

14. **Марюта А.Н.** Автоматическая оптимизация процесса обогащения руд на магнитно-обогажительных фабриках / **А.Н. Марюта** // – М.: Недра, 1975. – 303 с.
15. **Гринман И.Г.** Автоматизация процессов обогащения руд цветных металлов / **И.Г. Гринман**. – Алма-Ата: Изд. Акад. наук Казахской ССР, 1964. – 218 с.
16. **Убай Юсеф Саламах Аль Мададха.** Система автоматической оптимизации крупности помола руды в замкнутом цикле измельчения / **Убай Юсеф Саламах Аль Мададха** // Гірнична електромеханіка та автоматика. – Дніпропетровськ: НГУ, 2008. – №81. – С.120-124.
17. **Воробьев А.Е.** Повышение эффективности работы отделения дробления и измельчения золотоизвлекательной фабрики / **Воробьев А.Е., Аникин А.В.** // Geotехnologia / Геотехнология. Горный вестник Узбекистана, 2013. – №2(53). – С.39-43.
18. **Габец С.В.** Повышение эффективности спирального классификатора и применение автоматизированных гидроциклонных установок на норильских обогажительных фабриках / **Габец С.В., Асламов А.А., Габец В.С.** // Вестник АГТА, 2009. (Том 3). – №1. – С.22-23.
19. **Верхотуров М.В.** Гравитационные методы обогащения / **М.В. Верхотуров** М.: МАКС Пресс, 2006. – 352 с.
20. **Сметанин В.А.** Способ повышения эффективности гидравлической классификации в спиральных классификаторах ДОФ-5 РОФ ОАО ММК / **В.А. Сметанин, А.В. Путятю, В.В. Иващенко, В.П. Лобанова** // Сталь, 2015. – №7. – С.10-11.
21. **Козин В.З.** Автоматизация производственных процессов на обогажительных фабриках / **Козин В.З., Троп А.Е., Комаров А.Я.** – М.: Недра, 1980. – 336 с.
22. **Троп А.Е.** Автоматическое управление технологическими процессами обогажительных фабрик / **Троп А.Е., Козин В.З., Прокофьев Е.В.** – М.: Недра, 1986. – 303 с.
23. **Гринман И.Г.** Контроль и регулирование гранулометрического состава продуктов измельчения / **Гринман И.Г., Блях Г.И.** – Алма-Ата: Наука, Казахской ССР, 1967. – 115 с.
24. **Фоменко Т.Г.** Гравитационные процессы обогащения полезных ископаемых / **Т.Г. Фоменко**. – М.: Недра, 1966. – 332 с.

Рукопис подано до редакції 19.03.2019

УДК 331.452

Т. М. ТАЙРОВА, канд. хім. наук, ст. наук. співроб.,

ДУ «Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці», м. Київ

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ОХОРОНА ПРАЦІ ВУГІЛЬНОЇ ГАЛУЗІ

Мета. Підвищення результативності функціонування СУОП та її підсистеми – системи охорона праці у вугільній галузі.

Методи дослідження. У статті використано метод системного аналізу для аналізу СУОП і її підсистеми - системи охорона праці та метод математичного моделювання.

Наукова новизна. Вперше побудована математична модель системи охорона праці вугільної галузі, яка на відміну від відомих кількісно оцінює кожну підсистему охорони праці: економічну, правову, технічну, організаційну та санітарно-гігієнічну, що дозволяє визначити результативність функціонування як кожної підсистеми, так і системи охорона праці в цілому, і розробити науково обґрунтовані заходи, спрямовані як на стабілізацію системи, так і на підвищення результативності її функціонування.

Практична значимість. Розроблено оціночні показники для кожної підсистеми охорона праці для вугільної галузі, побудовано математичні моделі системи охорони праці, що враховують дії або бездіяльність основних учасників трудового процесу - працівника і роботодавця. Визначено чинники, що викликають порушують режимів функціонування системи охорони праці, а також ті чинники, що дозволяють стабілізувати систему і підвищити результативність її функціонування. Кількісно оцінено ризик настання нещасних випадків на підприємствах вугільної галузі через дію або бездіяльність працівника і роботодавця. Запропоновано заходи підвищення результативності СУОП, засновані на результатах математичного моделювання системи охорони праці та оцінки впливу на результативність її функціонування факторів зовнішнього і внутрішнього середовища. Отримані результати дають можливість уніфікувати і регламентувати порядок розробки науково обґрунтованих управлінських рішень, спрямованих на підвищення результативності функціонування системи охорони праці та відповідно СУОП вугільної галузі.

Результати. Запропоновано метод оцінки технічної, організаційної та санітарно-гігієнічної підсистем системи охорона праці, який дозволяє на основі статистичних даних про виробничий травматизм у вугільній галузі та причин його виникнення кількісно оцінювати дії або бездіяльність осіб, які допустили порушення нормативних актів з охорони праці, використовувати отримані дані для побудови математичної моделі системи охорона праці та розробити відповідні заходи, спрямовані на підвищення її результативності.

Ключові слова: система охорони праці, фактори зовнішнього і внутрішнього середовища, математична модель, виробничий травматизм, ризик.

doi: 10.31721/2306-5451-2019-1-48-13-18

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Вугільна галузь є однією з найбільш травмонебезпечних галузей України, а за кількістю смертельних випадків, що припадають на тонну видобутого вугілля, займає лідируючу позицію серед країн світу. Вугільна промисловість України характеризується найстарішим шахтним фондом – кожна третя шахта експлуатується понад 30 років без реконструкції, більш ніж 50 % обладнання та устаткування для видобутку вугілля повністю зношені. Середня глибина розробки перевищує 720 м. Щороку у вуглевидобувній галузі стається до 40 % усіх нещасних випадків в країні та до 23 % – із смертельним наслідком. Основною причиною таких випадків є обрушення, обвалення породи та дія рухомих і таких, що обертаються, деталей, обладнання, машин і механізмів. Проблема захисту працюючих від впливу небезпечних і шкідливих чинників у вугільній галузі, зниження рівня виробничого травматизму хоча і має велику кількість теоретичних та практичних напрацювань, проте залишається актуальною і потребує подальшого їх розвитку. Узагальнення наукових досліджень з питань охорони праці свідчить про неефективність системи управління охороною праці на всіх рівнях, відсутність в країні методології комплексного і системного підходу до вивчення проблемних питань з охорони праці (ОП) з метою розроблення заходів, спрямованих на запобігання виробничому травматизму. Роботодавці не дотримуються вимог ст. 13 Закону України «Про охорону праці» щодо створення на кожному робочому місці належних умов праці відповідно до нормативно-правових актів та забезпечення додержання вимог законодавства відносно прав працівників. Пріоритетним завданням залишається розроблення заходів, спрямованих на підвищення результативності функціонування системи охорони праці.

Аналіз досліджень і публікацій. Питання розроблення інструментарію прийняття управлінських рішень, підходів до оцінювання результативності СУОП та підвищення рівня державного управління з охорони праці, поліпшення функціонування системного менеджменту з охорони праці на підприємствах країни, стану нормативно-правового забезпечення знайшли відображення у роботах Г. Г. Гогіташвілі [1], Г. Г. Лесенка [2]. Першими науковими розробками, спрямованими на визначення закономірностей опосередкованого впливу чинників зовнішнього середовища на ризик травмування, зокрема, таких як соціально-економічні та правові, для трансформування отриманих оцінок в ефективні профілактичні заходи, стали роботи А. О. Водяника [3], Г. Г. Дегтяренка [4] та інш. А. О. Водяником було розроблено методологію аналізу причин та чинників, що впливають на ризик травмування, яка полягала у комплексному врахуванні та кількісному оцінюванні впливу на рівень травматизму характеристик виробництва, соціальних чинників, стану забезпеченості потреб охорони праці ресурсами, а також безпосередніх технічних і організаційних причин травматизму. Питання оцінювання чинників зовнішнього середовища, зокрема впливу наглядової діяльності з охорони праці на рівень виробничого травматизму, знайшли відображення у наукових публікаціях А. С. Єсипенка [5, 6], О. Є. Кружилка [7, 8], В. В. Майстренка [9], в яких автори визначали підходи до вирішення проблеми запобігання виробничому травматизму, акцентуючи увагу на необхідності підвищення ефективності наглядової діяльності шляхом удосконалення інформаційно-методичного забезпечення державного нагляду у сфері охорони праці та застосування математичного моделювання показників виробничого травматизму для отримання прогностичних оцінок його рівня та прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Проте реальні можливості підготовки, прийняття та реалізації управлінських рішень, спрямованих на запобігання виробничому травматизму, як на рівні підприємства, так і галузі, можуть бути реалізовані тільки при системному підході до дослідження системи управління охороною праці та комплексному і об'єктивному аналізі чинників зовнішнього і внутрішнього середовища, що впливають на результативність функціонування її підсистем, зокрема системи ОП.

У контексті зазначеного актуальною науковою задачею є підвищення результативності функціонування системи охорони праці, як підсистеми СУОП у вугільній галузі, результати якого мають бути покладено в основу розроблення наукових засад запобігання виробничому травматизму.

Постановка завдання. Метою цієї роботи є розроблення математичної моделі системи ОП для вугільної галузі, оцінювання результативності її функціонування та формування науково обґрунтованих заходів запобігання виробничому травматизму.

Для досягнення поставленої мети сформульовано такі завдання:

визначити показники оцінювання кожної підсистеми системи охорона праці для вугільної галузі, враховуючи наявну кількісну інформацію про зовнішні та внутрішні чинники;

виявити закономірності впливу цих чинників на результативність функціонування системи охорона праці;

побудувати математичну модель системи ОП, яка встановлює аналітичні залежності функціонування цієї системи від показників, що характеризують чинники зовнішнього і внутрішнього середовища;

сформувані науково обґрунтовані заходи запобігання виробничому травматизму у вугільній галузі.

Викладення основного матеріалу дослідження. Одним із методів, який дозволяє комплексно дослідити систему управління ОП та її підсистеми, є системний підхід. Про використання системного підходу при вирішенні проблем в охороні праці відмічалось ще у Конвенції № 155 та в Керівництві з управління системами охорони праці (МОП-СУОП 2001), в яких наголошувалось на необхідності використання системного підходу до створення і розвитку на підприємствах системи управління ОП [10]. Виходячи вищевикладеного, опис системи охорона праці вугільної галузі, який формується за допомогою системного аналізу, передбачає визначення множини вхідних і вихідних змінних системи, що забезпечує досягнення мети дослідження, а також встановлення границь системи із зазначенням її зовнішнього середовища та критеріїв.

Представлення системи охорона праці – об'єкта досліджень, у вигляді математичної моделі дозволяє комплексно оцінювати результативність її функціонування з урахуванням взаємного впливу всіх її підсистем, тобто визначати вплив соціально-економічних і правових чинників на результативність її функціонування та відобразити їх зв'язок з технічною, організаційною та санітарно-гігієнічною підсистемами системи ОП. Отримані результати дозволяють визначитись з напрямом розвитку системи охорона праці на певному рівні управління та вибрати оптимальний варіант стратегії із припустимої множини управлінських рішень.

Підвищення результативності функціонування системи управління охороною праці та розроблення заходів, спрямованих на запобігання виробничому травматизму, неможливо без розроблення та побудови математичної моделі системи ОП (керованої системи) як підсистеми СУОП, яка дозволяє комплексно дослідити властивості системи ОП, осмислити існуючу ситуацію з охорони праці на певному рівні управління, провести експерименти шляхом зміни значень її складових із подальшою інтерпретацією результатів стосовно модельованої системи, прогнозувати її стани на майбутній період і розробляти науково обґрунтовані заходи правового, соціально-економічного, організаційно-технічного, санітарно-гігієнічного характеру. За критерій вибору найкращого варіанта зазвичай приймаються найнижчі значення показників виробничого травматизму, за якими оцінюється результативність функціонування системи ОП.

Для побудови математичної моделі системи ОП із множини показників, що характеризують кожну підсистему системи ОП вибрано найбільш впливові або узагальнені. Виділення найбільш впливових показників наглядової діяльності з охорони праці проведено методом кореляційно-регресійного аналізу шляхом визначення тісноти і направленості зв'язку між кожним показником наглядової діяльності з охорони праці та показником виробничого травматизму у вугільній галузі.

За результатами зазначеного аналізу виокремлено найбільш впливові показники наглядової діяльності з охорони праці, для яких коефіцієнти парної кореляції мали найбільше значення та від'ємний знак. Такими показниками наглядової діяльності з охорони праці для вугільної галузі є середній розмір штрафу, накладений на посадову особу, та середній розмір штрафу, накладений на працівника (рис. 1, 2). Проте рівень впливу зазначених показників на рівень виробничого травматизму дуже низький.

Аналіз наведених графіків свідчить про те, що при зменшенні розміру штрафних санкцій, накладених як на посадову особу, так і на працівника, відмічається збільшення кількості порушень вимог нормативних актів з охорони праці у вугільній галузі. Для кількісного оцінювання внутрішнього середовища системи ОП, тобто технічної, організаційної та санітарно-гігієнічної підсистем, використано розроблену автором систему «роботодавець-працівник-робоче місце» (РПР) та методику оцінювання кожної з її підсистем [11].

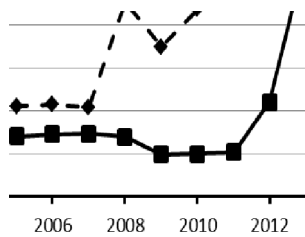


Рис. 1. Динаміка змін середнього розміру штрафних санкцій, накладених на посадову особу, та кількість порушень роботодавцем НПАОП

За результатами кількісного оцінювання системи «роботодавець-працівник-робоче місце» визначено показники, що оцінюють рівень порушення роботодавцем (або працівником) нормативних актів з охорони праці та визначено, що ризик настання нещасних випадків у вугільній галузі на робочому місці становить $1,7 \cdot 10^{-3}$, через недотримання роботодавцем нормативних актів з охорони праці (організаційного характеру) – $6,3 \cdot 10^{-5}$, а ризик настання нещасних випадків через недотримання працівником нормативних актів з охорони праці $2,3 \cdot 10^{-4}$.

Для вирішення проблемних питань у функціонуванні підсистем системи охорона праці та з метою підвищення результативності системи ОП і відповідно СУОП, зниження рівня виробничого травматизму у вугільній галузі побудовано математичні моделі системи ОП для кожного учасника трудового процесу (роботодавець, працівник), які включають змістовний опис функціонування кожної підсистеми та їх взаємозв'язок. Зазначене дозволяє перетворити математичну модель системи ОП у відповідний моделюючий алгоритм з оцінювання результативності її функціонування з урахуванням результативності функціонування кожної з її підсистем.

Математична модель системи ОП в узагальненому вигляді представлена рівнянням (1):

$$Y = m_0 + m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3 + m_4 x_1 x_2 + m_5 x_3 x_2 + m_6 x_1 x_3 + w, \quad (1)$$

де x_1 – множина вхідних змінних, тобто множина показників, за якими оцінюється стан соціально-економічного розвитку галузі (індекс виробленої продукції); $x_{2(R)}$ – множина показників, за якими оцінюється організаційна, технічна та санітарно-гігієнічна підсистеми (у випадку оцінювання дій або бездіяльності роботодавця) системи ОП; $x_{2(P)}$ – множина показників, за якими оцінюється організаційна підсистема (у випадку оцінювання дій або бездіяльності працівника) системи ОП; x_3 – множина вхідних змінних, за якими оцінюється стан державного управління з охорони праці (наглядова діяльність з охорони праці); Y – множина вихідних змінних, за якими оцінюється стан та результативність функціонування системи ОП (показник виробничого травматизму).

Для побудови математичної моделі системи ОП (працівник) визначено коефіцієнти $m_1 - m_6$, що описують вплив економічного, організаційного та правового чинників на швидкість змін виробничого травматизму у вугільній галузі. Для їх визначення було побудовано відповідні рівняння, що оцінюють зазначений вплив (2–13).

Коефіцієнти ($m_1 - m_6$) для побудови математичної моделі системи охорона праці (працівник) для вугільної галузі визначали за такими рівняннями:

$$m_1 = \frac{dY}{dx_1} - \text{вплив економічного показника на швидкість змін виробничого травматизму} \quad (2)$$

$$y = -0,0050x^2 + 1,0495x_1 - 38,8277, \quad R^2 = 0,2868, \quad (2)$$

$$m_1 = -0,0100x_1 + 1,0495; \quad (3)$$

$$m_2 = \frac{dY}{dx_2} - \text{вплив організаційного показника на швидкість змін виробничого травматизму}$$

(4, 5):

$$y = -0,0689 x_2^2 + 1,7942 x_2 + 5,58946, \quad R^2 = 0,26597, \quad (4)$$

$$m_2 = -0,1378x_2 + 1,7942; \quad (5)$$

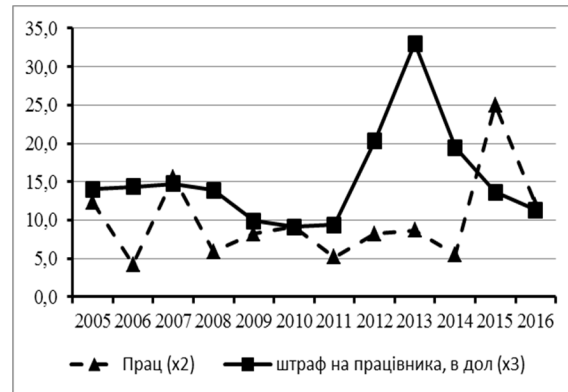


Рис. 2. Динаміка змін середнього розміру штрафних санкцій, накладених на працівника, та кількість порушень ним НПАОП

$m_3 = \frac{dY}{dx_3}$ – вплив правового показника на швидкість змін виробничого травматизму (6, 7);

$$y = -0,0122 x_3^2 + 0,2880 x_3 + 13,47409, R^2 = 0,08094, \quad (6)$$

$$m_3 = 0,0244 x_3 + 0,2880; \quad (7)$$

$m_4 = \frac{dY}{dx_4}$ – вплив економічного, організаційного показника на швидкість змін виробничого травматизму (8), (9):

$$m_1(x_2) = -0,0001 x_2^2 + 0,017 x_2 - 0,1301; R^2 = 0,19487; \quad (8)$$

$$m_4 = m_1(x_2) = -0,0002 x_2 - 0,0,017; \quad (9)$$

$m_5 = \frac{dY}{dx_5}$ – вплив правового, технічного, організаційного та санітарно-гігієнічного показника на швидкість змін виробничого травматизму визначали за формулами (10, 11):

$$m_2(x_3) = -0,00015x_3 - 0,00316x_3 - 0,06015; R^2 = 0,05936 \quad (10)$$

$$m_5 = m_2(x_3) = -0,0003x_3 - 0,00316; \quad (11)$$

$m_6 = \frac{dY}{dx_6}$ – вплив правового та економічного показників на швидкість змін виробничого травматизму – визначали за формулами (12, 13):

$$m_3(x_1) y = -0,00031x_1^2 + 0,0537x_1 - 2,2524, R^2 = 0,12044; \quad (12)$$

$$m_6 = m_3(x_1) = -0,0006x_1 + 0,0553. \quad (13)$$

З урахуванням математичного опису кожної підсистеми системи охорона праці та виявлених закономірностей впливу чинників зовнішнього і внутрішнього середовища на показник виробничого травматизму побудовано математичну модель системи охорона праці (працівник) для вугільної галузі, яка має вигляд (14) та математичну модель система ОП (роботодавець) (15):

$$Y_p = 29,21 + 0,0157x_1^2 - 1,4218x_1 + 0,0952x_2^2 - 1,4317x_2 + 0,0050x_3^2 - 0,2917x_3 - 0,0023x_2^2x_1 - 0,0173x_2x_1 + 0,0032x_3^2x_2 - 0,0574x_3x_2 + 0,0002x_1^2x_3 - 0,0174x_1x_3. \quad (14)$$

Коефіцієнти ($m_1 - m_6$) для математичної моделі системи ОП (роботодавець) визначено аналогічно алгоритму їх визначення для працівника (рівняння 2-13):

$$Y_R = 29,21 + 0,0157x_1^2 - 1,4218x_1 - 0,0512x_2^2 + 1,8832x_2 - 0,0006x_3^2 - 0,0533x_3 + 0,0036x_2^2x_1 - 0,1239x_2x_1 - 0,0004x_3^2x_2 - 0,0023x_3x_2 + 0,00002x_1^2x_3 - 0,0010x_1x_3, \quad (15)$$

де Y_p – показник, що характеризує результативність функціонування системи охорона праці з урахуванням дій або бездіяльності працівника; Y_R – показник, що характеризує результативність функціонування системи охорона праці з урахуванням дій або бездіяльності роботодавця.

Управління системою охорона праці у вугільній галузі є результативним, якщо забезпечується найнижчий рівень виробничого травматизму. У разі, якщо реєструється зростання рівня виробничого травматизму, має бути прийнято управлінське рішення, спрямоване на підвищення результативності функціонування системи ОП, яке з огляду на прийняту умову та залежно від результатів моделювання, має бути спрямовано на підвищення рівня дотримання працівником або роботодавцем нормативних актів з охорони праці. Коригування розміру штрафних санкцій на працівника або на роботодавця здійснюється у тих межах, в яких система функціонує.

Висновки та напрям подальших досліджень. У процесі математичного моделювання системи охорона праці розроблено оціночні показники для кожної підсистеми, побудовано математичну модель системи ОП для кожного учасника трудового процесу, отримано аналітичні залежності для оцінювання результативності функціонування системи ОП та рівня впливу чинників внутрішнього та зовнішнього середовища на результативність функціонування системи ОП вугільної галузі. Отримані результати є достовірними, оскільки використано аналітичні методи та офіційні статистичні дані.

Список літератури

1. Гогіташвілі Г. Г. Системи управління охороною праці. Л.: Афіша. 2002. – 320 с.
2. Лесенко Г. Г. Розробка та впровадження СУОП на підприємстві. Охорона праці. 2003 – №6 – 36–38.

3. **Водяник А. О.** Дослідження впливу на причини виробничого травматизму факторів зовнішнього середовища / **Водяник А. О., Ткачук К. Н.** // Містобудування та територіальне планування. 2005 – Вип. 20 – 50–58.
4. **Дегтяренко Г. Є.** Динаміка травматизму в Україні в умовах змінювання обсягів виробництва / **Г. Є. Дегтяренко. А. О. Водяник, В. В. Чуркін. К. Е. Теличко** // Проблеми охорони праці в Україні : зб. наук. праць. – Київ : ННДЮП, 2001. – Вип. 4. С. 24–29.
5. **Єсіпенко А. С. Таїрова Т. М., Сліпачук О. А.** Оцінка стану і проблеми промислової безпеки та охорони праці в ризиконебезпечних галузях економіки України. Серія «Вугледобувна галузь». К. : 2014. 64 с.
6. **Єсіпенко А. С.** Дослідження характеру впливу наглядової діяльності за охороною праці на стан виробничої безпеки / **Єсіпенко А. С., Романенко Н. В., Сліпачук О. А.** // Проблеми охорони праці в Україні : зб. наук. праць. Київ : ННДЮП, 2008. – Вип. 15.– С. 9–17.
7. **Кружилко О. Є.** Аналітичне оцінювання взаємного впливу показників наглядової діяльності та показників смертельного травматизму // Проблеми охорони праці в Україні: зб. наук. праць. Київ.: ННДПБОП, – 30-37.– 2009.
8. **Кружилко О. Є.** Побудова та дослідження математичної моделі коефіцієнта тяжкості виробничого травматизму на підприємствах вугільної промисловості / **Кружилко О. Є., Ткачук К. Н., Полукаров** // Проблеми охорони праці в Україні :зб. наук. праць.– Київ : ДУ «ННДПБОП», 2012. – Вип. 22. – С. 27–31.
9. **Майстренко В. В.** Особливості створення інформаційно-аналітичної системи та аналізу наглядової діяльності на основі матеріалів перевірок / **Майстренко В. В., Кружилко О. Є.** Проблеми охорони праці в Україні: зб. наук. праць. К.: ДУ «ННДПБОП», 2013. – Вип. 25.– С. 59–66.
10. **МОП-СУОП 2001.** Керівництво з систем управління охороною праці. Режим доступу : <http://text.normativ.ua/doc/2745.php>.
11. **Таїрова Т.М., Ткачук К.Н.** Математичне моделювання системи охорона праці. Вісник Криворізького національного університету : зб. наук. праць. Кривий Ріг, 2018. Вип. 46. С. 25–31.

Рукопис подано до редакції 21.03.2019

УДК 622.245.42

В. М. ОРЛОВСЬКИЙ, канд. техн. наук, доц.

Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова,

В. С. БІЛЕЦЬКИЙ, д-р техн. наук, проф., **А. М. ПОХИЛКО**, аспірант

НТУ «Харківський політехнічний інститут»

ТЕРМОСТІЙКІ ПОЛЕГШЕНІ ТАМПОНАЖНІ СУМІШІ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗОЛИ-ВИНОСУ ТЕС

Мета. Підвищення якості цементування обсадних колон у високотемпературних нафтових і газових свердловинах у широкому діапазоні пластових тисків від аномально низьких (АНПТ) до нормальних гідростатичних пластових тисків.

Задачею досліджень є розробка термостійких полегшених тампонажних сумішей для застосування в складних гірничо-геологічних умовах нафтових, газових і газоконденсатних родовищ України.

Методи і апаратура. Лабораторні дослідження, вимірювання густини тампонажного розчину ареометром, визначення текучості на крузі, визначення відділення води на мірних циліндрах автоклав, випробовування зразків на міцність (на згин і на стискання).

Результати. Мета досягається шляхом розробки та застосування термостійких полегшених тампонажних сумішей з високими технологічними властивостями на основі двох видів в'язучих: тампонажного портландцементу ПЦТІ-100 та золи високо-кальцієвої від спалювання прибалтійських горючих сланців на ТЕС. В якості пуцоланової домішки в термостійких тампонажних сумішах використано кислу золу-виносу від спалювання кам'яного вугілля на ТЕС. В частині полегшених рецептур з підвищеним водо-сумішевим відношенням додатково використано стабілізатор Duoviz.

Наукова цінність розробки полягає в проведеному підборі оптимальних рецептур термостійких полегшених тампонажних сумішей.

Практичне значення. Розроблено і досліджено термостійкі тампонажні суміші з полегшеною та нормальною густиною на основі різних типів в'язучих матеріалів з використанням пуцоланової домішки – золи-виносу теплових електростанцій. Мінімальна густина тампонажних розчинів на основі розроблених сумішей складає відповідно 1580 – 1650 та 1500 – 1790 кг/м³. Розроблені тампонажні суміші володіють високими технологічними властивостями тампонажного розчину та утвореного каменя. Результати роботи мають практичне застосування при цементуванні нафтових і газових свердловин в складних гірничо-геологічних умовах вуглеводневих родовищ України.

Ключові слова: полегшений тампонажний матеріал, тампонажна суміш, густина, розтікання тампонажного розчину, відділення води, міцність каменя, термостійкість, зола виносу ТЕС, цементування обсадних колон, нафтові і газові свердловини.

doi: 10.31721/2306-5451-2019-1-48-18-23