

Объемные доли компонентов, %		
	Вход	Выход
Воздух	99,70	99,36
Вода	0,30	0,40
Пар	0,00	0,24
Сумма	100,00	100,00

### 5. Качественный анализ процесса

Интересно также проследить характер зависимости температуры на выходе из системы от заданных объемных расходов воздуха и воды на входе (рис. 2).

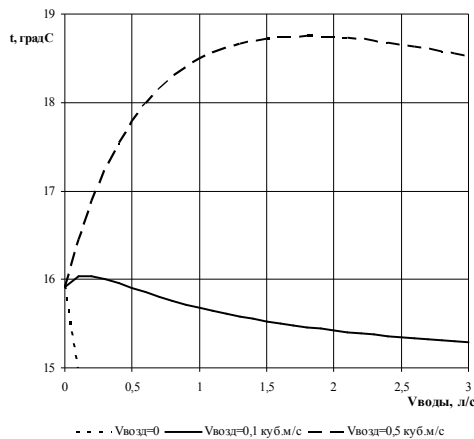


Рис. 2. Температура в зависимости от расхода воды

Графики указывают на немонотонный характер распределения температуры на выходе из смесителя.

Такую зависимость можно объяснить взаимодействием трех факторов: торможением воздуха при смешивании с водой, испарением воды и смешиванием теплого воздуха с холодной водой.

Рассмотрим этот вопрос подробнее (рис. 3).

На рис. 3 приведено изменение температуры в за-

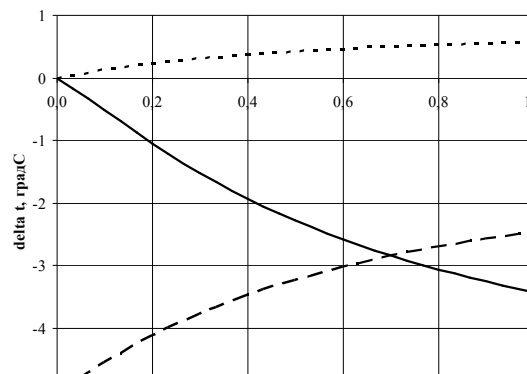


Рис. 3. Влияние различных процессов на изменение температуры

висимости от объемного расхода воды. Объемный расход воздуха считается заданным:  $V_{\text{возд}}=0,1$  м<sup>3</sup>/с.

С одной стороны, введение воды в поток воздуха приводит к его торможению, а это, как известно, всегда повышает температуру.

По мере роста расхода воды, поток воздуха тормозится сильнее, и большим становится рост температуры.

С другой стороны, введение воды в систему должно приводить к охлаждению за счет ее испарения с поглощением теплоты, и за счет более низкой ее температуры по сравнению с воздухом. При малых расходах воды основную роль играет испарение, при больших - смешивание теплого воздуха с холодной водой.

Таким образом, проведенное теоретическое исследование поможет в выборе оптимальных значений входных параметров смесителя в составе устройства для охлаждения воздуха горных выработок.

### Список литературы

1. Буляндра О.Ф. Технічна термодинаміка. – К.: Техніка, 2001. – 320 с.
2. Сборник задач по технической термодинамике и теплопередаче. Под ред. Б.Н. Юдаева. – М.: Высшая школа, 1968. – 372 с.

Рукопись поступила в редакцию 31.03.12

УДК 658.38

### В.О. ЧЕРЕДНІЧЕНКО., аспірантка, ДВНЗ «Криворізький національний університет» АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ ТА ПРОФЗАХВОРЮВАНОСТІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ГЗК КРИВБАСУ ЗА ПЕРІОД 2001-2011 рр.

Проведено порівняльний аналіз виробничого травматизму та профзахворюваності на підприємствах ГЗК Кривбасу за період 2001-2011 рр., визначено їх показники та причини виникнення. Розроблено рекомендації щодо зни-

ження рівня виробничого травматизму та профзахворюваності на підприємствах ГЗК Кривбасу.

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Головна проблема охорони праці - виробничий травматизм і професійна захворюваність. Наявність цієї проблеми зумовлено протиріччям між гуманним бажанням повної безпеки для працівника та науково-технічними й ресурсними можливостями виробництва. Тому для зменшення рівнів травматизму й професійної захворюваності завжди актуальним було, є і буде завдання й вибір – між ефективністю та безпекою виробництва, між дешевшими й дорожчими попереджувальними заходами, між необхідністю постійної уваги до потреб охорони праці та ресурсними обмеженнями. Незважаючи на значні зусилля та технічні, організаційні й матеріальні ресурси, котрі спрямовують підприємства на попередження виробничого травматизму, викоринити це явище з практики виробництва не вдається.

Для підвищення ефективності профілактики виробничого травматизму практика та міжнародне й національне законодавство з промислової безпеки та охорони праці вимагають застосування ризикоорієнтованих підходів до обґрунтування профілактичних заходів. На сьогодні немає науково обґрунтованих методів і методик для отримання об'єктивних кількісних характеристик ризику травмування на виробництві для трансформування їх в ефективні профілактичні заходи.

У зв'язку з викладеним, актуальним є вирішення науково-прикладної проблеми, що полягає в розробленні методологічних основ урахування фактора ризику в профілактиці виробничого травматизму та профзахворювань шляхом установлення закономірностей впливу на ризик нещасного випадку технічного, організаційного, соціально-економічного та виробничого характеру й розробки на цій основі методів виявлення й оцінювання ризиків травмування для обґрунтування ефективних заходів з їхнього попередження, що сприятиме отриманню соціального й економічного ефекту за рахунок зниження рівнів виробничого травматизму та зменшення збитків від нього.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Великий внесок у розвиток теорії та практики аналізу причин виробничого травматизму, безпеки праці та виробничого середовища, методів обґрунтування профілактичних заходів внесли вітчизняні вчені: О.І.Амоша, П.Г.Белов, П.В.Бересневич, Ю.Ф.Булгаков, Г.Г.Гогіташвілі, В.І.Голінько, А.О.Гурін, ЗО.І.апорожець, Ф.С.Клебанов, В.І.Козлов, О.Є.Лапшин, О.Г.Левченко, Г.В.Лесенко, Г.Г.Лесенко, М.О.Лисюк, І.А.Лучко, К.Н.Ткачук, М.І.Швидкийта ін. Значний вклад у розвиток теорії ризику внесли зарубіжні та вітчизняні вчені Д.Б. Браун, Качинський А.Б., Корнійчук М.Т., Х. Куамото, В. Маршалл, Е.Дж. Хенлі та інші.

Останнім часом спеціалістами приділяється велика увага методу управління на основі ризиків - аналізу. Аналіз ризику як метод управління безпекою технологічних процесів і виробництв, як засіб практичної реалізації заходів щодо попередження або зменшення виробничої небезпеки повинен бути частиною системного підходу при реалізації працезахоронної політики.

*Ідея статті* полягає у використанні отриманих у процесі досліджень закономірностей впливу на ризик нещасного випадку основних показників виробництва, характеристик соціальних факторів, стану охорони праці та забезпеченості її ресурсами, технічних, організаційних та психофізіологічних причин травматизму для обґрунтування ефективних заходів і засобів профілактики виробничого травматизму в умовах невизначеності та ризику, характеристик для сучасного виробництва.

*Метою даної статті* є дослідження статистичної інформації, що характеризує соціальні та економічні аспекти виробництва, і показників виробничого травматизму і профзахворювань для визначення та оцінювання соціально-економічних факторів, що впливають на ризики травмування на виробництві.

**Постановка завдання.** Відповідно до поставленої мети було визначено такі завдання: збір від підприємств інформації про виробничий травматизм та профзахворювання; оперативний аналіз інформації про виробничий травматизм та профзахворювання; визначення травмонезпечних професій; розробити динаміку рівня професійної захворюваності ХОЗЛ; розрахунок показників травматизму, профзахворюваності, аналіз причин їх виникнення.

**Викладення матеріалу та результати.** Аналіз виробничого травматизму та професійних захворювань на підприємствах ГЗК виконується згідно відповідних методик, затверджених Мінпромполітики України, аналіз професійних захворювань - Міністерством охорони здоров'я.

Джерелом інформації для аналізу травматизму є акти форми Н-1, Н-5, матеріали спецрозслідувань смертельних та групових нещасних випадків. Кількість профзахворювань і відомості про хворого беруться з актів розслідування хронічного професійного захворювання (форма П-4), «Журналу обліку профзахворювань», причини профхвороби - із «Карти обліку профзахворюв» (форма П-5).

Протягом року проводиться збір і первинна обробка інформації. За допомогою статистичних методів інформація аналізується за певними ознаками - часовими, соціальними, причинними, визначаються найбільш травмонезбезпечні виробництва, професії, види робіт, з'ясовуються причини нещасних випадків. Розраховуються показники травматизму та профзахворюваності, виконується порівняльний аналіз. Для аналізу стану та динаміки виробничого травматизму використовуються наступні показники: абсолютна кількість нещасних випадків; частка (%) нещасних випадків за певною ознакою у загальній кількості травм; коефіцієнт частоти нещасних випадків (у т.ч. смертельних) на тисячу працюючих; коефіцієнт тяжкості нещасних випадків – кількість днів непрацездатності на одного постраждалого. Для аналізу стану загального травматизму визначаються: кількість нещасних випадків, у тому числі зі смертельними наслідками та групових, кількість постраждалих під час нещасних випадків. Визначається розподіл нещасних випадків за видами події, що привела до травмування, за причинами, за категоріями професій, за стажем роботи за фахом, за віком постраждалих тощо. Такі ж показники обчислюються для травматизму зі смертельними наслідками, за необхідності наводяться обставини нещасних випадків. При необхідності для більш детального аналізу використовуються інші відносні показники. Показники профзахворюваності розраховуються на десять тисяч робочих, зайнятих у виробництві. При виконанні аналізу профзахворювань визначається розподіл кількості захворілих за галузями виробництва, визначається величина показника професійної захворюваності, розподіл кількості захворілих за видами захворювань робітників, за нозологічними формами, за професіями, за стажем роботи в умовах дії шкідливих факторів виробничого середовища, за віком, статтю тощо. За результатами аналізу складаються заходи щодо усунення причин виникнення нещасних випадків і профзахворювань.

Об'єктом дослідження є масив нещасних випадків, які мали місце на підприємствах ГЗК Кривбасу з відкритим видобутком залізної руди за період 2001-2011 рр. Перелік цих підприємств: ВАТ «ПівдГЗК», ПАТ «ПівнГЗК», ПАТ «ЦГЗК» і ПАТ «ІнГЗК». За цей період на підприємствах ГЗК Кривбасу сталося 463 нещасних випадки, у яких постраждало 474 особи, з них 34 випадки зі смертельними наслідками, у яких постраждало 36 осіб. Протягом 10 років сталося 5 групових нещасних випадків, під час яких постраждало 16 осіб, у тому числі 9 осіб – смертельно.

В табл. 1 наведено статистичні дані про нещасні випадки, у тому числі зі смертельним наслідком, які мали місце на підприємствах ГЗК Кривбасу за період 2001-2011 рр.

Таблиця 1

Рік Назва підприємства	Кількість травмованих/смертельно											Всього
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
ВАТ «ПівдГЗК»	8/3	16/1	11/-	14/3	10/2	9/-	6/-	13/5	4/-	8/-	1/-	100/14
ПАТ «ПівнГЗК»	10/1	13/-	22/1	16/1	7/-	15/1	8/-	6/4	9/1	7/-	3/-	116/9
ПАТ «ЦГЗК»	12/1	14/-	24/4	20/-	14/-	14/-	6/1	9/-	8/1	4/1	1/-	126/8
ПАТ «ІнГЗК»	9/-	21/-	17/2	15/-	10/-	11/3	12/-	19/-	8/-	5/-	5/-	132/5
Всього:	39/5	64/1	74/7	65/4	41/2	49/4	32/1	47/9	29/2	24/1	10/-	474/36

Аналіз даних, наведених у табл. 1 показує, що найбільша кількість всіх нещасних випадків відбувається на ПАТ «ІнГЗК», а смертельних - на ВАТ «ПівдГЗК».

В табл. 2 наведено дані про групові нещасні випадки, у тому числі зі смертельним наслідком, які мали місце на підприємствах ГЗК Кривбасу за період 2001-2011 рр.

Таблиця 2

Рік Назва підприємства	Кількість групових нещасних випадків/кількість потерпілих/у т.ч. смертельно											Всього
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
ВАТ «ПівдГЗК»								2/8/5				2/8/5
ПАТ «ПівнГЗК»												-
ПАТ «ЦГЗК»			2/4/4									2/4/4

ПАТ «ІнГЗК»						1/4/-			1/4/-
Всього:			2/4/4			3/12/5			5/16/9

На підставі проведеного аналізу встановлено, що найбільш травмонебезпечними професіями за період 2001-20011 рр. на підприємствах ГЗК Кривбасу є: електрослюсар черговий та з ремонту устаткування (25 чоловік або 5,3 % від загальної кількості травмованих), водій (24 чоловік або 5,1 % від загальної кількості травмованих), електрогазоварник (11 чоловік або 2,3 % від загальної кількості травмованих) та слюсар черговий та з ремонту устаткування (16 чоловік або 3,4 % від загальної кількості травмованих).

Аналіз виробничого травматизму в залежності від місяця (рис. 1) показує, що характерний зріст нещасних випадків у серпні (11,8 %), червні (10,5 %) і вересні (10,5 %). Найменша кількість травм приходить на січень місяць (5,3 %).

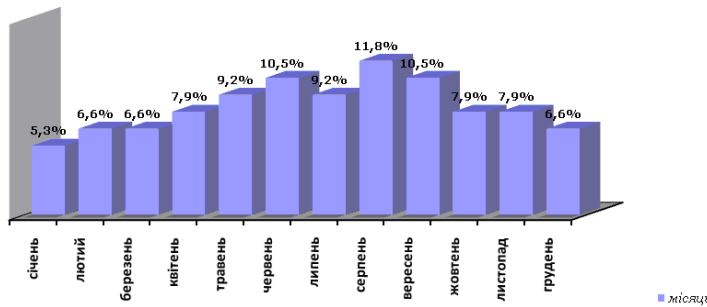


Рис. 1. Аналіз виробничого травматизму залежно від місяця

Якщо проаналізувати травматизм по кварталах (рис. 2), то найбільша абсолютна кількість нещасних випадків приходить на III квартал (31,6 %), а найменше – на I квартал (18,4 %), що пояснюється температурним режимом.

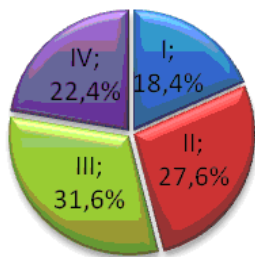


Рис. 2. Аналіз виробничого травматизму по кварталах

Отже, частіше за все працівники травмуються у денну зміну (76,3 % нещасних випадків), яка є найбільш чисельною, в нічну - 23,7 %.

За стажем роботи потерпілих нещасні випадки розподіляються (діаграма 3):

Аналіз даних, наведених на рис. 3 свідчить, що протягом досліджуваного періоду частіше за все травмуються працівники, стаж роботи яких від 1 до 5 років.

Це можна пояснити тільки тим, що молоді працівники, маючи невеликий стаж роботи, з недостатньою відповідальністю ставляться до дотримання правил безпеки під час виконання робіт. На рис. 4 наведено дані про розподіл випадків виробничого травматизму за віком постраждалих:

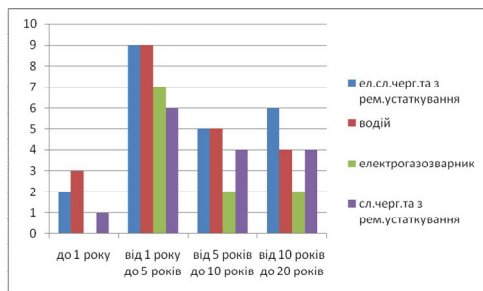


Рис. 3

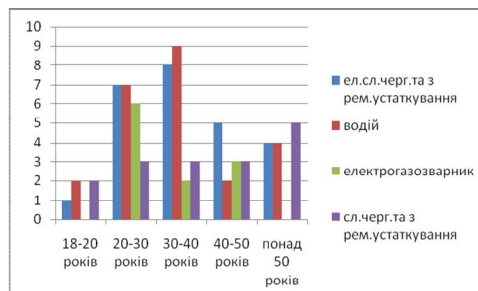


Рис. 4

Аналіз даних, наведених на рис. 4 свідчить, що протягом досліджуваного періоду частіше за все травмуються працівники віком 30-40 років. Тут звичайно велику роль відіграє професійний досвід. З віком людина стає більш серйозною, у неї підвищується відповідальність за результати своєї праці й турбота за своє здоров'я.

У результаті аналізу загального виробничого травматизму по травмонебезпечним професіям за 2001-2011 рр. визначено розподіл нещасних випадків за причинами, який наведено у табл. 3.

Аналіз нещасних випадків за період 2001-2011 рр. на підприємствах ГЗК Кривбасу по травмонебезпечним професіям за причинами показав, що з технічних причин сталося 22,6 % усіх травм. Серед технічних причин переважають незадовільний технічний стан виробничих об'єктів і транспортних засобів. Вага організаційних причин - 78,25 %. Серед організаційних

причин переважають: порушення трудової та виробничої дисципліни, у т.ч. невиконання посадових обов'язків та невиконання вимог інструкцій з охорони праці.

У результаті загального аналізу виробничого травматизму за досліджуваний період визначено розподіл нещасних випадків за видами подій, який наведено у табл. 4:

Аналіз травматизму за основними видами подій свідчить, що частіше за все працівники травмуються внаслідок падіння потерпілого з висоти; падіння, обрушення, обвалення предметів, матеріалів, породи, ґрунту; дії рухомих і таких, що обертаються, деталей обладнання, машин і механізмів.

Таблиця 3

Причина	Електрослюсар черговий та з ремонту устаткування	Водій	Електрогазоварник	Слюсар черговий та з ремонту устаткування	Всього	%
01 - конструктивні недоліки, недосконалість, недостатня надійність засобів виробництва	2				2	1,5
02 - конструктивні недоліки, недосконалість, недостатня надійність транспортних засобів				2	2	1,5
03-неякісна розробка або відсутність проектн. документації на будівництво, реконструкцію об'єктів	1	1	1		3	2,3
05 - недосконалість, невідповідність вимогам безпеки технологічного процесу			2	1	3	2,3
06 - незадовільний технічний стан			2		2	1,5
06.1 - виробничих об'єктів, будинків споруд, території	2	4	2	3	11	8,3
06.2 - засобів виробництва	1	1			2	1,5
06.3 - транспортних засобів		5			5	3,7
10 - недоліки під час навчання безпечним прийомом праці	2	2			4	3,0
10.1 - відсутність чи неякісне проведення інструктажу				1	1	0,75
11-неякісна розробка, недосконалість інструкцій з охорони праці або їх відсутність	2				2	1,5
15 - невикористання ЗІЗ через незабезпеченість ними	1				1	1,5
19 - порушення вимог безпеки під час експлуатації устаткування, механізмів	4				4	3,0
20 - порушення вимог безпеки під час експлуатації транспортних засобів		3			3	2,3
21 - порушення правил дорожнього руху		3			3	2,3
22 - незастосування ЗІЗ (за їх наявності)	2		1		3	2,3
24 - порушення трудової і виробничої дисципліни	7	2	4	5	18	13,5
24.1 - невиконання посадових обов'язків	15	1	3	7	26	19,5
24.2 - невиконання вимог інструкцій з охорони праці	15	8	8	7	38	28,6
Всього	54	30	23	26	133	100

На підприємствах ГЗК Кривбасу ВАТ «ПівдГЗК», ПАТ «ПівнГЗК», ПАТ «ЦГЗК» і ПАТ «ІнГЗК» з відкритим видобутком залізної руди за період 2001-2011 рр. найбільша кількість захворюлих серед робітників ПАТ «ПівнГЗК» - 68 чоловік.

Таблиця 4

Вид подій	Електрослюсар черговий та з ремонту устаткування	Водій	Електрогазо-зварник	Слюсар черговий та з ремонту устаткування	Всього	%
01 - дорожно-транспортна пригода	-	4	-	-	4	4,8
01.1 - наїзд транспортних засобів	2	-	-	-	2	2,4
02 - падіння потерпілого	1	1	2	1	5	5,9
02.1 - падіння потерпілого під час пересування	2	2	1	1	6	7,1
02.2 - падіння потерпілого з висоти	5	3	3	4	15	17,9
03 - падіння, обрушення, обвалення предметів, матеріалів, породи, ґрунту	3	1	4	4	12	14,3
03.1 - обрушення, обвалення будівель, споруд та їх елементів	2	-	-	-	2	2,4
03.2 - обвалення та обрушення породи, ґрунту тощо	-	1	-	-	1	1,2
04 - дія предметів та деталей, що рухаються, розлітаються, обертаються	2	-	3	4	9	10,7
04.1 - дія рухомих і таких, що обертаються, деталей обладнання, машин і механізмів	2	2	5	3	12	14,3
04.2 - дія предметів, що розлітаються в рез-ті вибуху або руйнування приладів, посудин, які знаходяться під тиском, у вакуумі	-	1	-	-	1	1,2
05 - ураження електричним струмом	2	-	-	2	4	4,8
05.1- ураження електричним струмом при доторканні до ЛЕП та обірваних проводів	1	-	-	-	1	1,2
06 - дія екстремальних температур (крім пожеж)	4	-	-	-	4	4,8
09 - фізичні перевантаження	-	1	-	-	1	1,2
18 - інші види	3	2	-	-	5	5,9
Всього	29	18	18	19	84	100

У багатьох випадках шкідливі умови праці є причиною виникнення професійних захворювань. Підрахунок показує, що у захворілих основний діагноз - пиловий бронхіт. Стан професійної захворюваності залежно від категорії професій на підприємствах ГЗК Кривбасу ВАТ «ПівдГЗК», ПАТ «ПівнГЗК», ПАТ «ЦГЗК» і ПАТ «ІнГЗК» за період 2001-2011рр. найчастіше зустрічаються такі: електрослюсар черговий та з ремонту устаткування (32 чоловік), машиніст крана (14 чоловік), водій автомобіля (11 чоловік) та майстер (10 чоловік).

На підприємствах головною причиною є недосконалість робочих місць: робітники підпадають під шкідливу дію пилу, виконують важку роботу в незручній та вимушеній позі, підпадають під шкідливу дію вібрації та під дію виробничого шуму і т.д. Також неефективною є робота систем вентиляції, кондиціонування повітря. У зв'язку з цим, заходи з профілактики професійних захворювань повинні бути направлені на удосконалення технологічних процесів і устаткування.

За результатами аналізу стану виробничого травматизму та професійної захворюваності на підприємствах ГЗК Кривбасу ВАТ «ПівдГЗК», ПАТ «ПівнГЗК», ПАТ «ЦГЗК» і ПАТ «ІнГЗК» визначені основні заходи щодо його поліпшення. Для зниження рівня виробничого травматизму та профзахворюваності, необхідно:

підвищити ефективність систем управління охороною праці на підприємствах. Системи повинні чітко визначати всі функції управління охороною праці та методи їх реалізації;

покращити умови праці на робочих місцях шляхом розроблення та впровадження новітніх технологій і техніки, які забезпечують безпечні, здорові та комфортні умови праці, впровадити нові види колективного захисту працівників, підвищити рівень промислової безпеки;

систематично аналізувати стан охорони праці з доведенням його результатів до безпосередніх виконавців. Постійно контролювати розробку та здійснення профілактичних заходів щодо найбільш травмонебезпечних операцій та обладнання, до яких відносяться: падіння людей; ураження електрострумом; дія рухомих предметів і механізмів, що обертаються;

підвищити ефективність роботи служб охорони праці, особливо в цехах, довести її чисельність до встановлених норм;

забезпечити на підприємствах жорсткий контроль за дотриманням графіків огляду та ремонту будівель, споруд, обладнання, засобів захисту;

підвищити рівень знань з охорони праці, застосовуючи сучасні методики навчання та інструктажу з використанням наглядних посібників, тестів; регулярно проводити підготовки та перепідготовки кадрів з охорони праці у напрямку кваліфікаційної відповідності фахівців з охорони праці сучасним вимогам;

своєчасно забезпечити навчання та підвищення кваліфікації посадових осіб з питань охорони праці у зв'язку з тим, що значна кількість нещасних випадків пов'язана з невиконанням посадових обов'язків. Підвищити рівень відповідальності посадових осіб, в обов'язки яких входить нагляд за виконанням правил безпечного ведення робіт;

розробити профілактичні заходи щодо зміцнення трудової та виробничої дисципліни, попередження нещасних випадків у стані сп'яніння;

вирішити питання невідповідності умов праці вимогам санітарних і гігієнічних правил та норм шляхом розвитку служб медицини праці та системи медико-санітарної допомоги на виробництві, удосконалення порядку проведення медичних оглядів, соціальної та професійної реабілітації осіб, що працюють у важких, шкідливих та небезпечних умовах;

своєчасно проводити атестацію робочих місць у всіх підгалузях на відповідність вимогам санітарних нормативів;

під час проведення атестації робочих місць особливу увагу звертати на технічний стан споруд, будівель, обладнання, засобів захисту. За результатами атестації складати плани та графіки з приведення у безпечний стан технологічних процесів та цехів в цілому. Проводити аналіз результатів атестації робочих місць за умовами праці на відповідність їх вимогам чинних нормативних актів, що встановлюють право на одержання пільгового пенсійного забезпечення;

підвищити захищеність працівників від дії шкідливих і небезпечних факторів виробничого середовища шляхом розроблення та впровадження у виробництво нових засобів індивідуального захисту з використанням сучасних технологій, матеріалів і наукових досліджень;

для підсилення профілактики професійних захворювань на основі поглибленого аналізу причин та умов, які сприяють формуванню професійної патології, створити на підприємствах автоматизовані системи обліку та аналізу результатів періодичних медичних оглядів з метою підвищення їх якості та забезпечення медичної допомоги захворілим на самих ранніх етапах формування паталогічного процесу;

розробити та удосконалити критерії диференційованої диспансеризації, експертизи працездатності та ефективного лікування;

розробити та удосконалити критерії ранньої діагностики професійного впливу на початкових стадіях професійних захворювань;

своєчасно перекваліфіковувати і переводити хворих на інші роботи, не пов'язані з дією шкідливих умов праці, законодавчо обмежити стаж праці на підприємствах в цих умовах 10-15 роками.

**Висновки та напрямок подальших досліджень.** Заходи безпеки повинні гармонійно поєднуватись як з технологічним процесом, так і з конкретними діями людей на робочих місцях.

#### *Список літератури*

1. **Бизов В. Ф.** Охорона праці в гірництві : підручник [для студ. вищ. навч. закл.] / **В. Ф. Бизов, О. Є. Лапшин.** - Кривий Ріг : Мінерал, 2001. - 251 с.

2. **Варення Г.** Управление рисками несчастных случаев как аксиома трудовой деятельности / **Г. Варення** // Охрана труда. - 2004. - № 4. - С. 22-24.

3. **Воляник А. О.** Вплив на ризики травмування на виробництві факторів зовнішнього середовища / **А. О. Воляник, К. Н. Ткачук** // Вісник Криворізького технічного університету. - 2005. - Вип. 8. — С. 156-159.
4. **Глібчук В. М.** Сутність ризику як економічної категорії / **В. М. Глібчук** // Львівська політехніка. Вісник... - 2007. - № 599. - С. 102-107.

Рукопись поступила в редакцию 31.03.12

УДК 669.162.16

Е.Г. ДОНСКОВ, В.П. ЛЯЛЮК, доктора техн. наук, проф., А.Д. ДОНСКОВ, студент, Д.А. КАССИМ, канд. техн. наук, ГВУЗ “Криворожский национальный университет”

## ДОМЕННАЯ ПЛАВКА ПОД ДАВЛЕНИЕМ, МИФЫ И РЕАЛЬНОСТЬ

Повышенное давление газа в рабочем пространстве доменных печей является скорее привычным, а не необходимым фактором, поэтому без ущерба для производства может быть снижено и использоваться лишь как метод стабилизации перепада давлений газа между горном и колошником.

Из числа методов интенсификации доменной плавки, широко применяемых на доменных печах Советского Союза в прежние годы, и в настоящее время, наряду с обогащением дутья кислородом в наибольшей степени, сохранилось и продолжает использоваться повышение давления газа в рабочем пространстве доменных печей. Целесообразность повышения давления на колошнике до 150-200 кПа и более, как правило, не вызывает никакого сомнения среди специалистов, как теоретиков так и практиков, выросших во время работы доменных печей, когда это давление редко опускалось ниже 150 кПа. Между тем эффективность метода, как в самом начале его применения, так и в современных условиях была и остается призрачной, причем в прошлые годы сомнения в его эффективности и целесообразности применения высказывались чаще, чем теперь [1].

Предложение о целесообразности повышения давления газа в печи впервые было высказано Г. Бессемером, который полагал повысить, таким образом, температуру газообразных продуктов горения и в связи с этим отказаться от нагрева дутья. Несостоятельность такого ожидания была установлена еще до его экспериментальной проверки. П.М. Есманский предложил использовать повышение давления для улучшения распределения газа по сечению доменной печи и более полного восстановления железорудных материалов. Такие ожидания также не оправдались. Не нашли практического подтверждения и взгляды Д.М. Эвери, усматривающего в повышенном давлении газа возможность полного подавления в доменной плавке прямого восстановления оксидов железа [2, с. 7-10].

Уже первые опыты применения метода на промышленных печах показали, что расход кокса при повышении давления газа в печи может сокращаться, оставаться без изменения или возрастать. Во всяком случае, четкого улучшения восстановительной работы газа и сокращения на этой основе расхода кокса обнаружено не было [1,3 и др.]. Следует отметить, что в ряде случаев при повышении давления газа, условия работы печей улучшались. Например, на ММК одновременно с повышением давления колошниковога газа была повышена температура дутья и внедрен офлюсованный агломерат повышенной основности. Однако в результате повышения давления на печах ММК фактическое увеличение производительности и снижение расхода кокса оказалось значительно меньше, чем ожидали получить на основании выполненных расчетов влияния давления колошниковога газа на потери напора по высоте печи [4, с. 172-174].

Дольше всего просуществовал и продолжает жить миф о возможности существенного повышения расхода дутья и интенсивности плавки при искусственном повышении давления газа в рабочем пространстве доменной печи путем введения дополнительного сопротивления в газовую сеть печи. У истоков такой точки зрения находятся взгляды и расчеты И.И. Коробова [2, с. 10], М.А. Стефановича [5], М.Я. Остроухова [3], А.Н. Рамма [6,7] и др. В основу указанных взглядов и, соответственно, расчетов положены ошибочные представления о том, что изменения перепада статического давления газа в столбе доменной шихты адекватно отображаются уравнением Дарси-Вейсбаха.

Ошибочность использования уравнения Дарси-Вейсбаха (следует подчеркнуть, что в физике такого уравнения нет) для оценки газодинамических процессов доменной плавки, заключается в том, что независимая переменная реально существующей связи, т.е. причина (перепад