

## ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

УДК 331.45

© Волошин В.С.<sup>1</sup>, Елистратова Н.Ю.<sup>2</sup>, Бурко В.А.<sup>3</sup>

### ОЦЕНКА РИСКОВ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ

*Рассмотрены современные методы оценки условий труда и безопасности работ на промышленном предприятии в контексте применения европейских стандартов в области охраны труда. Выделены главные подходы при идентификации опасностей на производстве, оценке технологического риска и травматизма на металлургическом предприятии г. Мариуполя. Проведен анализ эффективности мероприятий по увеличению безопасности труда в энергетическом хозяйстве предприятия.*

**Ключевые слова:** производственный травматизм, исследование безопасности работ, оценка технологического риска, несчастный случай, международные стандарты.

**Волошин В.С., Єлістратова Н.Ю., Бурко В.А. Аналіз методів оцінки ризиків безпеки праці в енергетичному господарстві металургійного підприємства.** Розглянуто сучасні методи оцінки умов праці та безпеки робіт на промисловому підприємстві при реалізації європейських нормативів в області охорони праці. Виділено основні підходи при ідентифікації небезпек на виробництві, оцінці технологічного ризику і травматизму на металургійному підприємстві м. Маріуполь. Проведено аналіз ефективності заходів по збільшенню безпеки праці в енергетичному господарстві підприємства.

**Ключові слова:** виробничий травматизм, дослідження безпеки робіт, оцінка технологічного ризику, нещасний випадок, міжнародні стандарти.

**V.S. Voloshin, N.Yu. Yelistratova, V.A. Burko. Analysis of methods for assessing labor safety risks in the energy industry of the metallurgical enterprise.** Modern methods of assessing working conditions and safety of work at an industrial enterprise are considered in the implementation of European standards in the field of labor protection. The main approaches have been marked out in identifying hazards at work, assessing technological risk and injuries at a metallurgical enterprise. The purpose of this work is to analyze the effectiveness of the introduction of international methods in the field of labor protection and industrial safety, to assess the effectiveness of the safety management system at an industrial enterprise. The analysis of the process of implementing European standards in the field of labor protection at industrial enterprises in Ukraine is a prerequisite for their further successful application, reducing the level of occupational injuries. The procedures for drawing up the matrix of risk assessment – HAZID, assessment of working capacity of technological processes – HAZOP, safety assessment of works – JSA are considered. The analysis of the effectiveness of measures to increase labor safety in the energy sector of the enterprise was carried out. A graph of the dynamics of the decline in occupational injuries in five years is shown. The main statistical indicators that are used to account for industrial injuries at an industrial enterprise are given.

<sup>1</sup> д-р техн. наук, професор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

<sup>2</sup> ст. преподаватель, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, [elistratova.n.y@gmail.com](mailto:elistratova.n.y@gmail.com)

<sup>3</sup> канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, [burko@mariupol.org.ua](mailto:burko@mariupol.org.ua)

**Keywords:** *occupational traumatism, study of work safety, assessment of technological risk, accident, international standards.*

**Постановка проблеми.** Промышленные предприятия Украины, принимающие европейский вектор развития, ставят перед собой задачу повышения эффективности системы управления в области охраны труда (СУОТ) и промышленной безопасности (ПБ).

Стратегия повышения безопасности производства, снижения травматизма и профессиональных заболеваний работников достигается путем внедрения Директив ЕС и стандартов в области безопасности труда, а также подходов, основанных на лучших отечественных практиках. Процесс регламентируется нормативными документами в сфере менеджмента риска, содержащими методологические рекомендации по процедуре анализа риска на рабочих местах. В этом списке – правила аттестации рабочих мест по условиям труда, выявлению источников опасности, качественной и количественной оценке рисков, критерии их допустимого уровня [1-4].

Анализ процесса внедрения европейских нормативов в области охраны труда на промышленных предприятиях Украины является необходимым условием для их дальнейшего успешного применения, снижения уровня производственного травматизма.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Современные научно-методические подходы к управлению производственными рисками в системе промышленной безопасности включают следующие этапы: идентификация технологических проблем и проблемных ситуаций; определение источников возникновения рисков в области безопасности труда; разработка вариантов устранения рисков или приведения их к допустимому значению; выбор оптимального варианта решения проблемы по критериям результативности, оптимальности, эффективности [2].

Практический подход опирается на международный стандарт «Менеджмент риска. Термины и определения», который был опубликован в 2003 году. Обозначение его гармонизированного нормативного стандарта – ИСО/МЭК 73.2003 (ГОСТ Р 51897-2002). Документ определяет основные термины и понятия в области безопасности труда.

Обоснование принципов идентификации производственных рисков освещается в стандарте МЭК 61882-2001 (ГОСТ Р 51901.12-2005) с изложением практических рекомендаций к оценке и учету по методике HAZOP (Hazard Operational analysis). Он содержит процедуру описания потенциальных опасностей технологических систем, а также их работоспособности и причин эксплуатационных нарушений.

В 2012 году опубликован стандарт «Оценка и снижение риска производственных процессов». Документ получил широкое применение и регламентирует ключевые этапы количественной и качественной градации рисков по международным методикам HAZID (Hazard identification), определения сценариев их развития Bow-Tie (Bow Tie model), методов регламентации безопасного проведения работ JSA (Independent Safety Assessment), а также идентификации воздействия производства на окружающую среду по методике ENVID (Environment impact).

В настоящее время метод HAZID используется на этапах выполнения проектно-конструкторских разработок, планирования различных видов производственной деятельности и процедур отчетности по ОТ, ПБ и ООС; при подготовке к выполнению конкретного вида работ [6]. Важным преимуществом данного метода является его способность устанавливать и демонстрировать связь между рисками ОТ, ПБ, ООС и мероприятиями по управлению рисками, которые определяют с помощью анализа опасностей и рисков, опираясь на описание технологического процесса, его схемы, результаты предыдущих оценок риска, реестр рисков и отчеты о расследовании несчастных случаев [3].

Метод JSA – исследование безопасности работ – применяется для оценки и управления рисками ОП, ПБ, ООС, которые возникают при выполнении штатных и нештатных видов работ, способных привести к серьезным последствиям [4].

Оценка рисков является непрерывным и систематическим процессом, проводится поэтапно с учетом ранее выявленных опасностей. Таким образом, формируется единый подход предприятий к увеличению безопасности труда на рабочих местах и определению экологических ущербов окружающей среде [4].

**Целью данной работы** является анализ эффективности внедрения международных методик в области охраны труда и промышленной безопасности, результативности системы управления безопасностью труда на примере металлургического предприятия ЧАО «МК Азовсталь».

**Изложение основного материала.** В настоящее время на промышленных предприятиях Украины используются несколько методов оценки условий труда на рабочих местах и процедур определения производственных рисков. Они разделяются на: экспертные методы аудита рисков производственного процесса; методы с применением анализа сценариев риска и заключений специалистов отрасли; методы статистического анализа несчастных случаев или заболеваний. Первые из них получили практическое использование в производственной практике лишь в последние годы.

Так, Промышленная Группа «Метинвест» с 2012 года приступила к внедрению системы управления технологическими рисками, разработав «Нормативно-методические рекомендации по идентификации опасностей и оценке производственных рисков в области ОТ и ПБ, охраны окружающей среды». В основу этого документа положены четыре международных стандарта: HAZID – оценка рисков ОТ, ПБ и ООС; HAZOP – оценка работоспособности технологических процессов; ENVID – оценка экологических рисков и социального воздействия; JSA – оценка безопасности работ.

Для проведения процедуры оценки производственных рисков создана рабочая группа (РГ) внутренних экспертов – специалистов по ОТ, ПБ, ООС с участием руководителей производства, инженеров-технологов, специалистов по техническому обслуживанию.

При работе по методу HAZID экспертами производится разделение технологических процессов или объектов на элементы и анализируются все присущие им опасные и вредные факторы. В этой связи составлен «Перечень характерных опасностей» (МУ-4.3.1-08) с присвоением индивидуального номера каждому технологическому элементу. Например, раздел опасностей в энергетике включает всю номенклатуру взрывопожароопасных и отравляющих веществ предприятия: углеводороды (Н-01), рафинированные углеводороды (Н-02), прочие легковоспламеняющиеся материалы (Н-03), взрывчатые вещества (Н-04), источники опасности, которые могут вызывать удушье (Н-18), токсичные газы и жидкости. В перечень включены объекты, использующие: повышенное давление, оборудование под индуцированным напряжением, горячие поверхности и жидкости, хладагенты. Также учитываются эргономические опасные факторы (Н 05-020).

На втором этапе с помощью «Матрицы оценки рисков в сфере ОТ, ПБ и ООС» (рис. 1) для каждого элемента устанавливается «Уровень текущего риска» по системе трехуровневой оценки. Первый уровень производственного риска обозначается следующими цветами: высокий – красным, средний – желтым, низкий – зеленым. Второй уровень – это числовое значение от 1 до 5, зависящее от тяжести фактических или потенциальных последствий. Третий уровень – это оценка в баллах от 1 до 5, определяемая по вероятности наступления прогнозируемых последствий. При ее значениях менее 5% уровень равен одному баллу, при более 60% – пяти.

Матрица включает анализ по разделам: «Люди», «Экология», «Активы» и «Репутация». После завершения оценок формируют рабочую таблицу HAZID для конкретного участка цеха или оборудования по каждому опасному или вредному фактору на рабочем месте. При этом проводится прогноз возможных путей развития опасного события по схеме «Опасность–События–Последствия». Анализ дополняется перечнем «Существующие мероприятия» – организационные и технические меры по ОТ и ПБ на данном этапе. В заключении группа РГ, основываясь на принципах методики ALARP [4], определяет меры по снижению рисков среднего и высокого уровней до приемлемого, рассчитывает «Уровень остаточного риска», устанавливает «Ответственные стороны» исполнителей и «Срок выполнения».

Примером практической реализации рассматриваемых методик, является «Программа по газовой безопасности». В качестве мероприятий проведен аудит технологических рисков на рабочих местах с наличием газопотребляющих и газопроизводящих агрегатов, а также газопроводов, газорегуляторных пунктов и установок. В результате составлен перечень газоопасных работ и мест, на которых возможен выход газа. Это позволило повысить безопасность проведения работ в труднодоступных местах, в частности, таких как колодцы инженерных коммуникаций. При этом составлены нормативно-технические указания (на базе стандартов JSA) и внесены изменения в инструкции по охране труда (например, правила обязательного применения персональных газоанализаторов, положения о проведении противоаварийных тренировок, периодичность обновления средств индивидуальной защиты для выполнения работ в газоопасных местах). Реализация мероприятий программы позволила уменьшить число несчастных случаев

на основном производстве на 30%, в подрядных организациях – на 60%. Динамика относительных показателей травматизма ЧАО «Азовсталь» представлена на рис. 2.

Матрица оценки рисков ОТ, ПБ и ООС									
Тяжесть последствий (фактическая или потенциальная)				x	Вероятность наступления последствий				
Люди	Экология	Активы	Репутация		< 5%	5-20%	21-40%	41-60%	>60%
Смерть нескольких человек. (Групповой смертельный случай).	Критическое сверхнормативное воздействие на элементы окружающей среды. Превышение установленных нормативов более чем в 50 раз, либо в действие нормировано поддежит, но нормативы для источника в действие не установлены.	Ущерб, в результате которого производственная деятельность или деятельность по проекту останавливается на месяц или более. Финансовые затраты - свыше 100 млн. грн.	Непоправимый урон репутации, который приводит к значительным финансовым и прочим потерям. Длительная негативная PR компания на национальном и международном уровне.	5	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5
Смерть одного человека (смертельный случай). Устойчивая полная или частичная потеря трудоспособности у нескольких человек. Пропаболование у нескольких человек.	Значительное сверхнормативное воздействие на элементы окружающей среды. Превышение установленных нормативов составляет от 15 до 50 раз.	Ущерб, в результате которого производственная деятельность или деятельность по проекту останавливается на неделю или более. Финансовые затраты - от 10 до 100 млн. грн.	Трудно восстанавливаемый урон репутации. Возможное фице финансовых и прочих потерь. Негативная PR компания на национальном уровне, а также непродолжительная на международном уровне.	4	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5
Устойчивая полная или частичная потеря трудоспособности у 1 человека. Временная потеря трудоспособности (большинный) у нескольких человек. Пропаболование у 1 человека.	Среднее сверхнормативное воздействие на элементы окружающей среды. Превышение установленных нормативов составляет от 5 до 15 раз.	Ущерб, в результате которого производственная деятельность или деятельность по проекту останавливается на несколько дней. Финансовые затраты - от 1 до 10 млн. грн.	Значительный урон репутации. На восстановление репутации потребуются несколько недель. Негативная статья в местной и национальной прессе.	3	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5
Временная потеря трудоспособности (большинный) у 1 человека.	Низкое сверхнормативное воздействие на элементы окружающей среды. Превышение установленных нормативов составляет от 2 до 5 раз.	Ущерб, в результате которого производственная деятельность или деятельность по проекту останавливается на один день или несколько часов. Финансовые затраты - до 1 млн. грн.	Датососреднее либо восстанавливаемый урон репутации. Статья в местной прессе, негативное изображение деятельности компании.	2	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5
Случаи без временной потери трудоспособности. Случаи оказания первой помощи, случаи медицинского вмешательства без визита больницы. Случаи временного переезда на более легкую работу.	Минимальное сверхнормативное воздействие на элементы окружающей среды. Превышение установленных нормативов не более 2 раз.	Ущерб, в результате которого производственная деятельность или деятельность по проекту не прерывается. Финансовые затраты - отсутствуют либо в пределах нормативов, лимитов, текущих бюджетов.	Незначительное воздействие на репутацию. Негативное упоминание в местной прессе.	1	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5

Примечания:  
 1) Случаи оказания первой помощи - по классификации ОSHA.  
 2) Случаи медицинского вмешательства - по классификации ОSHA.  
 3) В качестве норматива для каждого источника воздействия принимаются ограничения, определенные в соответствии с законодательными либо корпоративными требованиями.  
 4) Если источник воздействия оказывает сверхнормативное воздействие по нескольким компонентам (например, в эвещенные вещества и азот аммонийный), кратность превышения суммируется.  
 5) Финансовые затраты - платежи за загрязнение, сертифицированное загрязнение, в оеждение ущерба, ликвидацию последствий или возмещение ущерба, в т.ч. третьим сторонам.

Вероятность наступления последствий в течение 3х последующих лет или в течение оцениваемой деятельности, если ее продолжительность меньше 3-х лет

Рис. 1 – Базовая матрица оценки производственных рисков на ЧАО «МК Азовсталь»

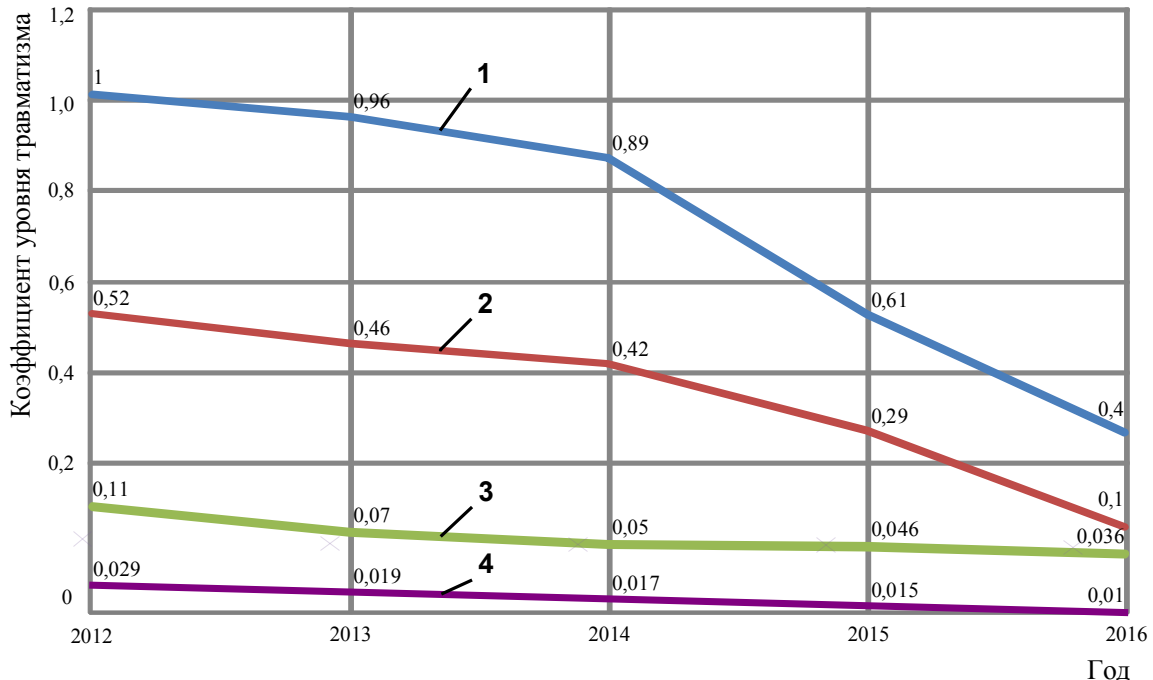


Рис. 2 – Динамика относительных показателей уровня травматизма: 1 – коэффициент частоты травм с потерей рабочего времени, LTIFR; 2 – коэффициент частоты травматизма, K<sub>ч</sub>; 3 – коэффициент частоты смертельных травм, FIFR; 4 – коэффициент частоты смертельного травматизма, K<sub>СТ</sub>

В качестве конкретного примера приведем рабочую таблицу оценки рисков и мероприятий по их снижению (рис. 3) для термического отделения ЦРС.

Источники производственного риска включают термические электропечи (3 ед.), термические газовые печи (3 ед.), шахтную печь, закалочные баки, нагнетающий вентилятор, механическое оборудование. Так, например, по опасному фактору «Доменный-коксовый газ» уровень текущего риска составлял 5-4 баллов (красный). Внедрение автоматической системы розжига горелок, капремонт вытяжной вентиляции от печей, установка на все печи предохранительных клапанов со срабатыванием при падении давления газа и потухании факела на горелках, установка стационарного газоанализатора позволили достичь уровня остаточного риска 5-2 балла (желтый).

HAZID									
Термическая печь электро - Зед., Термическая печь газовая - Зед., Шахтная электропечь - Зед., Закалочные баки- Зшт., нагнетающий вентилятор - 1ед., ручная лебедка									
2. Термическое отделение									
№	Опасность	События	Последствия	Существующие мероприятия	Уровень текущего риска	Меры по снижению рисков	Ответственная сторона	Сроки выполнения	Уровень остаточного риска
2-1	Доменный -коксовый газ	Утечка газа, несрабатывание клапана, не исправное оборудование, отравление от неполного сгорания доменно-коксового газа	Групповой смертельный случай, возгорание, взрыв, пожар, потеря производства, воздействие на окружающую среду, выход из строя оборудования, отравление (головные боли, тошнота)	ТО и ТР, инструктаж по ОТ, обучение, предохранительный клапан, проветривание (открытие дверей для обеспечения притока воздуха как в летний так и зимний период)	5-4	1. Провести КР предохранительного клапана; 2. Запроектировать на каждую печь предохранительные клапана срабатывающие на закрытие при падении давления и потухании горелок; 3. Провести КР вытяжной вентиляции от печей; 4. Запроектировать и обеспечить выполнение мероприятий по обеспечению полного сгорания газовой смеси в печах. 5. Установить в отделении стационарный газоанализатор и обеспечить термистов переносным газоанализатором	1. ЦРС; Дирекция по ремонтам 2. ЦРС, Дирекция по ремонтам 3. ЦРС, Дирекция по ремонтам 4. ЦРС, Коммерческий директор, УГЗ 5. ЦРС, Коммерческая служба	1. 1 квартал 2014г. 2. 2 квартал 2015г. 3. 2 квартал 2015г. 4. 3 квартал 2014г. 5. 2 квартал 2015г.	5-2
2-2	Открытый огонь	Ошибочные действия персонала, отсутствие оборудования для розжига печей и приборов учета количества газа для розжига печи	Устойчивая или полная потеря трудоспособности 1 человека, получение ожогов проходящих одного или более работников	Инструктаж по ОТ, обучение, СИЗ	3-2	1. Запроектировать автоматическую систему розжига; 2. Запроектировать световую сигнализации на входе в отделение при проведении розжига печи.	1. ЦРС; Дирекция по ремонтам; 2. ЦРС, Дирекция по ремонтам.	1. 2 квартал 2015г.; 2. 2 квартал 2014г.	3-1
2-3	Инфракрасное излучение	Ошибочные действия персонала	Профзаболевание, временное или частичное потеря трудоспособности	Инструктаж по ОТ, обучение, СИЗ	3-4	Обеспечить обслуживающий персонал затемненными очками	ЦРС	2 квартал 2014г.	3-4

Рис. 3 – Определение уровня текущего и остаточного риска по методике «HAZID» (фрагмент)

Расчет риска, связанного с идентифицированной опасностью [2], осуществляется по формуле

$$P = \frac{T[(P + B_p)]}{2},$$

где  $P$  – производственный риск;  $T$  – тяжесть последствий;  $P$  – вероятность проявления опасности (таблица);  $B_p$  – частота возникновения опасного события.

Частота возможного проявления опасного фактора устанавливается на базе заключений экспертов РГ. В соответствии с [2] величина  $B_p$  изменяется от 1 до 3, что соответствует минимальному (один раз в год или реже) и максимальному (ежедневно) проявлению фактора риска. За базовый уровень приняты значения  $P$  в 2012-2013 годах. Ретроспективный анализ динамики по основным факторам риска в ЦРС представлен в таблице.

Таблица

Расчетные значения уровня риска в ЦРС

Фактор риска	Уровень риска $P$ , баллы				
	Год				
	2012	2013	2014	2015	2016
Доменный-коксовый газ	18	18	8	8	8
Открытый огонь	6	6	6	3	3
Инфракрасное излучение	12	12	11	11	11
Асбест, цементная пыль, соль натрия	9	9	9	3	3
Подвесное оборудование	9	9	6	6	6

Продолжение таблицы

Горячие поверхности с $t \geq 150^\circ\text{C}$	4	4	4	4	4
Горячие жидкости, масло с $t \geq 900^\circ\text{C}$	13	13	10	10	10
Загрузочное оборудование	6	6	5	5	5
Тепловой стресс	12	12	12	9	9
Газовая печь № 2	20	20	8	8	8
Вытяжная вентиляция от печей	10	10	10	6	6
Состояние изоляции оборудования	2	2	1	1	1
Суммарный риск, $R_{\text{общ}}$	121	121	90	74	74

Исследования показали, что технические и организационные мероприятия по ОТ и ПБ за период 2012-2016 гг. позволили снизить уровень базового риска с 121 до 74 баллов (рис. 4). Однако величина остаточного риска характеризуется как «существенная и требующая необходимых улучшений» [4].

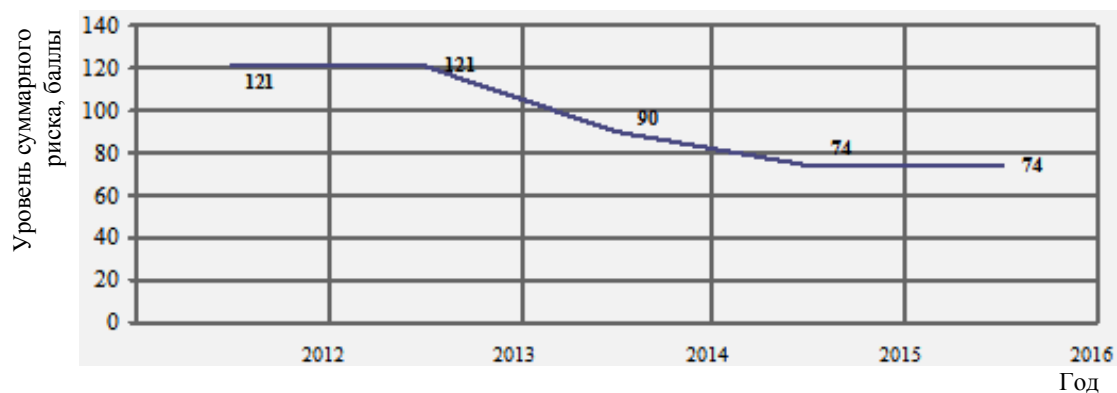


Рис. 4 – Динамика обобщенного риска в ЦРС, ЧАО «МК Азовсталь»

### Выводы

Внедрение международных стандартов аудита производственных рисков HAZID, HAZOP, ГБР и др. привело к повышению эффективности управления в области охраны труда (СУОТ) и промышленной безопасности (ПБ) на предприятии ЧАО «МК Азовсталь», что позволило снизить показатели травматизма, принятые в Евросоюзе, на 30-60%.

Технические и организационные мероприятия по снижению производственных рисков в энергетическом секторе предприятия позволили снизить уровень остаточного риска на 61% до «приемлемого уровня» (74 балла).

### Список использованных источников:

1. Про затвердження Методики визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки: Наказ Міністерства праці та соціальної політики України від 04 грудня 2002 року № 637. – 2002. – 25 с.
2. ДСТУ EN 1050:2003. Безпека машин. Принципи оцінювання ризику. – Чинний від 2003-01-01. – Київ : Держспоживстандарт України, 2004. – 12 с. – (Національні стандарти України).
3. ДСТУ OHSAS 18001:2010. Системи управління гігієною та безпекою праці. Вимоги. – Чинний від 2011-01-01. – Київ : Держспоживстандарт України, 2011. – 20 с. – (Національні стандарти України).
4. Муртонен М. Оценка рисков на рабочем месте – практическое пособие. Опыт Финляндии / М. Муртонен. – 2012. – 63 с.

### References:

1. *Nakaz Ministerstva pratsi ta sotsial'noi politiki Ukraini № 637. Pro zatverdzhennia Metodiki viznachennia rizikiv ta ikh priiniatnikh rivniv dlia deklaruvannia bezpeki ob'ektiv pidvishchenoi nebezpeki* [The Order of the Ministry of Labor and Social Policy of Ukraine № 637. On approval

- of the Methodology for determining the risks and their acceptable levels for declaring the safety of high-risk objects]. Kiev, 2002, 25 p. (Ukr.)
2. DSTU EN 1050:2003. *Bezpeka mashin. Printsipi otsiniuvannia riziku* [State standart EN 1050:2003. Safety of machines. Principles of risk assessment]. Kiev, Derzhspozhivstandart Ukraïni Publ., 2004. 12 p. (Ukr.)
  3. DSTU OHSAS 18001:2010. *Sistemi upravlinnia gigienoiu ta bezpekoiu pratsi. Vimogi* [State standart OHSAS 18001:2010. Hygiene and safety management systems. Requirements]. Kiev, Derzhspozhivstandart Ukraïni Publ., 2011. 20 p. (Ukr.)
  4. Murtonen M. *Otsenki riskov na rabochem meste: prakticheskoe posobie. Opyt Finliandii* [Risk assessments in the workplace. Experience in Finland]. Kyev, 2012, 63 p. (Rus.)

Рецензент: В.В. Кухарь  
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 18.07.2017

УДК 614.895.5:621

© Костенко Т.В.<sup>1</sup>, Костенко В.К.<sup>2</sup>, Александров С.Н.<sup>3</sup>

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПРОТИВОТЕПЛОВЫХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ СПАСАТЕЛЕЙ

*Предложено усовершенствование системы охлаждения тела спасателя путем перехода на проточную схему охлаждения от систем с расположенными в подкостюмном пространстве поглотителями тепла. Предложенная конструкция обеспечивает практически неограниченный ресурс хладагента и, соответственно, увеличивает срок защитного действия противотеплового средства. Для повышения эффективности механизма снятия тепла с поверхности тела человека путем испарения пота предложено обеспечить сорбцию влаги в подкостюмном пространстве путем установления поглощающих элементов. Проблему термодеструкции ткани внешней оболочки можно решить путем ее орошения водой или образованием пенного барьера. Использование предложенных конструктивных решений позволит значительно увеличить защитный ресурс противотепловых средств и снизить риск выхода их из строя при ведении аварийных работ.*

**Ключевые слова:** спасатель, нагревающий микроклимат, индивидуальная защита от тепла, хладагент, срок защитного действия, сорбция влаги, термодеструкция.

**Костенко Т.В., Костенко В.К., Александров С.Н. Удосконалення індивідуальних протитеплових засобів захисту рятувальників.** Запропоновано удосконалення системи охолодження тіла рятувальника шляхом переходу на проточну схему охолодження від систем з розташованими в підкостюмному просторі поглиначами тепла. Запропонована конструкція забезпечить практично необмежений ресурс холодоагенту і, відповідно, збільшить термін захисної дії протитеплого засобу. Для підвищення ефективності механізму зняття тепла з поверхні тіла людини шляхом випаровування поту запропоновано забезпечити сорбцію вологи в підкостюмному просторі шляхом встановлення поглинаючих елементів. Проблему термодеструкції тканини зовнішньої оболонки можна вирішити шляхом її зрошення водою або утворенням пінного бар'єру. Використання запропонованих конструк-

<sup>1</sup> канд. техн. наук, докторант, Донецький національний технічний університет МОН України, г. Покровск, [tatiana.kostenko@gmail.com](mailto:tatiana.kostenko@gmail.com)

<sup>2</sup> д-р техн. наук, професор, Донецький національний технічний університет МОН України, г. Покровск, [yk.kostenko@gmail.com](mailto:yk.kostenko@gmail.com)

<sup>3</sup> д-р техн. наук, професор, Донецький національний технічний університет МОН України, г. Покровск