что требует глобального и системного подхода как для оценки масштаба, возникшего события, так и устранения его последствий.

При описании функций ИИС было отмечено, что одной из характерных особенностей системы является оперативность оповещения – сигнализации, ее быстроедействие. Несмотря на это, в некоторых случаях требуемое быстроедействие системы невозможно обеспечить, так как обстановка, например биологическая или химическая, а некоторых случаях, и должна быть тщательно проанализирована и оценена.

Информация об уровне различных жидкостей, в том числе и воды могут быть получены путем непосредственного и прямого измерений с помощью различных уровнемеров, например ультразвуковых, электро- контактных, поплавковых.

Принцип работы и характеристики отдельных видов сенсоров и датчиков широко освещены в литературе, поэтому не будем подробно детализировать их [3].

Появление микропроцессоров и микроконтроллеров, а затем и программируемых логических контроллеров позволило повысить эффективность сенсоров и датчиков путем сбора и обработки большого объема измерительной информации, по особым алгоритмам наделить датчики, приборы и системы интеллектуальностью [4]. По отношению к датчикам интеллектуальность может означать расширение их функциональных возможностей, применение адаптивных алгоритмов измерения и преобразования, автоматическое изменение поддиапазонов измерения, коррекция нелинейности от температуры и т.д.

Кроме перечисленных выше характеристик, таких как оперативность и быстроедействие, ИИС должны обеспечить точность и достоверность результатов измерения, индикации, анализа и прогнозирования, что достигается как аппаратными средствами, так и программно- алгоритмическими методами. К аппаратным средствам относятся сенсоры, датчики, каналы связи, интерфейсы и вычислительные устройства, регистраторы, разного рода оповещатели, сирены и сигнализаторы. Алгоритмически- программные средства охватывают операционную среду вычислительного устройства – компьютера, в частном случае, микроконтроллера и программируемого логического контроллера, а также пакеты прикладных программ для выполнения возложенных на систему функций. Программирование решения задач обеспечения безопасности жизнедеятельности осуществляется исходя из задач, поставленных перед разработчиком системы. При этом используется целый ряд языков программирования, таких как C++, Delphi, Pascal, Visual Basic, а также языки программирования ПЛК – Ladder, FBD и STL. В

отдельных случаях могут быть использованы специальные языки программирования из программного обеспечения микроконтроллеров (Ассемблер и т.д.).

Исходя из вышеуказанного оптимальную структуру ИИС для обеспечения жизнедеятельности человека в городских условиях можно представить в следующем виде (рис.1). При этом для контроля и мониторинга большого пространства целесообразно использовать или распределенную структуру, или же комбинированную структуру, сочетающую преимущества обеих структур с целью эффективного выполнения функций и задач, возложенных на ИИС такого рода.

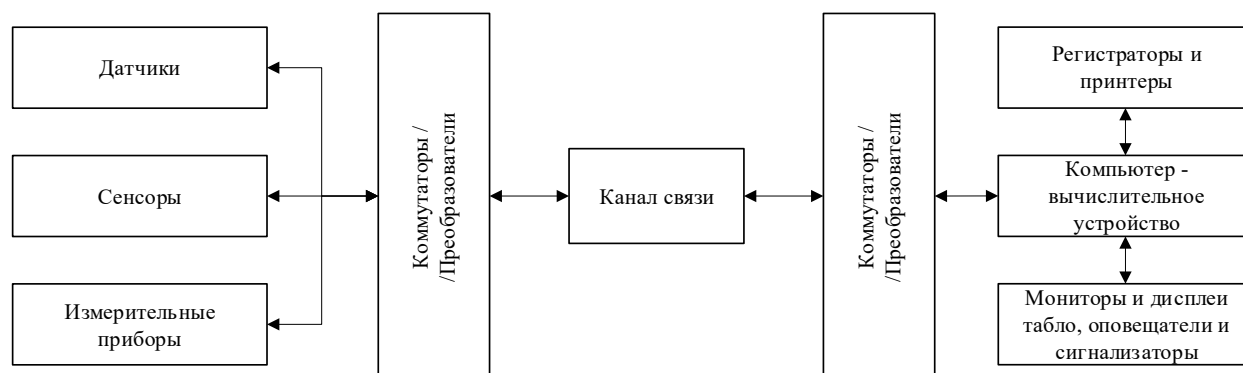


Рис.1. Обобщенная структурная схема ИИС обеспечения безопасности жизнедеятельности

Совокупная погрешность результатов измерения и представления информации в ИИС определяется погрешностью отдельных сенсоров, датчиков, аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей, погрешностью, вводимой каналом связи и коммутаторами, и наконец, вычислительного устройства. Следует отметить, что в настоящее время разрядность цифровой части системы, а именно компьютера в большинстве случаев удовлетворяет требованиям по погрешности.

Одним из основных задач, решаемых при разработке ИИС для обеспечения жизнедеятельности, является повышение информативности результатов измерений, полученных от сенсоров и датчиков. Существуют различные аппаратные и алгоритмические способы достижения требуемого значения указанного параметра, однако усложнение задач, решаемых системой и соответственно ее функций, требует постоянного совершенствования информационного обеспечения. Выходной сигнал ряда сенсоров и датчиков, подключенных к системе, является зашумленной индустриальными помехами и помехами техногенного и естественного характера, что вынуждает к применению различных фильтров и алгоритмов обработки результатов измерения. Как показывают исследования, даже после такой обработки, основанной на детерминистическом и статистическом подходе, информативность сигналов датчиков в некоторых случаях не удовлетворяет, повышенным требованиям современных систем, что приводит к ошибочным результатам и к ошибке в принятии соответствующих решений по ним.

При этом значительную трудность представляет решение задачи выделения и обработки информативной составляющей сигналов датчиков в условиях неопределенности из-за влияния интенсивных помех с различными спектральными характеристиками. На современном этапе развития систем данного назначения применение системного подхода к решению данной задачи предполагает использование также результатов теории нечетких

множеств, предложенной профессором Л.Заде, и ее приложений к нечеткой обработке сигналов. Указанный подход существенно расширяет возможности выделения из зашумленного выходного сигнала датчиков основного составляющего сигнала с применением теории цифровой обработки сигналов и нечеткой обработки в цифровой среде.

Таким образом, повышение точности и достоверности результатов измерения в ИИС в сложных помеховых условиях и в условиях неопределенности является приоритетной задачей при разработке высокоэффективной ИИС. Информационная модель сигналов и помех при этом должны основываться на алгоритмах нечеткой обработки, что требует определения лингвистических переменных для соответствующих параметров сигналов, алгоритмов обработки, адаптивных к изменениям фоновых значений измеряемых величин. Лингвистическая модель сигнала и помех, а также правильный выбор характеристик сенсоров и датчиков позволяет существенно повысить достоверность и точность результатов, выдаваемых системой. Решение задач фаззификации, логического вывода и дефаззификации осуществляется по функциям принадлежности каждого параметра по известным моделям нечеткой логики, таких как дефаззификация по взвешенному среднему или моделей Мамдани и Сугено.

Заключение. Для разработки ИИС данного назначения, необходимо исследовать соответствующие процессы, приводящие к изменению нормальной ситуации или обстановки, определить контролируемые и управляемые параметры, информативность каждого параметра, выбрать соответствующие измерительные средства, разработать алгоритм функционирования системы.

Основные направления исследований должны охватить разработку программно-алгоритмического обеспечения системы на основе указанных методов нечеткой логики и проверки полученных алгоритмов путем компьютерного моделирования.

Использование решающих правил логического вывода позволяет достичь приемлемой помехоустойчивости сигналов сенсоров, точности и достоверности результатов измерений, а в некоторых случаях - существенно уменьшить объем обрабатываемой информации, повышая быстродействие и интеллектуальность системы.

Для обеспечения полноты информации необходимо предусмотреть возможность ввода измерительной информации с использованием удаленного доступа по интернет технологиям от отдельных средств измерения (дозиметров, хроматографов и т.д.), которые не могут быть непосредственно подключены к системе, с учетом информационной безопасности.

Библиография

1. Ефремов, С.В. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: учеб. пособие / С.В. Ефремов, В.В. Цаплин; СПбГАСУ. – СПб., 2011. – 296 с.
2. Золотов С.И. Интеллектуальные информационные системы: учебное пособие / С.И. Золотов. - Воронеж: Научная книга, 2007. – 139с.
3. Раннев Г.Г., Тарасенко А.П. Методы и средства измерений. -М: «Академия», 2004, - 336 с.
4. Суроги́на В.А. Информационно-измерительная техника и электроника. / В.А.Суроги́на, В.И. Калашников, Г.Г. Раннев. -М.: Высшая школа, 2006. -512с.

В ПОРЯДКЕ ОБСУЖДЕНИЯ

УДК 303.732.4; УДК 532.528.2; УДК 537.876.46

ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ, АКТИВИРУЕМЫЕ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫМИ ФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Шамис Е.Е. доктор в технической науке, профессор, Технический университет Молдовы, академик МАНЭБ (Молдова); **Иванов В.Д.** доктор технических наук, предприятие ERMIS, директор, академик МАНЭБ (Россия); **Присяжнюк М.И.** доктор философии, кандидат технических наук, доцент, академик МАНЭБ, строительная компания (Одесса), зам. генерального директора (Украина); **Бурьянов А.Ф.** доктор технических наук, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (Россия); **Зубко В.Е.** д-р инженер, учёный секретарь Молдавского отделения МАНЭБ (Молдова)

Аннотация: Инновационные идеи, заложенные в основу конструирования материалов, смесей из них и технологий представлены впервые. Они разработаны на базе системного подхода к решению проблем в различных сферах жизнедеятельности современной цивилизации. Предложены, изучены и применены научно-инженерные физические методы активации исходной материальной субстанции: управляемая (регулируемая по агрессивности) гидродинамическая кавитация; концентрируемое неионизирующее облучение.

Для реализации в практике создано и испытано оригинальное оборудование, экологичность и технико-экономическая эффективность которого апробированы в производственных условиях.

В итоге многолетних исследований получены уникальные результаты по наиболее важным характеристикам в строительной, агропромышленной отраслях экономики и в других приоритетных направлениях.

Ключевые слова: активация, электромагнитные излучения, кавитация, бетон, системный анализ.

INNOVATIVE MATERIALS AND TECHNIQUES ACTIVATED THROUGH APPLICATION OF RESEARCH ENGINEERING PHYSICAL METHODS.

Shamis E.E., Ivanov V.D., Prisyazhnyuk M.I., Buryanov A.F., Zubco V.E.

Annotation. Innovative ideas underlying the design of materials, mixtures thereof and technologies are presented for the first time. They have been developed applying a system approach to the solution of problems in diverse spheres of activity vital for the modern civilization. Research and engineering physical methods are proposed, examined and applied for activation of initial material substance: adjustable (aggressiveness- controlled) hydrodynamic cavitation; exposure to concentrated non-ionizing radiation.

Original equipment was developed and tested for practical implementation and its environmental friendliness as well as technical and economic efficiency were tested in an industrial environment. As an outcome of many years of research, unique results were obtained regarding the most important characteristics in construction, agro-industrial sector and other priority areas of economy.

Keywords: system analysis, electromagnetic radiation, cavitation, concrete.

Представляемая научно-инженерная работа включает комплекс многолетних исследований, технологических расчётов, результаты промышленных экспериментов и серийного производства материалов, формовочных смесей, изделий из них и технологий, активируемых инновационными физическими методами. Выбор научных и конкретных инженерных решений базируется на методологиях системного анализа проблемных ситуаций, конструирования состава, изготовления и применения разнообразных формовочных смесей и др. В них были внесены изменения и дополнения применительно к нашей теме.

Технологии, создаваемые на данной теоретической основе, могут быть успешно использованы в некоторых отраслях экономики, а также в других сферах жизнедеятельности. По результатам опытного и серийного производства, такие технологии экологически безупречны, гидро-, энергоэффективны, экономичны

В качестве ведущих физических методов активации в нашей работе впервые были предложены, исследованы и апробированы в производственной практике [1,2]:

- образование в потоке перемешиваемой смеси управляемой (регулируемой по агрессивности) гидродинамической кавитации;
- воздействие на объект концентрируемыми неионизирующими излучениями космического и земного происхождения.

Устройства, сконструированные с целью реализации этих физических методов активации, не требуют дополнительных затрат энергии или других ресурсов для обеспечения их функционирования.

На современном этапе исследований для использования в практической деятельности предлагаются приведенные ниже направления, «востребованные экономикой», которым всё-таки следует быть понастойчивей.

- Строительная отрасль

Предложено замещение крупных заполнителей в бетонах (щебня и др.) на пески, искусственно изготовленные или естественные, включая барханные, использование морской воды взамен питьевой пресной. Такие мелкозернистые бетоны пригодны для любых видов строительства. Опытное и серийное производство формовочных смесей и изделий на гипсоцементно-пуццолановом вяжущем и гипсе марки 100 было организовано с нашим участием в Москве. Прочность на сжатие изготовленного продукта превысила на 72% марочную прочность самого вяжущего. Испытано в Национальном исследовательском Московском государственном строительном университете. Как вариант, изготавливались квазикомпозитные изделия из гипса с базальтовыми фиброй и тепло- и звукоизолирующими вкладышами для стеновых ограждений (рис. 1, 2).

Мелкозернистые бетоны на портландцементе марки 400 изготавливались в опытном порядке в Кишинёве (рис. 3) с обычным песком, шлаком, а также с керамзитовым песком. В любых вариантах прочность на сжатие превышала марочную прочность цемента на 15...25%. К примеру, на керамзите прочность на сжатие составила 50,7 МПа при плотности 1459 кг/м³, что легче такого же обычного бетона на щебне из твёрдых горных пород на 700...800 кг. Испытания образцов осуществлялись в Молдове и США. В Одессе (Украина) успешно проводились опыты с подобными смесями на морской воде, причём не только на портландцементе, но и на гипсе.

- Активация воды

Эксперименты были поставлены нами в Молдове и Украине на пресной и морской воде. Пробы воды из реки Днестр после сконцентрированного неионизирующего облучения показали содержание микроорганизмов в 10 раз меньше нормы, достигаемой обычно с помощью химических реагентов. Испытания выполнялись в специализированной лаборатории предприятия, подающего питьевую воду в гор. Кишинёв.

- Аграрно-промышленная отрасль

Активированная вода может быть особо эффективна при использовании для орошения, питья людьми и животными, рыбоводства и других целей. К примеру, в США (штат Вашингтон) при капельном орошении за один сезон кусты малины поднялись с 1,2...1,3м до 3,5м при увеличении урожайности (рис.4). Неионизирующее облучение использовалось для резкого улучшения качества вино-коньячной продукции, что испытано в Молдове и Франции.

- Защита электронных устройств

Вредные излучения от мобильных телефонов, компьютеров, планшетов и других электронных устройств могут быть в значительной степени нейтрализованы с помощью защитных чипов, покрытых специальными формовочными смесями. Такие чипы разработаны, испытаны и апробированы в процессе исследований по данной тематике в Молдове, России и др.

- Жизнеобеспечение

Разработаны методики безопасности жизнедеятельности, в частности с помощью контрбактериальных чипов многоразового использования, размещаемых в защитных медицинских масках. Отработана методика повышения энергонасыщенности организма человека с использованием гибких концентраторов неионизирующих излучений. Они применялись и для лечения некоторых заболеваний. Способ не предполагает дополнительных затрат энергии. Испытано в Молдове, России, Украине и др.

- Активация углеводов [1]

Методика обеспечивает снижение расхода углеводородного топлива (жидкости, газа) в стационарных и транспортных устройствах с одновременным резким уменьшением вредных примесей в выхлопных газах. Испытания проводились в Молдове и других регионах. При этом расходы топлива уменьшились на 20...25% с минимизацией в 3 раза содержания CO и NO в выхлопных газах.

- Экология

Главные факторы, обеспечивающие экологическую безупречность по все направлениям, приведены ниже:

- исключение крупных заполнителей (щебень и др.) из состава бетонных формовочных смесей без потери и даже с улучшением их качества;
- возможность использования барханных песков пустынь в мелкозернистых активированных формовочных смесях;
- очистка и активация пресной питьевой воды без использования химических реагентов;
- замена пресной воды на морскую в составе мелкозернистых бетонных формовочных смесей (пресная вода составляет всего 2% от общего объёма воды на нашей планете);
- резкое снижение количества вредных выбросов в атмосферу, входящих в состав выхлопных газов от двигателей на углеводородном топливе.

- Ресурсоэффективность

Основные факторы ресурсоэффективности приведены ниже:

- практически полное использование вяжущего в составе мелкозернистых бетонных формовочных смесей;
- снижение расхода углеводородного топлива в работающих двигателях;
- уменьшение расхода воды в технологиях за счёт её активации;
- снижение расхода электроэнергии в производстве формовочных смесей и других сопутствующих технологиях.

- Реальная перспектива

По результатам данной научно-инженерной разработки ведутся исследования и апробация в исключительно важных направлениях:

- конструирование новой строительной подотрасли на основе активированных бетонных формовочных смесей, включая сложные регионы с ограниченными возможностями по воде, энергии и др.;
- снижение вредных выбросов в атмосферу через дымовые трубы предприятий, теплоэлектростанций, котельных и т.д.;
- ликвидация ядохимикатов и генной модификации в аграрно-промышленной отрасли с заменой их на активированную и озононасыщенную воду.



Рис. 1. Формующий узел технологической линии по производству стеновых материалов из активированной строительной смеси (Москва, 90-е годы)



Рис. 2. Формы перегородочных плит (Москва, 90-е годы)

2. Системная идеология [6,7].

• Актуальность

В 40-ых...50-ых годах XX века для оценки крупных военно-промышленных проектов в США начали применять метод системного анализа, основанный на математических расчётах. Цель – установить оптимальный из принятых в проекте вариантов решения проблем. Конечно, системный подход к решению проблем существовал всегда, но в качестве методологического, научно обоснованного инструмента, он стал применяться именно в этот период.

Решая конкретные проблемы в менее громоздких, но не менее значимых проектах, авторы внесли свой вклад в теорию и практику системного анализа. Так были предложены геометрический и матричный методы конструирования структуры и расчёта систем, выдвижения гипотез и многое другое, что и было применено в настоящей разработке комплексно по всем этапам исследования.

По изначальному назначению любая системная структура формируется для решения какой-либо проблемы. Однако, необходимо учитывать временной фактор, ибо некоторые, причём непростые задачи надо решать очень быстро.

Здесь срабатывает интуиция, основанная на предыдущем опыте, объективном анализе прошлых ошибок – своих и чужих. Решение необходимо принимать мгновенно, учитывая складывающуюся ситуацию, да и сам такой подход называют ситуационным методом.

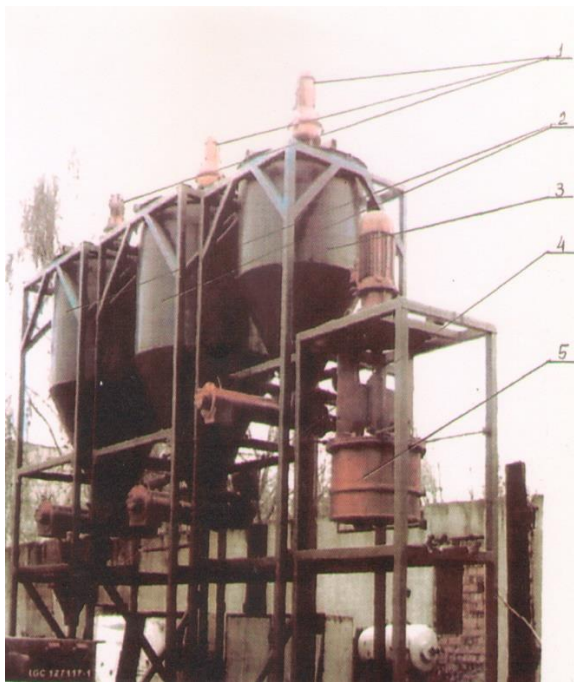


Рис. 3. Технологический модуль УТМ – 2 (Кишинёв, 2010 г.) 1- ворошители сухих компонентов смеси в расходных бункерах; 2- бункера для заполнителей; 3- бункер для вяжущего; 4-смеситель водовяжущей смеси и заполнителей; 5-двухкамерный смеситель – активатор вяжущего и воды.

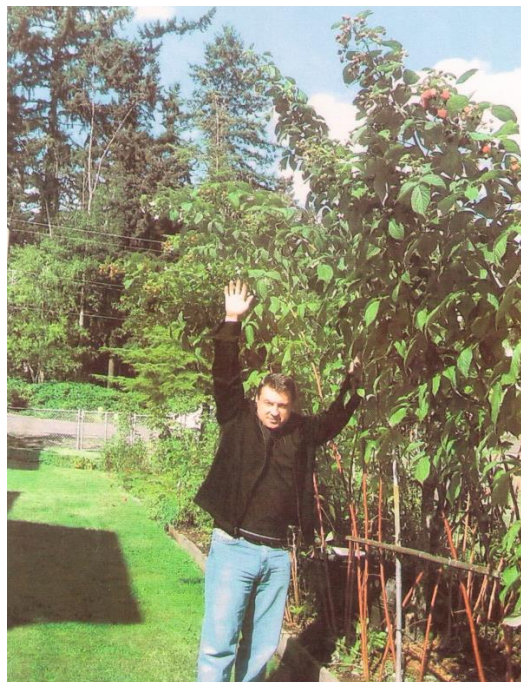


Рис.4. Кусты малины (США, 2010г.)

По нашему мнению, такой метод не только не противоречит системно-аналитическому подходу к поиску безошибочного решения проблемы, но фактически становится его первым этапом. Вопрос остаётся только по времени, запас которого ограничен. Несомненно, временной фактор не является единственным ограничением. Необходимо учитывать пространство, точнее ту его часть, где разворачиваются события, создающие проблему.

Существуют и другие ограничительные факторы – экология, экономика, условия жизнедеятельности, энерго- и гидроэффективность, ресурсоёмкость и др. В итоге, идея системно-аналитического подхода к решению проблем различного уровня приобретает характер многогранного, но целесообразно организованного комплекса взаимосвязанных элементов, то есть идеологии.

Представление о системной идеологии, предложенной в данном исследовании, означает намного более высокий уровень значимости, нежели просто системный анализ проблемных ситуаций. Однако, это порождает множество неопределённостей, что и подтверждает актуальность настоящей разработки.

- Содержание исследований

Известны многочисленные варианты толкования понятия системы. В нашем исследовании они обобщены и представлены в приведенной ниже формулировке.

Система – структурно организованное множество взаимосвязанных элементов, имеющих прямое отношение к определению оптимальных вариантов решения проблемы, что и является её целью.

Данная формулировка отражает сущность основополагающего первичного звена системного анализа проблемных ситуаций, а точнее – полноценной системной идеологии. Однако, в конкретных вариантах есть серьёзные расхождения.

Системы имеют рамочные ограничения в занимаемой ими части пространства, хотя они могут быть не только стационарными, но и перемещающимися. Системы имеют свой жизненный цикл. Отметим, что у отдельных её элементов время функционирования может быть большим, нежели у всего множества. Есть ещё одно важное отличие – система в целом обладает существенными свойствами, которых нет у её отдельных элементов. Следовательно, отдельный элемент может продолжить свою жизнедеятельность в качестве системы с отличающейся целью.

В подобных случаях может быть использована предложенная нами логически сконструированная геометрическая структура системы. Само исследование такого рода должно базироваться на понимании того, что системность является фундаментальным свойством материи, то есть её основополагающей идеей.

Следовательно, системно-аналитическая методология разработки способа обнаружения и ликвидации проблем, по нашему предположению, трансформируется в системную идеологию решения проблем. Отсюда вытекает приводимая ниже формулировка такой идеологии.

Системная идеология – комплекс идей, основанных на понимании построения в систематизированном порядке как мироздания, так и отдельных групп объектов, сформированных для достижения неких приоритетных общих целей, причём сами объекты могут быть дробными, образуя структуры, имеющие и свои частные цели.

Представление о системной идеологии решения проблем, в порядке предложения, рассматриваются впервые. Это связано с расширением области применения и исследования потенциальных возможностей системно-аналитической методологии. Изучение материальной и духовной сторон построения мира с современных позиций позволило осознать их системность.

Следовательно, речь идёт не об отдельных способах анализа некоторых объектов, принятия необходимых решений и т.д., а о всеобъемлющей, научно обоснованной теории понимания глобальных процессов и практических задач в различных сферах жизнедеятельности нашей цивилизации.

Такая идеология порождает конкретные методики работы с системами, то есть своеобразные алгоритмы. Однако, алгоритмизация не всегда выдаёт идеальный вариант, хотя и позволяет успешно решать многие задачи. Это особенно проявляется в творческих, изобретательских проектах, где требуются нестандартные, смелые решения. Попытки алгоритмизировать их не приносят ощутимых результатов. Инновационные предложения на уровне изобретений в сочетании с системно-аналитическим подходом становятся основой для создания выдающихся творческих произведений, научных открытий, прорывных технологий в различных сферах жизнедеятельности.

Изложенные соображения, по нашему мнению, позволяют считать своеобразный тандем система – инновация одним из основополагающих элементов системной идеологии решения проблем.

На рис.5 представлена логически сконструированная геометрическая форма структуры системной идеологии. Здесь приводится вариант для промышленного производства, но в принципе эта же структура, но с соответствующим наполнением блоков и суперблоков, может быть использована и для решения проблемных ситуаций в других сферах жизнедеятельности нашей цивилизации. На схеме можно условно выделить некие основополагающие элементы. В нулевом суперблоке за пределами процессора сосредоточена внесистемная информация. В задачу этого суперблока входит определение противоречий и созданный ими круг проблем и ограничений, связанных с их решением, при последующем выдвижении доминирующей проблемы. Именно она составляет предмет данного исследования.

Весь комплекс сведений о том, что надо решать, через окно входа поступает в процессор, где определяется, как надо решать. Обычно действующая теория предполагает два метода: ситуационный и системный. Первый применяется в условиях дефицита времени на выдачу решения, которое обязан принять лидер проекта. Он должен иметь профессиональное образование и соответствующий практический опыт. Нужны ещё и решительность, смелость, принятие на себя ответственности и, конечно, удача.

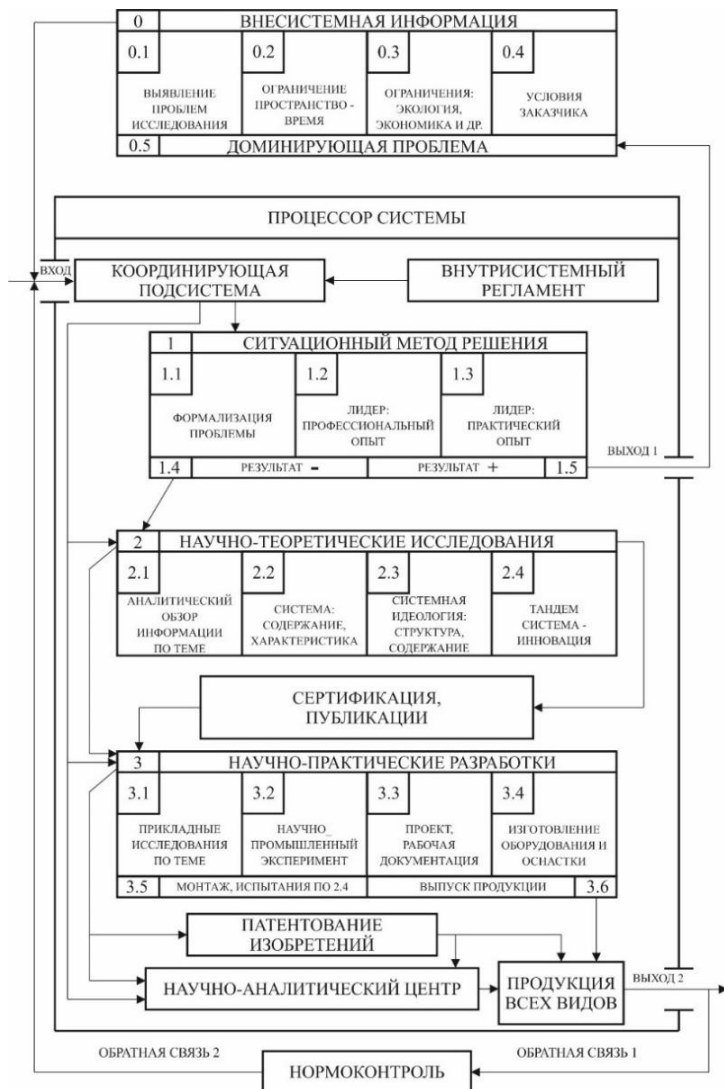


Рис. 5. Геометрическая конструкция структуры системной идеологии (промышленное производство)

Учитывая конкретную целенаправленность настоящего варианта исследования системной идеологии, комплекс научно-практических разработок сводится в суперблок 3. В его составе приоритетное значение придаётся блоку 3.2, то есть научно-промышленному эксперименту. Именно он в значительной мере определяет ход дальнейших работ.

Следовательно, научно-практический эксперимент в структуре системной идеологии является своеобразным фильтром, который либо пропускает, либо тормозит принятый за основу метод решения доминирующей проблемы.

Кроме того, в процессоре предусмотрена правовая защита результатов разработок всех видов, что отражено в соответствующих блоках на схеме рис.6. Там же обозначен блок научно-аналитического центра, куда стекается информация по разнообразным вопросам исследования. Здесь она формализуется, анализируется и выдаётся для дальнейшего использования в комплектующий блок в качестве одного из видов продукции.

Всё это отражено в суперблоке 1. Результат может быть положительным (блок 1.5) или отрицательным (блок 1.4). Однако, с позиции авторов, ситуационный метод является лишь первичным звеном системного исследования. Его результаты содержат ценнейшую информацию для последующих разработок, для чего они направляются в суперблок 2. В нём обрабатываются основные представления по теме, причём туда же вписывается новый элемент: тандем система – инновация (блок 2.4).

Значимость этого тандема, как краеугольного камня в конструкции структуры системной идеологии, исключительно велика. Отметим, что здесь инновация подразумевается в двух формах – применение некоего существующего прогрессивного решения в своей системе (инжиниринг) или использование принципиально новых разработок на уровне открытий и изобретений (реинжиниринг).

Последующие действия соответствуют отработанным раньше критериям работы с геометрической конструкцией структуры системы. По каналам обратной связи через блок нормоконтроля материалы поступают в координирующую (управляющую) подсистему, где в соответствии с внутрисистемным регламентом принимается окончательное решение.

Настоящее исследование характерно принципиально новым подходом к организации решения проблемных ситуаций, что определило научную и практическую значимость разработки по приводимым ниже параметрам.

- В развитие общепринятой методологии системного анализа проблем предложена и обоснована намного более широкая и всеобъемлющая системная идеология их решения.
- С целью познания всех аспектов системной идеологии как научного направления, её структура представлена в форме геометрической конструкции.
- Основополагающими факторами структуры системной идеологии решения проблем определены:
 - вынесенный за границы процессора нулевой суперблок, где анализируются противоречия, определяющие возникновение проблем различного ранга, что позволяет выделить объединяющую их доминирующую проблему;
 - известный ситуационный метод решения проблем рассматривается как первичное звено в общей методологии решения проблемных ситуаций;
 - тандем система – инновация определён в качестве обязательного элемента структуры системной идеологии;
 - такой же статус придан научно-практическому эксперименту, являющемуся регулятором возможных вариантов решения проблем;
 - с юридической стороны определены формы правовой защиты всех видов научно-инженерных разработок;
 - наработанные решения анализируются и группируются в специализированном научном центре.

3. Кавитационный эффект в потоке жидкообразной материальной субстанции [3,6].

- Актуальность

Считается, что кавитация (холодное кипение жидкости) – это физическое явление, свойственное только жидкости. Такое представление, по нашему мнению, следует уточнить. Для проявления кавитационного эффекта в движущейся в форме непрерывного потока некой материальной субстанции возникают каверны (разрывы, пустоты), заполняемые парами, воздухом и пр.

Конечно, в исследованиях, производственной практике и т.п. вода является наиболее распространённой, в какой-то степени даже идеальной жидкостью для изучения кавитационного эффекта. Однако, подобными свойствами могут обладать субстанции в виде газов, всевозможных смесей, в том числе и с частицами твёрдых пород. К примеру, поток раскалённой лавы, извергающийся из кратера вулкана, в некоторой степени ведёт себя как жидкость. Мы осознаём, что такое представление весьма экзотично, но гипотетически оно может иметь право на жизнь.

В общепринятом объяснении, кавитация – это нарушение сплошности потока жидкообразной материальной субстанции вследствие местного изменения давления ниже некой критической величины. Для реальной жидкости такое значение примерно равно давлению насыщенных паров этой жидкости при данной температуре.

Когда давление снижается из-за больших местных скоростей движущегося потока жидкости, к примеру, при сужении поперечного сечения потока, то кавитация именуется

гидродинамической. При воздействии на поток жидкости звуковыми волнами проявляется кавитация акустическая, как вариант - ультразвуковая и т.д.

Считаем необходимым отметить, что изменением размеров сужения сечения потока жидкообразной материальной субстанции можно регулировать мощность кавитации. Таким образом создаётся управляемая гидродинамическая кавитация.

С технических позиций такая форма образования кавитации потребует меньших затрат на проектирование, изготовление устройства для реализации, его эксплуатацию, включая расходы на электроэнергию. Следовательно, есть смысл работать именно с управляемой гидродинамической кавитацией.

Микропузырьки (каверны) образуются в потоке жидкообразной материальной субстанции. При этом они возникают, видоизменяясь во времени и пространстве. В период своего жизненного цикла они проходят несколько этапов, достигая максимума, а затем схлопываются. При этом возникает микрогидраврический удар, приводящий к эрозии поверхности, прилегающей к каверне, или раздробление твёрдых частиц внутри микропузырька.

Практика показала, что в реальной материальной субстанции разрывы сплошности её потока происходят при давлении, приближённом к давлению пара этой субстанции, что зависит от температуры. Следовательно, в потоке есть ослабленные точки, в которых может произойти разрыв. Такие своеобразные зародыши кавитационных микропузырьков называются ядрами кавитации.

Считается, что в реальной исследуемой субстанции могут быть приведенные ниже разновидности ядер кавитации:

- свободные газовые пузырьки размерами $10^{-3} \dots 10^{-7}$ м;
- всевозможные твёрдые микрочастицы внутри субстанции;
- газовые пузырьки в микротрещинах поверхностей, омываемых данной материальной субстанцией.

Теоретическая неопределённость и практическая двусмысленность в разъяснении кавитации как достаточно сложного физического процесса, определили актуальность настоящего исследования.

- Содержание исследования

Работа нацелена на устранение противоречий в толковании кавитационного эффекта в потоке жидкообразной материальной субстанции. Это должно чётко определить границы сфер полезного применения и разрушительного воздействия кавитации.

В качестве наиболее перспективного вида кавитации с точки зрения доступности технического осуществления и экономической эффективности принята управляемая (регулируемая по мощности) гидродинамическая кавитация. Теоретической основой исследований стали методики системной идеологии проблемных ситуаций.

Уровень кавитации, как известно, характеризуется числом кавитации - безразмерным показателем X . В действующих устройствах его можно измерить с помощью специального прибора – кавитометра. Теоретически он определяется по формуле

$$X = \frac{(P - P_0)}{\rho v^2}$$

P – давление набегающего потока;

P_0 – давление насыщенных паров при определённой температуре окружающей среды;

ρ - плотность среды (кг/м^3);

v - скорость потока при входе в действующее устройство (м/с).

При достижении потоком граничной скорости $v - v_0$, то есть давление потока сравнивается с давлением насыщенных паров, начинается кавитационный процесс. Эта скорость соответствует определённому значению критерия X , что и формирует разновидности потока:

- докавитационный при $X > 1$;
- двухфазный при $X = 1$;
- плёночный, с устойчивым отделением кавитационной полости от остального сплошного потока при $X < 1$;
- суперкавитация при $X \ll 1$.

Параметр X представляется приемлемым для первичного понимания сущности кавитационных процессов в потоке жидкости. Для решения конкретных технических задач в соответствии с тематикой и направленностью настоящего исследования предлагается учесть некоторые ограничения для внесения коррективов в методику расчёта.

- Процессы и отдельные операции во всех звеньях принимаемого, к примеру, производства бетонных смесей, в том числе и в технологическом разделе, где используется кавитация, должны выстраиваться постадийно. Это означает, что смесь вяжущего с водой формируется на первом этапе в докавитационный период, а затем поступает в зону, где возникает гидродинамическая кавитация за счёт сужения потока или увеличения скорости его течения.
- Смешивание активной смеси вяжущего и воды с мелким заполнителем производится в отдельном агрегате. При этом заполнители можно также активировать предварительным помолом или при смешении с активированной смесью в устройстве типа бегунов.
- Как известно, кавитация возникает при определённых условиях только в жидкообразной материальной субстанции. В данной разработке таковой является смесь вяжущего с водой. При этом жидкость теряет одно из своих основополагающих свойств – сплошность, в ней образуются разрывы. В нашей реальной жидкости это происходит при давлении, приближающемся к давлению водяного пара, которое зависит от температуры, что и учитывает параметр X .
- Поток реальной жидкости включает потенциально опасные зоны, где могут происходить разрывы и образовываться каверны. Для этого необходимы своеобразные «зёрна», то есть зародыши (ядра) кавитации. Таковыми в нашей разработке являются, в частности, слипшиеся гидратированные частицы вяжущего.
- В настоящей разработке вязкость реальной жидкости находится в прямой зависимости от водовяжущего отношения. При кавитации вода проникает внутрь слипшихся частиц с разрушаемыми при этом «реакционными каёмками», то есть своеобразной защитной кожурой. Величина давления, да ещё с повышением температуры, возникающего при схлопывании микропузырька настолько велика, что прочность его «реакционной каёмки» в расчётах можно не учитывать.

Как предварительный вывод:

- методика расчёта числа X в принципе приемлема для нашей разработки;
- в конкретных случаях следует учитывать высказанные выше уточнения;
- расчётные параметры исходных материалов необходимо устанавливать в опытным порядке.

Приведенная выше информация наглядно демонстрирует двойственность воздействия кавитационного эффекта на материальные субстанции. В ряде случаев он является отрицательным эффектом, но использование этого физического явления на разумной основе может привести к исключительно положительным результатам.

Изучением кавитации занимались многие известные учёные. Выдвинуты десятки гипотез, объясняющие это физическое явление. К примеру, Даниил Бернулли предложил известную закономерность по расчёту давления в любой точке потока жидкообразной материальной субстанции исходя из условия постоянства суммы потенциальной и кинетической энергий (давление и скорость) плюс потери на сопротивление течению. Это означает, что в узком сечении скорость выше, давление меньше. Там и возникает кавитация в потоке жидкообразной материальной субстанции.

Методы расчёта конкретных технических устройств на кавитацию весьма специфичны. Они учитывают их назначение, условия работы, степень допустимости кавитации и многое другое. Кроме того, ряд исходных расчётных характеристик определяются только экспериментально.

Следовательно, в данном исследовании есть смысл ограничиться приведенным выше методом.

Системная идеология создаёт принципиальную возможность установить чёткий порядок в организации расчётов различных машин и агрегатов на кавитацию. Известные математические методы, рассчитанные на крупные проекты, для исследований нашего уровня не подходят. Поэтому были разработаны более доступные, логически сконструированные геометрические структуры систем.

На рис.6 представлена такая геометрическая конструкция системы выполнения необходимых конкретных расчётов кавитационного эффекта во всевозможных технических устройствах. Здесь в отдельном суперблоке сосредоточена необходимая внесистемная информация. В процессор системы она поступает через окно входа, а там в координирующую (управляющую) подсистему. Все действия в процессоре осуществляются в соответствии с внутрисистемным регламентом.

В процессоре размещены два суперблока, определяющих организацию теоретических и инженерно-практических расчётов. При этом предварительно выполняется общая классификация кавитационного эффекта в потоке жидкообразной материальной субстанции. Затем устанавливаются задания на разработки.

Далее производятся сами работы. После этого через окно выхода информация о результатах через блок нормоконтроля по каналам обратной связи поступает в координирующую подсистему процессора системы. Там, по мере необходимости, вносятся коррективы в функционирование системы.

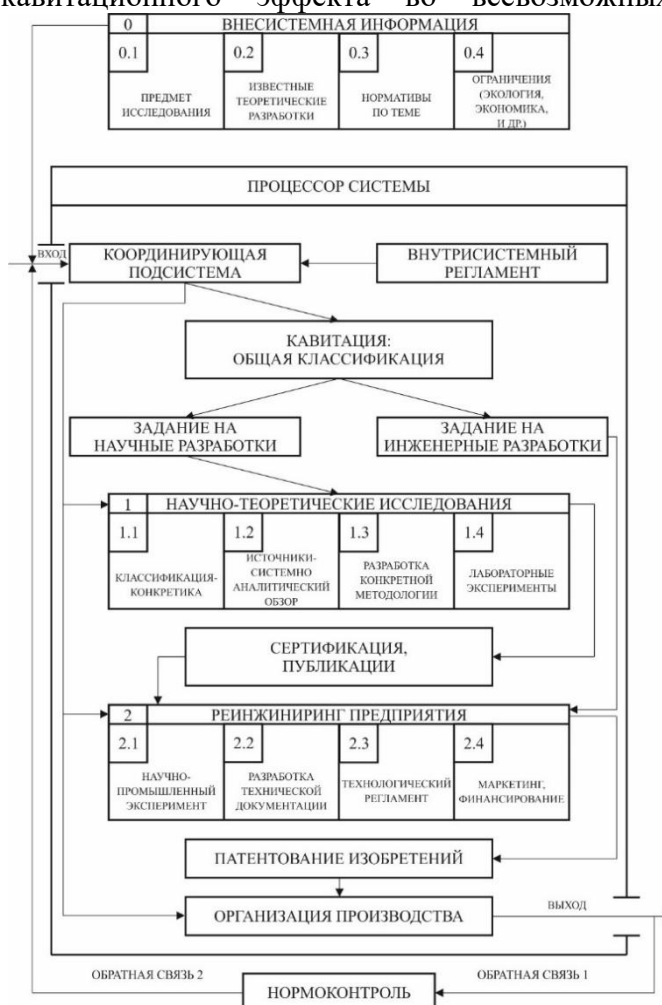


Рис. 6. Структура системы исследования кавитации в потоке жидкообразной материальной субстанции

По результатам исследований можно выделить представленные ниже элементы новизны данной разработки.

- Предложена и обоснована в качестве ведущей формы для исследования и использования в практике управляемая (регулируемая по агрессивности) гидродинамическая кавитация.
- Расширено представление о предмете исследования как о потоке жидкообразной материальной субстанции.
- Методика расчёта числа кавитации – параметра X – представлена в наиболее приемлемом качестве с учётом предложенных уточнений, причём оно может быть измерено специальным прибором - кавитометром.
- Дополнена новыми элементами структура классификации кавитационного явления в потоке жидкообразной материальной субстанции.
- Разработана геометрическая конструкция структуры системы исследования кавитации в потоке жидкообразной материальной субстанции.

4. Неионизирующее облучение [1,2,4,9,10].

- Актуальность

Излучения физических полей космического или земного происхождения условно подразделяются на два вида: ионизирующие и неионизирующие. Первые прямо или косвенно способствуют ионизации окружающей среды, причём при большой интенсивности представляют смертельную опасность для людей и животных. Вторые являются по существу антиподом ионизирующему излучению, но при усиленном воздействии дают отрицательный эффект.

В земных условиях локальными источниками неионизирующих излучений становятся подземные водные потоки, вулканическая деятельность, влияние магнитных полей, техногенные факторы. Кроме того, неионизирующие излучения проникают также из космического пространства.

К подобным излучениям относятся магнитные, торсионные, электромагнитные и др., хотя и недостаточно изученные, а то и пока неизвестные. Такая смесь действует на материальные субстанции (твёрдые, жидкие, газовые и др.) постоянно, но с разной интенсивностью. В результате их влияние на объекты может быть нейтральным или опасным для живых существ, так что в ряде случаев от них надо защищаться. Всё это определяет актуальность настоящего исследования.

- Содержание исследования

Известно и рациональное использование неионизирующих излучений, в частности, для магнитной, точнее электромагнитной обработки воды в технологическом процессе изготовления бетонных формовочных смесей [9]. В упомянутой работе приводятся сведения об экспериментах, в ходе которых удалось несколько повысить прочностные характеристики бетонов. Однако, приведенное в данной разработке научное обоснование явно недостаточно и не совсем точно с позиции физики, хотя положительный результат получен.

Кроме того, при реализации в производстве потребуются дополнительные затраты на специальное оборудование, оснастку, электроэнергию. Это может увеличить себестоимость конечной продукции.

Научно-технический прогресс является фундаментальным фактором развития цивилизации. Его реализация осуществляется по принципу структуры триады: наука-инженерия-практика. Здесь все элементы неразрывно связаны между собой, что в комплексе обеспечивает успешное решение какой-либо важной проблемы.

Таким образом, рассматриваемая в настоящей разработке задача становится стратегически важной, первичной составляющей частью реинжиниринга технологий, предприятий, отдельных отраслей экономики и сфер жизнедеятельности человечества.

В приведенном выше примере обработки воды затворения бетонных смесей, по нашему мнению, имеется противоречие: концентрация неионизирующих излучений на объекте исследования создаётся просто, но затратно, то есть к их естественному фону прибавляется интенсивное воздействие искусственно создаваемого электромагнитного излучения. Было бы логичнее увеличить мощность потока на изучаемую материальную субстанцию, собрав излучения в более плотный луч, направленный в заданное место. Подобный эффект создаёт обычная линза.

Для этой цели был разработан, испытан и апробирован агрегат, именуемый в дальнейшем НИ-концентратор (NI-concentrator), сокращённо НИК (NIC). Он включает гибкий носитель из хлопчатобумажной ткани, на который наносится покрытие специального состава. Концентрируемые с использованием устройств типа НИК неионизирующие излучения создают положительный эффект по фактическому результату на различных материальных субстанциях (жидкости, газы, мелкозернистые бетонные формовочные смеси на портландцементе, гипсе и др.).

Результаты, полученные в процессе настоящей разработки, изложены в разделе 1 Презентация. Положительные результаты, представленные здесь, по нашему мнению, можно теоретически объяснить на основе закона А. Эйнштейна о фотоэффекте, что каждый поглощённый фотон вызывает одну элементарную реакцию. Реакция такого рода может быть либо химической, либо физической. С химической реакцией в принципе всё понятно, конечно, в зависимости от сущности материальной субстанции. Можно предположить, что в ней произойдут достаточно серьёзные структурные преобразования.

Физическая элементарная реакция может произойти в одном из вариантов: возбуждение молекулы и обратное излучение поглощенной энергии; превращение её в энергию теплового движения.

Уточним: фотон – квант поля электромагнитного излучения, имеющий нулевую массу покоя. В вакууме фотон перемещается со скоростью света (c), его энергия $e = h \cdot \nu$, его импульс $p = h \cdot \frac{\nu}{c}$, где ν – частота волны; h – постоянная Планка. Квантовая теория утверждает, что электромагнитные волны – это и есть поток элементарных частиц, а именно – фотонов.

При столкновении фотона с материальной субстанцией (газом, жидкостью, твёрдым телом) происходит его поглощение. При этом энергия фотона полностью передаётся каждому испускаемому фотоэлектрону, причём максимальная кинетическая энергия его $(W_k)_{max}$ соответствует закону А. Эйнштейна:

$$(W_k)_{max} = h\nu - A$$

A – работа выхода электрона из исследуемой субстанции.

Представленное уравнение относится к явлению, обозначенному как внешний фотоэффект (фотоэлектронная эмиссия). Однако, фотоэффект имеет ограничение – красную границу ν_0 , а именно:

$$\nu < \nu_0 = A/h$$

В этом случае источник излучения должен быть очень мощным. Данное ограничение открывает направление для предварительного расчёта мощности концентраторов НИК, то есть для обеспечения чисто физической реакции при ударе фотона.

Анализируя изложенные материалы, считаем возможным сделать следующие предварительные выводы:

- в обрабатываемой потоками неионизирующих излучений, причём не только электромагнитными, в материальной субстанции возникают реакции двух видов – физические и химические;
- основополагающие идеи закона А. Эйнштейна в принципе могут быть применены для иных видов неионизирующих излучений, то есть $(Wk)_{max}$ элементарных частиц может быть установлена в соответствие с приведенной выше формулой;
- химические реакции в материальной субстанции могут привести к выделению некоторых газов в повышенной активной форме, к примеру, кислорода в виде O_3 – озона, который уничтожает микроорганизмы в воде, а также резко стимулировать фотосинтез органических веществ в растениях и пр., что является предметом исследования в фотохимии;
- для перехода от закона А. Эйнштейна к конкретным инженерным разработкам авторы полагают необходимым дополнить логическую последовательность расчётов «недостающим звеном», то есть установить интенсивность излучения.

Интенсивность неионизирующего излучения можно определить из сопоставления с аналогом, например, интенсивностью звука, что можно принять в форме значения энергии, переносимой им в единицу времени через условную единичную площадку, размещённую перпендикулярно к направлению перемещения волны. Однако, в нашем случае неионизирующие излучения обрабатывают материальную субстанцию, сосредоточенную в единице объёма.

Следовательно, необходим иной подход, что позволит конструировать концентраторы НИК с различной степенью воздействия на конкретную материальную субстанцию. Ввиду отсутствия методологии по данному вопросу предлагается следующий вариант.

Единица E_{int} (Einstein) определяется как интенсивность неионизирующего излучения, необходимая для активации и структурирования единицы объёма материальной субстанции (эталон – дистиллированная вода) за единицу времени.

$$E_{int} = v/t \text{ м}^3/\text{с}$$

v – единица объёма материальной субстанции (м^3);

t – время активации и структурирования единицы объёма (с).

Конкретная расчётная величина E_{int} устанавливается на основе норматива, полученного путём облучения в течение 36000с через концентратор НИК дистиллированной воды, залитой в прямоугольную пластиковую ёмкость, которая вмещает более $0,1 \text{ м}^3$. В итоге, условно принимаем численную величину

$$1 E_{int} = 0,003 \text{ м}^3/\text{с}$$

Отметим, что вода (H_2O), принятая как эталон материальной субстанции, при облучении структурируется, то есть два атома водорода и атом кислорода располагаются под углом $104,7^\circ$ по отношению друг к другу.

На данном этапе исследования, в порядке предложения, считаем возможным использовать приведенный выше аналог в качестве прототипа для определения интенсивности неионизирующего излучения $\lambda(t)$, сосредотачиваемого через концентратор НИК

$$\lambda(t) = \frac{\sum_1^n E_{int}}{F \cdot \Delta t} \text{ Вт/м}^3$$

F – площадь концентратора НИК;

Δt – заданный отрезок времени облучения.

К категории научно-инженерных физических методов обработки материалов относится кавитация, в частности, управляемая гидродинамическая кавитация. С её применением созданы хорошо зарекомендовавшие себя устройства.

Существует множество гипотез по объяснению механизма образования кавитации, но по факту микропузырьки образуют своеобразное «кавитационное облако», причём каждый из них представляет собой сферу, маленькую линзу. Более того, в зоне кавитации обнаружены электрические потенциалы и электромагнитные излучения.

В порядке предложения, можно считать, что образующееся во время работы устройства скопление микролинз – кавитационных пузырьков образует своеобразный концентратор неионизирующих излучений. Следовательно, в материальной субстанции – жидкости – происходят те же физические и химические процессы, что и при использовании искусственных концентраторов.

Интенсивность излучений $\lambda(t)$ можно определять с учётом того, что F – площадь поверхности скопления кавитационных микропузырьков.

Триада: наука – инженерия – практика является основой конструкции системы для реализации научно-инженерных разработок по теме настоящего исследования. Геометрическая конструкция системы, представленная на рис. 7 с целью решения проблем по данной работе.

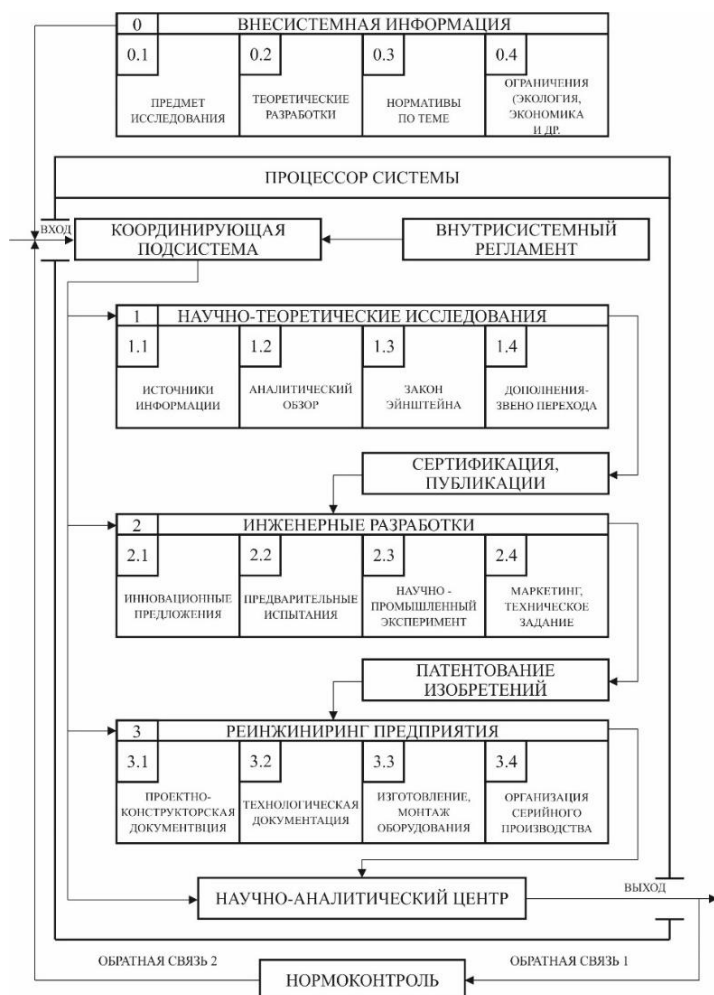


Рис. 7. Структура системы научно-инженерных разработок с использованием эффекта концентрации неионизирующих излучений на материальные субстанции

На схеме необходимая внесистемная информация вынесена за пределы процессора. Она поступает туда через окно входа в координирующую подсистему, которая в соответствии с внутрисистемным регламентом регулирует организационные процессы, оценивает предложения, решает экономические задачи и т.д., что связано с разработкой механизмов решения обозначенной проблемы.

В процессоре системы три суперблока, отражающие последовательность выполнения разработок, по ходу которых обеспечиваются авторские права на научные разработки, патентование изобретений, то есть создаётся правовая защита результатов работы. Естественно, что в исследованиях есть засекреченные разделы, соответствующие ноу-хау и т.д. В процессор включается также научно – аналитический центр, обобщающий результаты и определяющий выход продукции системы.

Информация об итогах поступает по каналам обратной связи через блок нормоконтроля на вход в процессор, а далее в координирующую подсистему.

Полученные результаты дают основание выделить элементы новизны:

- разработано научное обоснование эффекта воздействия концентрированного неионизирующего излучения на материальные субстанции;
- создана геометрическая конструкция системы выполнения исследований по тематике настоящей работы;
- разработаны и апробированы в практике гибкие концентраторы неионизирующих излучений.

Библиография

1. Шамис Е.Е., Иванов В.Д., Присяжнюк М.И. Научно-инженерные физические методы конструирования и изготовления формовочных смесей. Акформикс технологии. (рус./англ.). Кишинёв: INCERCOM, 2015. 171с.
2. Сертификаты авторского права и других смежных прав (РМ): OŞ Nr. 3525•02.11.2012; OŞ Nr. 3485/1745•07.11.2007; OŞ Nr. 3288•21.12.2011; OŞ Nr. 3737•15.07.2013. Патенты на изобретения: RU № 2123934, 18.02.1998; RU № 2139185, 30.12.1998; MD № 3703, 15.02.2007; MD № 4111, 20.09.2010.
3. Шамис Е.Е. Строительство XXI - инновационные идеи совершенствования индустриальных методов. Кишинёв: TEHNICA – INFO, 2010. 262с.
4. Шамис Е.Е., Присяжнюк М.И., Избында А.А., Иванов В.Д. Строительство XXI - активация преимущество строительных формовочных смесей. Кишинёв: INCERCOM, 2014. 115с.
5. Шамис Е.Е., Смирнов Л.Н., Зубко В.Е. (и др.) Технологии гипсобазальтовых строительных изделий/ Конверсия в машиностроении. №5, 1999. С. 7-21.
6. Антонов А.В. Системный анализ. М.: Высш. шк., 2004. 454с.
7. Шамис Е.Е., Цуркану Н.Г., Холдаева (Присяжнюк) М.И. и др. Строительство XXI. Системный анализ проблемных ситуаций. Кишинёв: «TEHNICA-INFO», 2011. 159с.
8. Болога М.К., Шалобасов И.А., Пауков Ю.Н. Работает пустота. Кишинёв: «Штиинца», 1985. 45с.
9. Михановский Д.С., Арадовский Я.Л., Леус Э.Л. Пластификация бетонной смеси магнитной обработкой воды затворения на домостроительных заводах. М.: Центр НТИ ГСА, 1970. 56с.
10. Эйнштейн А. Собрание научных трудов в четырёх томах (1966-67). Т.3.М: Изд-во АН СССР «Наука», 1966. С. 266-271; 323-327.

НЕКРОЛОГИ

РОДИН ГЕННАДИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ



После тяжелой болезни ушел из жизни Геннадий Александрович Родин – капитан первого ранга, Ветеран подразделения особого риска, доктор технических наук, профессор, вице-президент МАНЭБ, человек большой души, мужества и чести.

Геннадий Александрович родился в морской цитадели России – г. Кронштадте в семье флотского механика.

В 1975 году после окончания с отличием Каспийского ВВМКУ им. С.М. Кирова в г. Баку по специальности «инженер-радиохимик» был направлен на Северный флот в службу радиационной безопасности атомных подводных лодок. В 1976 году на атомной подводной лодке произошла авария. Являясь дежурным, молодой офицер первым обследовал помещение и организовал ликвидацию

аварии и вывод личного состава.

В 1977 году был назначен на должность инженера-радиохимика в радиобиологическую лабораторию. В 1981 году был переведен в Ленинград в 1-й ЦНИИ ВМФ в отдел профессора В.П. Молчанова. В 1987 году окончил ВМА им. А. Гречко и снова назначен в 1-й ЦНИИ на должность старшего научного сотрудника. Разработал тактико-технические требования к средствам химического противодействия оптико-электронным средствам разведки и наведения оружия противника.

В 1992 году защитил кандидатскую диссертацию.

В 1995 году под руководством Г.А. Родина разработана «Концепция обеспечения химической безопасности в ВМФ», основные положения методологии оценки химической безопасности гермообъектов, серия отраслевых стандартов (ГОСТы, ОСТы и пр.) по обеспечению по химической безопасности кораблей ВМФ и предприятий судостроительной промышленности и др.

В 2002 году защитил докторскую диссертацию на тему «Методология обоснования требований к химической безопасности подводных лодок».

После ухода на пенсию в звании капитана 1 ранга, Геннадий Александрович продолжил научную деятельность в Санкт-Петербургском Политехническом университете (профессор кафедры Безопасность жизнедеятельности), Российской таможенной академии (профессор кафедры Технических средств таможенного контроля) и Международной академией наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ).

Геннадий Александрович был членом диссертационных советов. Является автором более 140 научных работ и публикаций, 5 изобретений. Награжден орденом Мужества и 12 медалями.

Все последние годы Геннадий Александрович был главным редактором журнала «Вестник МАНЭБ» и это стало главной частью его деятельности. Его знания, опыт, умение анализировать и вникать в суть проблем, позволяли создавать исключительно качественный журнал.

Геннадий Александрович был доброжелательным, скромным, отзывчивым и интеллигентным человеком. Память о нем навсегда сохранится в наших сердцах!



Президиум МАНЭБ

САРРА АБРАМОВНА БЕКУЗАРОВА



5 января 2020 года, после непродолжительной болезни, ушла из жизни Сарра Абрамовна Бекузарова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный изобретатель России, заслуженный деятель науки РСО-А, заведующий лабораторией селекции и семеноводства зерновых и кормовых культур Северо-Кавказского научно-исследовательского института горного и предгорного сельского хозяйства ВНЦ РАН, главный научный сотрудник отдела геологии, гидрогеологии и геоэкологии Геофизического института ВНЦ РАН.

Сарра Абрамовна – автор более 1 000 научных работ, в том числе 13 монографий и 275 патентов на изобретения. Ею выведено более десятка сортов клевера, которые нашли широкое применение в сельскохозяйственном производстве, являются адаптированными к данным агроклиматическим условиям. За научные достижения в области селекции она награждена грамотой Межрегиональной общественной организации Вавиловское общество генетиков и селекционеров и медалью Н.И. Вавилова Российской академией естествознания.

Многогранная успешная научно-исследовательская, педагогическая и общественная деятельность Сарры Абрамовны признаны рядом российских и международных общественных организаций. Сарра Абрамовна являлась академиком Международной академии экологической безопасности (МАНЭБ), Международной Академии авторов изобретений и открытий (МААНОИ), Международной академии аграрного образования (МАО) и официальным членом Совета по социально-экономическим вопросам при Организации Объединенных наций. Деятельность Сарры Абрамовны была отмечена медалью Альфреда Нобеля Международной ассоциации ученых, преподавателей и специалистов (Российская академия естествознания) и серебряной медалью А.С. Попова Международной общественной организации «Международная академия аграрного образования».

На протяжении всей жизни Сарра Абрамовна демонстрировала бескорыстное служение делу науки и образования, являясь генератором и воплощением ярких и смелых научных идей, и проектов. Доброжелательность, личное обаяние, умение быть настоящим другом и наставником снискали ей заслуженный авторитет, любовь и уважение не только в Осетии, но и далеко за ее пределами.

Президиум МАНЭБ и Коллектив Журнала «Вестник МАНЭБ» выражает глубокие соболезнования семье и близким, ученикам и последователям Сарры Абрамовны Бекузаровой.

Светлая память о Сарре Абрамовне Бекузаровой – честном, порядочном, светлом человеке, ученом и педагоге, покорившему вершины избранной профессии – будет жить в наших сердцах!

Президиум МАНЭБ

Учредитель и издатель журнала:

Международная академия наук экологии безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ)

Издательство «БЕЗОПАСНОСТЬ»

Адрес редакции:

194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5

тел./факс: (812) 670-93-76, e-mail: vestnik_maneb@mail.ru.

Технический редактор Н.Г. Занько

Отпечатано в цифровой типографии ИП Павлушкина В.Н.

Санкт-Петербург, Греческий проспект, 25

Свидетельство о регистрации 78 № 006844118 от 06.06.2008

Сдано в набор 01.06.2021. Подписано в печать 04.06.2021

Печать цифровая. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс»

Формат обрезной 205х290. Усл.изд.л.-8,350. Усл.печ.л.-7,810

Заказ 33/14. Тираж 500 экз.

Цена договорная