

Проведені дослідження дозволили визначити оптимальний рецептурний склад високотехнологічних прес-композицій, які забезпечують підвищені фізико-механічні показники отриманого матеріалу. Результати випробувань експлуатаційних властивостей матеріалу наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Експлуатаційні показники конструкційно-оздоблювального матеріалу

Назва показників і одиниці вимірювання	Значення фізико-механічних і технічних показників для матеріалу густиною (кг/м ³)		
	300±5%	500±5%	700±5%
1. Коефіцієнт теплопровідності, Вт/м·К	0,11	0,12	0,14
2. Межа міцності на згин, МПа	1,6	3,5	5,5
3. Водопоглинання, %	25	20	20
4. Вогнестійкість, год.	2,5	2,5	2,5
5. Горючість	негорючий	негорючий	негорючий

Результати випробувань, подані у табл. 3, свідчать про значне підвищення властивостей конструкційно-оздоблювального вермикуліто-силікатного матеріалу. В той же час, досягнений рівень значною мірою обмежений можливостями застосування в'язучої речовини. Тому дослідження шляхів вдосконалення якості в'язучого і, відповідно, направлене регулювання властивостей композитного матеріалу є предметом подальших досліджень.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Пат 37776А Україна, МПК 7 С04В28/26, ЕО4В1/74 / В.Д. Пугачов, Ю.А.Пасько, О.Г. Невинський та ін. – Опубл. 15.05.2001, Бюл. №4.
2. Пат. 54130А Україна, МПК 7 С04В28/26, ЕО4В1/74 / О.Г.Невинський – Опубл. 17.02.2003, Бюл.

УДК 614.842: 658.382.

Б.О.Білінський, к.т.н., І.В.Дворянин, к.т.н, доцент, О.Л.Мірус к.х.н., доцент (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності) Н.В.Ступницька, к.т.н., доцент, (Національний університет "Львівська політехніка")

ОСОБЛИВОСТІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНУВАННЯ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ПОЖЕЖНО-ТАКТИЧНИХ НАВЧАНЬ ТА ЗАНЯТЬ

В статті розглядається методика математичного моделювання плану заходів запобігання травматизму у підрозділах Державної пожежно-рятувальної служби МНС України з врахуванням особливості та специфіки службової діяльності конкретного підрозділу. Запропонована методика може використовуватись при створенні автоматизованої системи планування заходів запобігання виробничого травматизму.

Основою для формування структурної складової підготовки особового складу Державної пожежно-рятувальної служби МНС України під час проведення навчань та занять оптимізувати заходи з охорони праці є "Тимчасова настанова з організації професійної підготовки працівників органів управління та підрозділів МНС України". Цим документом

регламентується тематика з різних видів службової підготовки відповідних працівників, в тому числі і з питань охорони праці. Однак, при цьому наголошується, що “зміст занять, обсяг і послідовність вивчення й відпрацювання навчальних тем щоразу поновлюється, виходячи з місцевих особливостей вирішення оперативно-службових завдань, удосконалення матеріально-технічної бази, аналізу роботи за минулий період тощо”.

Проте, мета, порядок організації та проведення пожежно-тактичних навчань визначається декларативно і, як правило, не враховує особливостей та специфіки службової діяльності конкретного підрозділу оперативно-рятувальної служби цивільного захисту (ОПС ЦЗ). На сьогоднішній день немає науково-обґрунтованої методики формування тренувальних, перевірочних, показових та дослідних навчань та занять з елементами моделювання конкретних ситуацій пожежогасіння для реальних умов службової діяльності конкретного підрозділу ОПС ЦЗ і з врахуванням статистики травмувань особового складу даного гарнізону та інших аналогічних за умовами служби гарнізонів.

Основними завданнями навчань з охорони праці в ході тактичної підготовки є [1]:

- засвоєння особовим складом вимог безпеки праці під час проведення бойових дій на пожежах, рятуванні людей та наданні допомоги при ліквідації аварій, катастроф та стихійного лиха;
- навчання особового складу безпечним прийомам та дотриманню вимог безпеки при гасінні пожеж на різних об'єктах, у тому числі, за несприятливих умов;
- удосконалення тактичних знань та практичних навичок начальницького складу з питань управління охороною праці у гарнізонах ДПО;
- вивчення оперативно-тактичних особливостей пожежовибухонебезпечних і особливо важливих об'єктів з метою формування планів безпечної експлуатації відповідного пожежного обладнання, устаткування та засобів індивідуального захисту.

Оптимізаційна структурно-параметрична модель формування навчально-методичних заходів з охорони праці базується на створенні комплексного гіпотетично-надлишкового плану заходів, його аналізі з точки зору умов функціонування кожного конкретного підрозділу, а відтак формування реального плану шляхом вилучення тих його структурних елементів, що є неможливими, недоцільними або малоефективними для реальних умов та статистичних даних роботи цього підрозділу. При цьому кожна функціональна складова плану є умовно незалежною і характеризується показниками обов'язковості або пріоритетності [2].

Кожен такий конкретний захід характеризується множиною параметрів:

$$\{N_{kr}\} = \langle F_1(V_{kr}; Z_{rt}); F_2(V_{kr}; Z_{rt}); F_3(V_{kr}; Z_{rt}) \rangle, \quad (1)$$

де $F_1(V_{kr})$ – бінарний коефіцієнт обов'язковості V_{kr} -го навчально-тактичного заходу для умов функціонування r -ї пожежної частини в t -й період (умова Z_{rt}) (цей коефіцієнт може приймати значення 0 в разі необов'язковості проведення заходу і 1 – в разі його обов'язковості, згідно з правилами безпеки праці або черговістю його виконання в t -й період часу (наприклад, своєчасне проведення навчань із засвоєння особовим складом безпеки під час гасіння пожежі на складах нафтопродуктів тощо).

$F_2(V_{kr}; Z_{rt})$ – варіаційний імовірнісний коефіцієнт доцільності застосування V_{kr} -го навчально-тактичного заходу запобігання травматизму в умовах функціонування r -ї пожежної частини в t -й період. Цей коефіцієнт може приймати значення від 0 (абсолютна недоцільність даного заходу) до 1 (наприклад, безперечна доцільність уникнення випадку травматизму внаслідок застосування вимоги безпеки під час гасіння пожежі на складах нафтопродуктів V_{kr} -го заходу для r -ї пожежної частини в t -й період часу).

$F_3(V_{kr}; Z_{rt})$ – коефіцієнт терміновості реалізації V_{kr} -го заходу в умовах функціонування r -ї пожежної частини в t -й період часу. Коефіцієнт F_3 може приймати будь-яке ціле додатне

число, причому $F_3(V_{kp}; Z_{rt})=1$ – у випадку першочерговості проведення такого заходу і $F_3(V_{kp}; Z_{rt})=2,3,4...$ – в разі іншої черговості.

Розглянемо кожен із цих показників і визначимо їх вплив на формування науково-обґрунтованого плану навчально-тактичних заходів запобігання травматизму.

Бінарний коефіцієнт обов'язковості будь-якого V_{kp} -го заходу $F_1(V_{kp}) = 1$ для визначеної підмножини встановлюються декларативно на основі виконання процедури (2):

$$\begin{aligned} \forall (V_{kp} \in \{V'\} \vee T(V_{kp}; Z_{rt}) \geq T'(V_{kp}) \mid T'(V_{kp}) > 0) \Rightarrow F_1(V_{kp}; Z_{rt}) = 1 \\ \forall (V_{kp} \notin \{V'\} \wedge T(V_{kp}; Z_{rt}) < T'(V_{kp}) \mid (T'(V_{kp}) > 0 \wedge T'(V_{kp}) = 0)) \Rightarrow F_1(V_{kp}; Z_{rt}) = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Це означає, що V_{kp} -й захід є обов'язковим для включення до плану заходів при умові належності її підмножині $\{V'\}$ обов'язкових заходів, передбачених нормативними документами або в результаті протермінування виконання даного заходу ($T(V_{kp}; Z_{rt}) \geq T'(V_{kp})$), якщо такий термін є встановлений ($T'(V_{kp}) > 0$).

За умови $F_1(V_{kp}; Z_{rt})=1$ даний захід підлягає безумовному долученню до плану тактично-навчальних заходів і розрахунок подальших показників даного заходу стає непотрібним.

З метою визначення імовірного коефіцієнта доцільності проведення V_{kp} -го заходу запобігання травматизму ($F_2(V_{kp}; Z_{rt})$) в умовах функціонування g -ї пожежної частини в t -й період проводиться аналіз умов роботи даного пожежного підрозділу. Серед них на основі класифікації [3] пожежних частин можна визначити показники ψ_{rt} :

- наявність в зоні обслуговування g -ї пожежної частини об'єктів з наявністю отруйних речовин ($\psi_{r1}=1$, якщо такі об'єкти є, $\psi_{r1}=0$, у протилежному випадку);
- наявність у зоні обслуговування g -ї пожежної частини лікарень, інфекційних відділень, закладів мікробіологічної небезпеки тощо ($\psi_{r2}=1$, якщо такі об'єкти є, $\psi_{r2}=0$, у протилежному випадку);
- наявність в зоні обслуговування g -ї пожежної частини об'єктів із наявністю вибухових речовин та посудин під високим тиском ($\psi_{r3}=1$, якщо такі об'єкти є, $\psi_{r3}=0$, у протилежному випадку);
- наявність в зоні обслуговування g -ї пожежної частини об'єктів із наявністю радіоактивних речовин ($\psi_{r4}=1$, якщо такі об'єкти є, $\psi_{r4}=0$, у протилежному випадку);
- наявність у зоні обслуговування g -ї пожежної частини холодильних камер ($\psi_{r5}=1$, якщо такі об'єкти є, $\psi_{r5}=0$, у протилежному випадку);
- наявність у зоні обслуговування g -ї пожежної частини складів лісоматеріалів ($\psi_{r6}=1$, якщо такі об'єкти є, $\psi_{r6}=0$, у протилежному випадку);
- наявність у зоні обслуговування g -ї пожежної частини товарних та сортувальних станцій залізничного транспорту, вокзалів тощо ($\psi_{r7}=1$, якщо такі об'єкти є, $\psi_{r7}=0$, у протилежному випадку);
- наявність у зоні обслуговування g -ї пожежної частини підземних споруд метрополітену ($\psi_{r8}=1$, якщо такі об'єкти є, $\psi_{r8}=0$, у протилежному випадку);
- наявність у зоні обслуговування g -ї пожежної частини висотних будівель та споруд ($\psi_{r9}=1$, якщо такі об'єкти є, $\psi_{r9}=0$, у протилежному випадку);
- наявність у зоні обслуговування g -ї пожежної частини сільськогосподарських об'єктів ($\psi_{r10}=1$, якщо такі об'єкти є, $\psi_{r10}=0$, у протилежному випадку);
- наявність у зоні обслуговування g -ї пожежної частини електростанцій та інших об'єктів генерування та трансформації електроенергії ($\psi_{r11}=1$, якщо такі об'єкти є, $\psi_{r11}=0$, у протилежному випадку);
- наявність у зоні обслуговування g -ї пожежної частини складів та резервуарів нафти та нафтопродуктів ($\psi_{r12}=1$, якщо такі об'єкти є, $\psi_{r12}=0$, у протилежному випадку);

- наявність у зоні обслуговування г-ї пожежної частини об'єктів нафто- або газовидобутку ($\psi_{r13}=1$, якщо такі об'єкти є, $\psi_{r13}=0$, у протилежному випадку);
- наявність у зоні обслуговування г-ї пожежної частини об'єктів лісопереробної та паперово-целюлозної промисловості ($\psi_{r14}=1$, якщо такі об'єкти є, $\psi_{r14}=0$, у протилежному випадку);
- наявність у зоні обслуговування г-ї пожежної частини особливо важливих адміністративних, державних та народногосподарських об'єктів ($\psi_{r15}=1$, якщо такі об'єкти є, $\psi_{r15}=0$, у протилежному випадку).

Між множиною умов функціонування будь-якої г-ї пожежної частини $\{\psi_{rf}\}$ та множиною всіх вищенаведених навчально-тактичних заходів запобігання травматизму $\{V_{kr}\}$ можна скласти бульову матрицю відповідності $\|\lambda_{krf}\|$. Значення $\lambda_{krf}=1$ приймається в тому разі, якщо за умови наявності f-го об'єкта в межах пожежної частини доцільно проводити V_{kr} -й навчально-тактичний захід. Значення $\lambda_{krf}=0$, у зворотному випадку.

Коефіцієнт доцільності будь-якого V_{kr} -го навчально-тактичного заходу для г-ї пожежної частини в t-й період часу визначається за формулою:

$$F_2(V_{kr}; Z_{rt}) = \sum_f ((t - T_{kr}^*) \cdot \psi_{rf} \cdot \lambda_{krf} \cdot K_{nfr}) \quad (3)$$

де T_{kr}^* - дата останнього проведення V_{kr} -го навчально-тактичного заходу;

$\psi_{rf} = 1$ - за умови наявності в зоні обслуговування г-ї пожежної частини f-го об'єкта;

$\psi_{rf} = 0$, у зворотному випадку;

λ_{krf} - бульова змінна;

K_{nfr} - коефіцієнт небезпеки f-го об'єкта у зоні обслуговування г-ї пожежної частини.

При визначенні даного коефіцієнта береться до уваги дійсна та потенційна складові частоти (k_{nf}) та важкості (k_{nf}) травматизму. Це пояснюється тим, що неприпустимим є нехтування ймовірністю прояву будь-якого фактора небезпеки тільки через те, що він не став причиною травмування в даному підрозділі. Але при цьому більш вагомим є випадки травматизму, що трапились з пожежними даного підрозділу, оскільки вони часто є наслідком специфічних умов роботи цього підрозділу. Статистичний аналіз показує, що вагові коефіцієнти дійсної та потенційної складової співвідносяться як 8 до 2.

Тому:

$$K_{nfr} = 0,8 \cdot (k_{nf} \cdot k_{mf} \cdot v_{fr}) + 0,2 \cdot (k_{nf} \cdot k_{mf}) \quad (4)$$

де k_{nf}, k_{mf} - й коефіцієнти частоти і тяжкості травматизму пожежних, що трапились на f-му об'єкті (згідно з вищенаведеною класифікацією);

$v_{fr} = 1$, якщо на f-му об'єкті, що знаходиться в зоні дії г-ї пожежної частини протягом ретроспективного періоду трапились випадки травмування пожежних, під час виконання ними своїх службових обов'язків; $v_{fr} = 0$ - у протилежному випадку.

Таким чином, доцільність проведення будь-якого навчально-тактичного заходу з охорони праці обумовлена, по-перше, наявністю в зоні обслуговування даної пожежно-рятувальної частини відповідного об'єкта з специфічними умовами небезпеки; по-друге, рівнем дійсної та потенційної небезпеки цього об'єкта і, по-третє, часом, що минув від останнього проведення даного заходу.

Коефіцієнт терміновості реалізації V_{kr} -го заходу в умовах функціонування г-ї пожежної частини в t-й період часу $F_3(V_{kr}; Z_{rt})$ являє собою порядковий номер заходу, визначений в результаті рангування коефіцієнта доцільності $F_2(V_{kr}; Z_{rt})$. При дотриманні умови $F_3(V_{k1p1}; Z_{rt}) = n$, а $F_3(V_{k2p2}; Z_{rt}) = (n+1)$, проведення заходу V_{k1p1} є більш важливим, ніж реалізація заходу

V_{k2p2} . Очевидно, що це правило не поширюється на підмножину обов'язкових заходів, для яких $F_1(V_{kp}; Z_{rt})=1$ та підмножину заходів, проведення яких для даної r -ї пожежної частини в даний t -й період часу недоцільне ($F_2(V_{kp}; Z_{rt})=0$).

Формально процедуру рангування можна записати так:

$$F_3(V_{kp}; Z_{rt}) = \text{Range}(F_2(V_{kp}; Z_{rt})) (F_1(V_{kp}; Z_{rt}) \neq 1 \vee F_2(V_{kp}; Z_{rt}) = 0) \quad (5)$$

Алгоритм формування плану тактично-навчальних заходів з охорони праці є очевидним: спочатку до плану включаються заходи, що є обов'язковими для даної частини ($F_1(V_{kp}; Z_{rt})=1$), а потім до плану долучаються заходи згідно з порядковим номером рангованого коефіцієнта терміновості $F_3(V_{kp}; Z_{rt})$.

Висновок. Запропонована методика математичного моделювання дозволяє оптимізувати планування заходів з охорони праці при проведенні пожежно-технічних навчань та занять і може використовуватись при створенні автоматизованої системи їх планування. Інформація про умови роботи даної пожежно-рятувальної частини вноситься до бази даних системи автоматизованого планування в діалоговому режимі і поновлюється в разі потреби при складанні кожного наступного плану.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Білінський Б.О. Оптимізація пожежно-тактичних занять з точки зору зменшення рівня службового травматизму // Тези доповідей V міжнародної науково-методичної конференції "Інтеграція освіти, науки та виробництва" (26-29 вересня 2001 р.), Луцьк.: ЛДТУ.- 2001. - С.64 - 65.
2. Козяр М.М., Білінський Б.О., Ступницька Н.В. Психологічні аспекти травматизму та підготовка особового складу пожежно-рятувальної служби МНС України // Пожежна безпека. Збірник наукових праць.- УкрНДІПБ МНС України, №4, 2004.
3. Рожков А. П. Пожежна безпека. – Київ : Пожінформтехніка, 1999.- 256 с.

УДК 621.83

*І.М.Ольховий, к.т.н., доцент, Л.Ф.Дзюба, к.т.н., доцент (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності МНС України),
Х.І.Ліщинська (Національний університет «Львівська політехніка»)*

ПРО ОЦІНКУ КОНТАКТНОЇ ВИТРИВАЛОСТІ ЗУБЦІВ ЗАКРИТИХ ПЕРЕДАЧ МАШИН І ПРИСТРОЇВ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Розглядається питання оцінки контактної витривалості активних поверхонь зубців зубчастих коліс і дослідження процесу викришування цих поверхонь на основі аналізу напруженого стану в матеріалі зубця з використанням теорій міцності.

Втома металів належить до тих деградаційних процесів, які безпосередньо впливають на надійність та безпечну експлуатацію пожежної техніки. Втомне руйнування елементів конструкцій є особливо небезпечним, оскільки більша частина процесу втоми проходить без будь-яких зовнішніх проявів, а руйнування чи відмова відбувається раптово. Особливу небезпеку становить контактна втома, що виникає внаслідок дії повторно-змінного навантаження в елементах конструкцій, які дотикаються при передачі руху. Такими