The Central Research institute
of the Armed Forces of Ukraine

Military Science. Vol. 3 No. 2 (2025)

DOI: 10.62524/msj.2025.3.2.4

Сучасні будівельні матеріали для термінового відновлення твердих аеродромних покриттів

В'ячеслав Козачук
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
провідний науковий співробітник
Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України
03049, проспект Повітряних Сил, 28 Б, Київ, Україна
k71419@ukr.net
ORCID: 0000-0002-0207-7461

Олег Мовчан
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
начальник науково-дослідного центру
Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України
03049, проспект Повітряних Сил, 28 Б, Київ, Україна
e-mail: alex-717@ukr.net
ORCID: 0000-0001-5245-7051

Вадим Гром
кандидат військових наук
провідний науковий співробітник
Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України
03049, проспект Повітряних Сил, 28 Б, Київ, Україна
e-mail: Hrom_v@ukr.net
ORCID: 0009-0009-5415-9758

Олександр Водчиць
кандидат технічних наук, доцент
начальник кафедри військової підготовки
Національний авіаційний університет
03058, проспект Любомира Гузара, 1, Київ, Україна
e-mail: agv64agv@gmail.com
ORCID: 0000-0002-3294-7632

Олег Тарасов
кандидат військових наук, доцент
доцент кафедри військової підготовки
Національний авіаційний університет
03058, проспект Любомира Гузара, 1, Київ, Україна
e-mail: tarasovo@ukr.net
ORCID: 0000-0002-6763-8653

Анотація. Актуальність дослідження визначається тим, що під час ведення бойових дій (особливо високої інтенсивності) Збройні Сили України неминуче зазнають певних втрат аеродромів. Унаслідок вогневого впливу ракетно-бомбових ударів тверді аеродромні покриття

злітно-посадкової смуги зазнають суттєвих пошкоджень, які заважають надійній експлуатації повітряних суден.

Актуальність статті обумовлена тим, що існує необхідність швидкого відновлення твердих аеродромних покриттів, при цьому має бути використано матеріали, до яких висуваються досить жорсткі вимоги. В останні роки в Україні почали пропонувати до застосування сучасні модифіковані будівельні матеріали, які дозволяють значно скоротити час відновлення: за умови правильної організації робіт час може становити не більше 7–10 діб, при цьому необхідні значення характеристик міцності під час стискання та розтягання досягаються повністю. Наслідком застосування таких матеріалів є забезпечення незначної перерви функціонування аеродрому (штатного використання злітно-посадкової смуги ~~ЗПС~~), що в умовах ведення бойових дій є актуальним питанням для Повітряних Сил Збройних Сил України.

Мета статті полягає в необхідності пошуку нових підходів до ремонту злітно-посадкової смуги, яка зазнає механічного пошкодження внаслідок завданих ракетно-бомбових ударів, в обмежені терміни з використанням сучасних будівельних матеріалів.

В основу дослідження покладено аналіз даних щодо сучасних будівельних матеріалів, які можуть бути використані для ремонту злітно-посадкової смуги, їхніх фізико-технічних характеристик, часових показників, необхідних для забезпечення максимального значення міцності використаних матеріалів.

Авторами визначено основні фактори, які впливають на деструкційні процеси твердих аеродромних покриттів у мирний час, – це природний вплив, а також навантаження під час здійснення зльотів і посадок повітряних суден. Слід виділити серед експлуатаційних факторів механічні впливи, а також силові й температурні впливи газового струменя реактивних двигунів літаків. У разі виявлення будь-яких пошкоджень покриття злітно-посадкової смуги потрібно вжити заходів щодо їх негайного усунення, оскільки в іншому випадку є ризик появи аварійного пошкодження й закриття смуги на тривалий ремонт. Але у разі виявлення дефектів, що загрожують безпеці польотів, їх усувають негайно до їх початку. Це дуже важливе питання щодо експлуатації твердих аеродромних покриттів: воно обумовлює необхідність застосування таких матеріалів для відновлення злітно-посадкової смуги, які мають найкоротші терміни набуття необхідних значень експлуатаційних характеристик твердих бетонних покриттів.

Основним результатом статті є те, що для виконання ремонтних робіт може бути використано різноманітні матеріали, але якщо діють два обмеження – термін до початку експлуатації та тривалість виконання робіт, то найбільш доцільним є використання сучасних матеріалів. Такі ремонтні матеріали мають відповідати вимозі: матеріали за міцністю мають забезпечувати носійну здатність не менше, ніж наявні аеродромні покриття, і відповідати встановленим вимогам до них.

Практична значущість результатів дослідження полягає у визначенні матеріалів для термінового ремонту злітно-посадкової смуги.

Ключові слова: ракетно-бомбові удари, тверді аеродромні покриття, злітно-посадкова смуга, навантаження, пошкодження, ремонт, ремонтні матеріали, носійна здатність, мінеральне в’яжуче, полімерне в’яжуче.

Вступ (Introduction)

Цього року противник регулярно, майже кожні три-чотири доби завдає ракетно-бомбових ударів по аеродромній інфраструктурі Збройних Сил України (ЗС України), намагаючись, по-перше, знищити літальні апарати Повітряних Сил ЗС України; по-друге, вивести з ладу аеродромну інфраструктуру, заздалегідь перешкоджаючи розміщенню на ній літаків типу Dassault Mirage 2000 і F-16.

Унаслідок бомбардування тверді аеродромні покриття зазнають пошкоджень, які заважають надійній експлуатації повітряних суден. У результаті цього тверді аеродромні покриття потребують відновлення, при цьому має бути використано матеріали, до яких висуваються досить жорсткі вимоги. До недавнього часу для відновлення твердих аеродромних покриттів використовували виключно цементобетонні матеріали, які мали майже такі самі характеристики, що й аеродромні покриття. Такі матеріали мають доволі широкий діапазон фізико-технічних характеристик, передусім такі, як міцність, простота у використанні, а також те, що вони не потребують високої кваліфікації виконавців робіт. Але час відновлення злітно-посадкової смуги (ЗПС) під час застосування таких матеріалів із традиційними характеристиками обумовлений насамперед часом гідратації цементного каменю – 28 діб до максимального набору міцності. Крім того, практика експлуатації аеродромних покриттів свідчить про те, що ресурс ділянок, які було відремонтовано з використанням поширених матеріалів, як правило, в умовах мирного часу не перевищує 2–3 років [1]. Однією із причин зниження довговічності відновлених ділянок є невідповідність значень характеристик застосованих ремонтних сумішей навантаженням, які виникають у процесі експлуатації.

Варто зазначити, що впродовж останніх років в Україні почали пропонувати сучасні модифіковані будівельні матеріали, які дозволяють значно скоротити час відновлення: за умови правильної організації робіт час може становити не більше 7–10 діб, при цьому необхідні значення характеристик міцності під час стискання та розтягання досягаються повністю. Наслідком застосування таких матеріалів є забезпечення незначної перерви функціонування аеродрому (штатного використання ЗПС), що в умовах ведення бойових дій є актуальним питанням для Повітряних Сил ЗС України.

Методологічна основа (Methodological Framework)

Дослідження останніх років, які було проведено до лютого 2022 року, було присвячено ремонту пошкоджень бетонних аеродромних покриттів, отриманих у мирний час, тобто тоді, коли деструктивними факторами є погодно-кліматичні умови та експлуатаційні чинники [2–4]. Але відкритих публікацій щодо технологічних рішень та сучасних матеріалів, які дають можливість швидко відновити бетонні аеродромні покриття, усунути наслідки завданих ракетно-бомбових та артилерійських ударів з таким результатом, що вважається прийнятним, наразі не знайдено. Одна з найгостріших проблем полягає у тому, що пошкодження воєнного часу більш сильні, часу для їх усунення значно менше, тому більшість матеріалів, які пропонуються в дослідженнях [5–8], не можуть бути використані в умовах відсічі збройній агресії, яка триває.

Результати і обговорення (Results and Discussions)

На аеродромах військової авіації в Україні застосовують тверді аеродромні покриття, які мають або монолітну, або збірну конструкцію з попередньо напружених залізобетонних плит. Їхні пошкодження можна умовно поділити на пошкодження мирного часу та пошкодження воєнного часу.

Основні фактори, які впливають на деструкцію твердих аеродромних покриттів у мирний час, – це природний вплив, а також навантаження під час здійснення зльотів і посадок повітряних суден. Слід виділити серед експлуатаційних факторів механічні впливи, а також силові й температурні впливи газового струменя реактивних двигунів літаків.

Природні фактори, які впливають на покриття ЗПС:

– перепади температур протягом доби і сезону, кількість циклів “заморожування – розморожування”;

– вологість повітря;

– опади (їхня частота, кількість і розподіл за сезонами);

– глибина промерзання ґрунту;
– вітри, їхня сила, напрямок і тривалість;
– зледеніння покриття: шар льоду на поверхні ЗПС.

Унаслідок впливу деструктивних факторів виникають такі дефекти:
– усадочні та наскрізні тріщини;
– лущення верхнього шару бетону;
– руйнування верхнього шару покриття на глибину більше 10 мм;
– раковини та вибої;
– відколи країв і кутів плит;
– просідання та пролами карти покриття;
– руйнування заповнювача швів;
– оголення арматури.

Найпоширеніші пошкодження монолітного цементобетонного покриття у мирний час, які виникають внаслідок дії атмосферних та експлуатаційних факторів, – лущення верхньої поверхні бетону, вибої, раковини. Кількість плит із такими пошкодженнями становить приблизно 60% від загального числа дефектних плит [1]. Пошкодження воєнного часу, через які аеродромні покриття виходять з ладу, – це вибої, вирви, що утворюються внаслідок ракетних, бомбових, артилерійських ударів.

У разі виявлення будь-яких пошкоджень покриття ЗПС має бути вжито заходів щодо їх негайного усунення, оскільки в іншому випадку є ризик появи аварійного пошкодження й закриття смуги на тривалий ремонт. Але у разі виявлення дефектів, що загрожують безпеці польотів, їх усувають негайно до їх початку. Це дуже важливе питання щодо експлуатації твердих аеродромних покриттів: воно обумовлює необхідність застосування таких матеріалів для відновлення ЗПС, які мають найкоротші терміни набуття необхідних значень експлуатаційних характеристик твердих бетонних покриттів.

Умовно ремонт твердих бетонних покриттів розділяють на поточний і капітальний.

Поточний ремонт проводиться без припинення експлуатації ЗПС. Цей вид ремонту передбачає роботи з постійного запобігання передчасному зношуванню аеродромного покриття шляхом усунення невеликих ушкоджень. Обсяг робіт під час поточного ремонту не перевищує 1% від усієї площі аеродромного покриття. Роботи передбачають:
– заміну ушкоджених ділянок покриття (плит);
– закладення усадкових і наскрізних тріщин, раковин, вибоїв, відколів, лущення верхньої поверхні бетону;
– заповнення мастикою деформаційних швів;
– ремонт дефектних стиків і арматур, що оголилася, у збірних плитах;
– усунення уступів, тріщин, колій, осідань і проламів (в асфальтобетонних покриттях).

Під час ***капітального ремонту*** усуваються значні руйнування та деформації твердих бетонних покриттів аеродромів. Найчастіше під час його проведення експлуатація ЗПС тимчасово зупиняється. Під час виконання капітального ремонту твердих покриттів виконуються такі роботи:
– заміна окремих деформованих плит або їхніх частин (ділянок) покриттів обсягом до 10% від загальної площі аеродромних покриттів;
– вирівнювання покриття, яке просіло, у разі якщо його обсяг становить до 10% від загальної площі. Виконується методом укладання нового шару покриття з бетону, що виготовлений зі спеціальних розчинів – як правило, зі швидкотвердних;
– усунення поверхневих дефектів покриття: сколів кутів і кромок плит, лущення верхньої поверхні бетону покриття, раковин, вибоїв плит на ділянках площею до 30% від загальної площі аеродромних покриттів;
– вирівнювання й посилення наявних покриттів за допомогою укладання нового шару

бетону на окремих частинах покриття (обсяг виконуваних робіт – від 30% до 100% від загальної площі покриття аеродрому).

Для виконання ремонтних робіт може бути використано різноманітні матеріали, насамперед традиційні цементно-бетоні немодифіковані ремонтні матеріали для відновлення аеродромних поверхонь. Такі матеріали мають одну суттєву перевагу – простий склад, завдяки чому їхня вартість порівняно невисока.

Недоліки використання традиційних ремонтних матеріалів в умовах воєнного часу досить суттєві. По-перше, час визрівання традиційного бетону – два тижні для набору 70% відсотків міцності щодо стискання, та 4 тижні для набору 100% міцності. Крім того, традиційні ремонтні суміші для відновлення бетону мають менші значення характеристик міцності щодо стискання, розтягування та скручування порівняно з модифікованими ремонтними матеріалами.

Отже, якщо є чинними два обмеження – а саме вони наразі є чинними – термін до початку експлуатації та тривалість виконання робіт, то найбільш доцільним є використання сучасних модифікованих ремонтних матеріалів. Такі ремонтні матеріали мають відповідати вимозі: матеріали за міцністю мають забезпечувати носійну здатність не менше, ніж наявні аеродромні покриття, і відповідати встановленим вимогам, які наведено в табл. 1.

Відновлення покриттів, якщо дефекти мають глибину до 10 мм. У цьому випадку передусім виконують фрезерування та шліфування пошкодженої поверхні. Потім оброблену поверхню очищують від пилу та маленьких шматочків бетону і здійснюють її насичення шляхом нанесення на поверхню рідкого складу, що ущільнює бетон, – так званого пенетруючого матеріалу.

Таблиця 1. Фізико-механічні показники бетонів для відновлення цементобетонних покриттів [9]

Показник	Значення
Міцність під час стискання через 1 добу, МПа	20–40
Морозостійкість, цикли	150–200
Усадка, мм/м	0,9–1
Міцність зчеплення зі “старим” бетоном (адгезія), МПа	1,5–2,0

Найбільш високий результат досягається під час використання рідких літій-іонових складів, наприклад, Sikafloor CureHard LI, з витратами 100–150 мл на квадратний метр за умови нанесення в один шар. Але для отримання належного результату слід наносити не менше двох шарів. Додатковий ефект використання таких пенетруючих матеріалів – збільшення морозостійкості обробленого шару бетону [10].

Також ефективним вважається використання рідких пенетруючих матеріалів на основі силікатів, наприклад, Prosfas. Цей матеріал має високу проникну здатність. Після оброблення верхній шар бетону, насичений цим складом, становить до декількох сантиметрів, а морозостійкість після оброблення збільшується вдвічі [11].

Для ремонту вирв глибиною від 10 мм до 50 мм може бути застосовано матеріал Mapegrout SV-R Fiber. Цей матеріал є безусадковим, швидко твердішає, містить полімерну фібру. Міцність під час стискання через 28 діб досягає значення більше 65 МПа, міцність на розтягування через 28 діб становить 14 МПа. Марка морозостійкості – F300 (300 циклів “замерзання – розмерзання”), що є запорукою високої довговічності. Адгезія до сталі та бетону – 2 МПа.

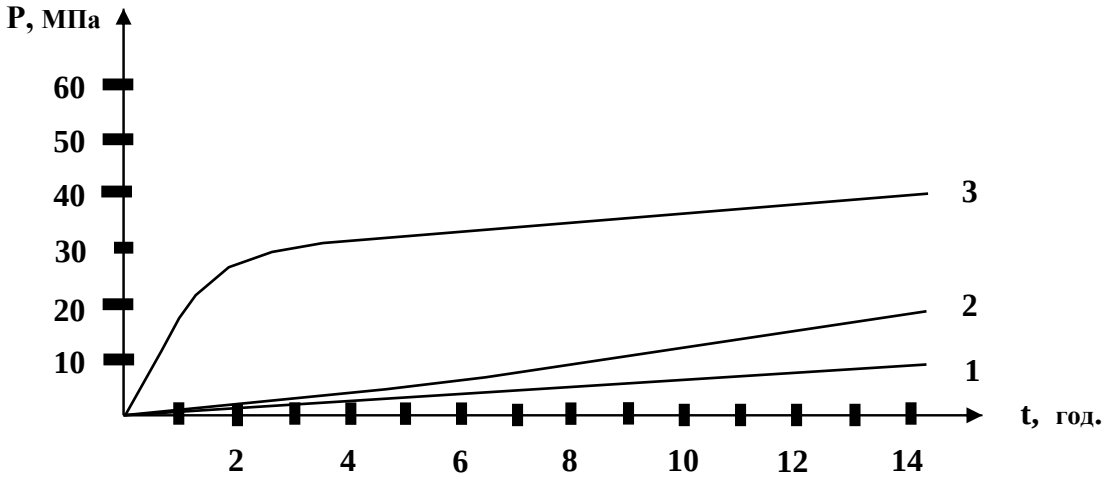
Під час ремонту дефектів глибиною до 70–100 мм використовувати ремонтні системи на цементній основі недоцільно, найбільш дієвий результат досягається, якщо застосовувати матеріали на цементно-епоксидній основі, наприклад, Sikagard-720 EpoCem, який наносять

шарами товщиною до 5 мм. Sikagard-720 Epocem – трикомпонентна цементна суміш, яка модифікована водною емульсією епоксидної смоли з підвищеною хімічною стійкістю.

Інший приклад – ремонт дефектів (передусім вирв) глибиною більше 100 мм. У цьому випадку доцільно використовувати, наприклад, матеріали ARB-10F або ARB-10. Ці матеріали дозволяють ліквідовувати вирви глибиною від 50 мм до 300 мм. Матеріали ARB-10F або ARB-10 – це суміші на основі цементу, вони є безусадковими, швидко твердішають, містять фібру: ARB-10 – полімерну, ARB-10F – полімерну та стальну. Міцність під час стискання через 28 діб досягає значення більше 75 МПа, міцність під час розтягування через 28 діб становить 8 МПа (ARB-10) та 15 МПа (ARB-10F). Марка морозостійкості – F300. ARB-10F та ARB-10 мають високу адгезію до сталі та бетону – більше ніж 2 МПа.

Усунути дефекти глибиною від 100 мм до 600 мм можна за технологією Rapid set. Це суміш на основі цементу, яка характеризується досить малими значеннями усадки, швидким твердінням, стійкістю до впливу агресивних хімічних сполук, у тому числі й штучного походження. Примітною особливістю цього матеріалу є швидкий набір міцності під час стискання (рис. 1). Максимального значення міцності під час стискання розчин досягає через 28 діб – приблизно 50 МПа [12].

Необхідно зазначити, що в останній час для відновлення працездатності твердих аеродромних покриттів широко пропонують ремонтні матеріали не лише на основі в'яжучого мінерального, а й на основі різноманітних полімерних в'яжучих матеріалів – поліуретанових, епоксидних, силоксанових тощо. Але в більшості випадків так звані полімерні ремонтні суміші мають нижчі значення найбільш важливих параметрів. Для порівняння в табл. 2 наведено деякі параметри ремонтних матеріалів на основі в'яжучого мінерального та в'яжучого полімерного.



1 – розчин із портландцементу ПЦ-500, не модифікований;
2 – розчин із портландцементу ПЦ-500, модифікований;
3 – розчин із Rapid Set.

Рисунок 1. Залежність набору міцності будівельних розчинів від часу [12]

Таблиця 2. Основні характеристики ремонтних матеріалів

Показник	Значення показника	
	на основі в'яжучого мінерального	на основі в'яжучого полімерного
Міцність під час стискання, МПа	40–90	до 37
Міцність під час розтягування, МПа	8–16	26
Модуль пружності E, 1×10^3 МПА	18–25	20–27
Міцність зчеплення зі "старим" бетоном (адгезія), МПа	2–3	1,5–4
Товщина шару ремонтного матеріалу, мм	30–100	5–40

Висновок (Conclusion)

Порівнявши значення, автори дійшли висновку про те, що вибір ремонтного матеріалу обумовлюється насамперед метою виконання ремонтних робіт. Ділянки, де, наприклад, мають бути високі значення міцності під час стискання, слід виконувати лише з матеріалів на основі в'яжучого мінерального. Ділянки, для яких цей параметр не є найкритичнішим, може бути відремонтовано з матеріалів на основі в'яжучого полімерного, що особливо важливо в умовах обмеженого часу.

Варто наголосити, що технології використання сучасних ремонтних матеріалів для відновлення твердих аеродромних покриттів не відрізняються підвищеною складністю. Як правило, виробник ремонтної суміші надає такі рекомендації з усунення ушкоджень, які містять загальні вимоги до виконання робіт поточного ремонту, технологію виконання робіт ямковим ремонтом і для усунення відколу плити залежно від геометричних параметрів дефектної ділянки, конструктивних особливостей закладення дефектної ділянки.

Рекомендації (Recommendations)

У статті надано рекомендації щодо вибору сучасних будівельних матеріалів для використання під час відновлення твердих аеродромних покриттів в умовах збройної агресії. Рекомендації розроблено з урахуванням наявності необхідних будівельних матеріалів в Україні. Для прикладів наведено значення найбільш важливих параметрів продуктів таких продуцентів, як Sika, Mapei, Rapid. Визначено, що описані у статті ремонтні матеріали для відновлення твердих аеродромних покриттів цілком відповідають вимогам державних стандартів та державних будівельних норм України.

Перспективою подальших досліджень є визначення можливого вигляду, структури та складу системи відновлення твердих аеродромних покриттів для максимально результативного ремонту під час відсічі збройній агресії.

Використані джерела

1. Попов, А. Н. (2022). Аэродромное покрытие — путь к безопасному полету. Научное обоснование требований к материалам для оперативного ремонта аэродромных покрытий. *Материально-техническое обеспечение, 10*, 27–34.
2. Красиникова, Н. М., Морозов, И. М., Хохряков, О. В., & Хозин, В. Г. (2014). Оптимизация состава цементного бетона для аэродромных покрытий. *Известия казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2*, 166–172.
3. Ziari, H. A., Hayati, P. A., & Sobhani, J. B. (2017). Air-Entrained Air Field Self-Consolidating Concrete Pavements: Strength and Durability. *International Journal of Civil Engineering, 15* (1), 21–33.

4. Woodman, G. R., & Robinson, N. D. (2013). Concrete block surfacing for airfield pavements. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Transport, 117* (3), 168–176.
5. Каримова, А. А., & Парамонова, М. И. (2019). Разрушения и ремонт искусственных покрытий взлетно-посадочных полос. *Alfabuild, 2* (9), 17–28.
6. Кульчицкий, В. А., Макагонов, В. А., Васильев, Н. Б., Чеков, А. Н., & Романков, Н. И. (2002). *Аэродромные покрытия. Современный взгляд.* Физико-математическая литература.
7. Леденев, А. А., Перова, Н. С., Внуков, А. Н., Козодаев, С. П., Баранов, Е. В., & Перцев, В. Т. (2021). Оперативный ремонт и восстановление аэродромного покрытия и объектов аэродромной инфраструктуры. *Вестник инженерной школы ДВФУ, 3* (48), 115–123.
8. Лещицкая, Т. П., & Попов, В. А. (1999). *Современные методы ремонта аэродромных покрытий.* МАДИ-ТУ.
9. *ДБН В.2.2-ХХ:2022 Будівлі та споруди. Аеродроми. Ч. І: Проєктування. Ч. ІІ: Будівництво.*
10. Ремонті матеріали Сіка https://gcc.sika.com/en/construction/refurbishment/concrete-repair/sikagard-720-epocem.html.
11. Матеріали Мапей https://www.mapei.com/ua/uk/materialy-i-tekhnichni-rishennia.
12. Продукти Мапей https://www.mapei.com/ru/ru/produkty/spisok-produktov/opisanie-produkta/arb-10f.
13. Технологія Rapid set https://www.ctscement.com/datasheet/CEMENT_ALL_Datasheet_DS_024_EN?c=&t=Professionals.

References

1. Popov, A. N. (2022). Airfield Pavement — The Way to Safe Flight. Scientific Justification of Requirements for Materials for Operational Repair of Airfield Pavements. *Material and Technical Support, 10*, 27–34.
2. Krasinikova, N. M., Morozov, I. M., Khokhryakov, O. V., & Khozin, V. G. (2014), Optimization of Cement Concrete Composition for Airfield Pavements. *Proceedings of the Kazan State University of Architecture and Engineering, 2*, 166–172.
3. Ziari, H. A., Hayati, P. A., & Sobhani, J. B. (2017). Air-Entrained Air Field Self-Consolidating Concrete Pavements: Strength and Durability. *International Journal of Civil Engineering, 15* (1), 21–33.
4. Woodman, G. R., & Robinson, N. D. (2013). Concrete Block Surfacing for Airfield Pavements. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Transport, 117* (3), 168–176.
5. Karimova, A. A., & Paramonova, M. I. (2019). Damage and Repair of Artificial Runway Surfaces. *Alfabuild, 2* (9), 17–28.
6. Kulchitsky, V. A., Makagonov, V. A., Vasiliev, N. B., Chekov, A. N., & Romankov, N. I. (2002). *Airfield Pavements: A Modern View.* Physico-Mathematical Literature Publishing.
7. Ledenev, A. A., Perova, N. S., Vnukov, A. N., Kozodayev, S. P., Baranov, E. V., & Pertsev, V. T. (2021). Rapid Repair and Restoration of Airfield Pavement and Airfield Infrastructure Facilities. *Bulletin of the School of Engineering of FEFU, 3* (48), 115–123.
8. Leshitskaya, T. P., & Popov, V. A. (1999). *Modern Methods for Repairing Airfield Pavements.* MADI-TU.
9. *DBN V.2.2-XX:2022 Buildings and Structures. Aerodromes. Part I: Design. Part II: Construction.*
10. Material SIKA https://gcc.sika.com/en/construction/refurbishment/concrete-repair/sikagard-720-epocem.html.
11. Material MAPEI https://www.mapei.com/ua/uk/materialy-i-tekhnichni-rishennia

12. Material MAPEI https://www.mapei.com/ru/ru/produkty/spisok-produktov/opisanie-produkta/arb-10f.
13. Technologies Rapid set https://www.ctscement.com/datasheet/CEMENT_ALL_Datasheet_DS_024 _EN?c=&t=Professionals.

Forecast of the development of the economy of Ukraine for the long term

Viacheslav Kozachuk
Candidate of Technical Science, Senior Research
Leading Researcher
The Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine
03049, Povitrianykh Syl avenue, 28 B, Kyiv, Ukraine
e-mail: k71419@ukr.net
ORCID: 0000-0002-0207-7461

Oleh Movchan
Candidate of Technical Science, Senior Research
Head of the center
The Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine
03049, Povitrianykh Syl avenue, 28 B, Kyiv, Ukraine
e-mail: alex-717@ukr.net
ORCID: 0000-0001-5245-7051

Vadim Hrom
Candidate of Military Science, Leading Researcher
The Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine
03049, Povitrianykh Syl avenue, 28 B, Kyiv, Ukraine
e-mail: Hrom_v@ukr.net
ORCID: 0009-0009-5415-9758

Oleksandr Vodchyts
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Head of the Military Training Department
National Aviation University
03058, Lubomyr Huzar Avenue, 1, Kyiv, Ukraine
e-mail: agv64agv@gmail.com
ORCID: 0000-0002-3294-7632

Oleh Tarasov
Candidate of Military Sciences, Associate Professor
Associate Professor of the Military Training Department
National Aviation University
03058, Lubomyr Huzar Avenue, 1, Kyiv, Ukraine
e-mail: tarasovo@ukr.net
ORCID: 0000-0002-6763-8653

Abstract. The relevance of the study is determined by the fact that during combat operations (especially high-intensity ones), the Armed Forces of Ukraine inevitably suffer certain losses of airfields. As a result of the fire effect of rocket and bomb strikes, hard airfield runway surfaces suffer significant damage, which interferes with the reliable operation of aircraft. As a result, hard airfield surfaces require rapid restoration, and materials with fairly stringent requirements must be used. In recent years, modern modified building materials have begun to be offered for use in Ukraine, which allow significantly reducing the restoration time: provided that the work is properly organized, the time can be no more than 7–10 days, while the required values of the strength characteristics for compression and tension are fully achieved. The result of using such materials is to ensure a minor interruption in the functioning of the airfield (regular use of the runway), which in conditions of combat operations is a pressing issue for the Air Force of the Armed Forces of Ukraine.

The purpose of the article is the need to find new approaches to the repair of runways that are mechanically damaged during missile and bomb strikes, in a limited time using modern building materials.

Methodological approaches. The study is based on the analysis of existing data on modern building materials that can be used to repair runways, their physical and technical characteristics, and time indicators necessary to ensure the maximum strength of the materials used.

The authors have identified the main factors that affect the destructive processes of hard airfield surfaces in peacetime, which are natural influences, as well as loads during takeoffs and landings of aircraft. Among the operational factors, mechanical influences, as well as force and temperature influences of the gas jet of aircraft jet engines, should be highlighted. In case of detection of any damage to the runway surface, measures must be taken to eliminate them immediately, since otherwise there is a risk of accidental damage and closure of the strip for long-term repairs. But in case of detection of defects that threaten flight safety, they are eliminated immediately before their start. This is a very important issue regarding the operation of hard airfield surfaces: it determines the need to use such materials for the restoration of runways that have the shortest terms of acquiring the necessary values of operational characteristics of hard concrete surfaces.

Various materials can be used to perform repair work, but if there are two restrictions - the period before the start of operation and the duration of the work, then the most appropriate is the use of modern materials. Such repair materials must meet the requirement: materials in terms of strength must provide a bearing capacity not less than the existing airfield surfaces, and meet the established requirements for them.

The practical significance of the research results lies in determining materials for urgent runway repairs.

Keywords: rocket and bomb strikes, hard airfield surfaces, runway, loading, damage, repair, repair materials, bearing capacity, mineral binder, polymer binder.