

УДК 625.42:624.011

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.148.2014.71844>

**РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ  
ДЕРЕВ'ЯНИХ ШПАЛ МЕТРОПОЛІТЕНУ ПЛАСТМАСОЮ АКРИЛОВОЮ  
САМОТВЕРДНОЮ АСТ-Т**

Канд. техн. наук Д.А. Фаст

**РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ  
ДЕРЕВЯННЫХ ШПАЛ МЕТРОПОЛИТЕНА ПЛАСТМАССОЙ АКРИЛОВОЙ  
САМОТВЕРДЕЮЩЕЙ АСТ-Т**

Канд. техн. наук Д.А. Фаст

**CALCULATION OF TECHNICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY AT RENEWAL OF  
WOODEN RAILROAD TIES OF UNDERGROUND PASSAGE BY PLASTIC OF ACRYLIC  
SELFHARDENING AST-T**

Cand. of techn. sciences D.A. Fast

*Відновлення експлуатаційних властивостей дерев'яних шпал у тунелі метрополітену є актуальною проблемою. В даній статті наведено розрахунок техніко-економічної ефективності при виконанні робіт по їх ремонту за допомогою такого полімерного матеріалу як пластмаса акрилова самотвердна АСТ-Т. Розраховано найбільш доцільну кількість полімерного матеріалу, який необхідно для відновлення дерев'яної шпали.*

**Ключові слова:** відновлення, дерев'яна шпала метрополітену, пластмаса акрилова, техніко-економічна ефективність.

*Восстановление эксплуатационных свойств деревянных шпал в тоннеле метрополитена является актуальной проблемой. В данной статье приведен расчет технико-экономической эффективности при выполнении работ по их ремонту с помощью такого полимерного материала как пластмасса акриловая самотвердеющая АСТ-Т. Рассчитано наиболее целесообразное количество полимерного материала, необходимого для восстановления деревянной шпалы.*

**Ключевые слова:** восстановление, деревянная шпала метрополитена, пластмасса акриловая, технико-экономическая эффективность.

*A basic distinguishing feature of overhead structure of track is in underground passages in that railsleeper a grate lies on concrete basis. One of principle differences of work of railroad ties in the tunnels of underground passage there is that they are sunk in a concrete. Such construction of track leads to that character of work of railroad ties and their replacement changes is a difficult operation which requires the considerable charges of hand labour and money. Replacement of one railroad tie in a tunnel tenfold more money needs than on overhead railways.*

*Proceeding in operating properties of wooden railroad ties in the tunnel of underground passage is the issue of the day. In this article the calculation of technical and economic efficiency is resulted at implementation of works on their repair by such polymeric material as a plastic acrylic selfhardening of AST-T. The most expedient amount of polymeric material which it is necessary for proceeding in a wooden railroad tie is expected.*

*A renewal of useless wooden railroad tie cost was for this purpose certain on new and by comparison to the cost of their renewal by polymeric material*

**Keywords:** renewal, wooden railroad tie of underground passage, a plastic is acrylic, technical and economic efficiency.

**Вступ.** У великих містах найбільш зручним і економічно вигідним пасажирським

транспортom є метрополітени, перевагою яких є більша швидкість перевезення і здатність

освоювати масові пасажиропотоки. У містах, де є метрополітени, гостро стоїть проблема захисту споруджень від шуму і вібрацій. Основна відмінна риса верхньої будови колії у метрополітенах в тому, що рейко-шпальна решітка лежить на бетонній основі. Тому найбільш ефективною є конструкція залізничної колії на дерев'яних шпалах. Конструкція колії на бетонній основі з дерев'яними шпалами забезпечує необхідну її пружність і має високий електричний опір, що відіграє велике значення при наявності контактної рейки, яка перебуває під високою напругою у вологому середовищі [1-3].

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями.

Основна відмінна риса верхньої будови колії у метрополітенах в тому, що рейкошпальна решітка лежить на бетонній основі. Однією з принципових відмінностей роботи шпал в тунелях метрополітену є те, що вони утоплені в бетон. Така конструкція колії приводить до того, що змінюється характер роботи шпал та їх заміна є складною й дорогою операцією, що вимагає значних витрат ручної праці та коштів. Заміна однієї шпали в тунелі в десять разів дорожче, ніж на наземних залізницях. Тому дослідження можливих способів відновлення їх у тунелі метрополітену є актуальною проблемою.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Останнім часом дослідження у тунелі метрополітену, в основному, направлені на удосконалення зони проміжного скріплення, а також пошук нових конструкцій підрейкової основи [4-8]. Проблемам відновлення експлуатаційних властивостей дерев'яних шпал приділяється недостатньо уваги. Тому дослідження можливості відновлення їх за допомогою наповнення порожнеч і тріщин, що утворилися, полімерним матеріалом є перспективним напрямком вирішення даної проблеми.

**Визначення мети та завдання дослідження.** Метою даних досліджень є розрахунок техніко-економічної ефективності відновлення дерев'яної шпали метрополітену шляхом використання полімерного матеріалу, пластмаси акрилової самотвердної АСТ-Т. Задачами досліджень є визначення вартості ремонту шпал метрополітену полімерним матеріалом і вартості її заміни на нову. На

основі отриманих даних розрахувати найбільш доцільну кількість полімерного матеріалу для виконання ремонтних робіт.

**Основна частина дослідження.** Відновлення дерев'яних шпал у тунелі метрополітену виконується без порушення цілісності колійного бетону. Це можливо завдяки використанню полімерного матеріалу, пластмаси акрилової самотвердної АСТ-Т. Її застосування забезпечує необхідну міцність і рівнопружність підрейкової основи у колії метрополітену та дозволяє виконувати колійні роботи по ремонту шпал без вилучення їх з бетону безпосередньо у тунелі.

Для визначення доцільної кількості полімерного матеріалу необхідно розрахувати техніко-економічну ефективність технології відновлення. Для цього було доцільно обрано п'ять дерев'яних шпал у тунелі Харківського метрополітену та проведені колійні роботи по їх ремонту з використанням пластмаси акрилової самотвердної АСТ-Т.

Роботи поділяються на три періоди:

1. Підготовчий (один день):

- розшивання однієї нитки колії на ушкоджених шпалах;

- зачищення поверхні шпал від бруду за допомогою металевих щіток і шкребків на ділянці довжиною 800 мм від торця; видалення бруду до здорової деревини, приблизно на 1–2 мм;

- вирізання на кінці шпали віконця з розмірами 140×140 мм; з тіла шпали прибирають гнилу деревину;

- свердлення чотирьох вертикальних отворів  $\varnothing$  20 мм глибиною 100 мм.

2. Основний (при необхідності заливання великого об'єму полімерного матеріалу даний період розбивається на два дні):

Перший день.

- замішування розчину (2 кг акрилового порошку + 2 л затверджувача);

- заливання розчину в отвори й віконце шпали № 1, перехід до шпали № 2;

- замішування розчину (2 кг акрилового порошку + 2 л затверджувача);

- заливання розчину в отвори й віконце шпали № 2, перехід до шпали № 3;

- замішування розчину (2 кг акрилового порошку + 2 л затверджувача);

- заливання розчину в отвори й віконце шпали № 3, перехід до шпали № 4;

- замішування розчину (2 кг акрилового порошку + 2 л затверджувача);
- заливання розчину в отвори й віконце шпали № 4, перехід до шпали № 5;
- замішування розчину (2 кг акрилового порошку + 2 л затверджувача);
- заливання розчину в отвори й віконце шпали № 5;
- в залежності від порожнин, які утворилися, вся послідовність робіт першого

дня повторюється до заливання половини необхідного об'єму.

Другий день (послідовність робіт другого дня аналогічна як для першого дня до заливання повного об'єму).

3.

- постановка підкладки та прокладки;
- свердлення отвору  $\varnothing 17$  мм на глибину 125 мм і зверху  $\varnothing 20$  мм на глибину 20 мм;
- закріплення нитки колії шурупами.

Витрати оперативного часу на відновлення п'яти шпал полімерним розчином дорівнюють:

Шпала № 1: підготовчі роботи – 16 хв.;

основні роботи – 54 хв.;

опоряджувальні роботи – 12 хв.;

вартість матеріалу –  $11,5 \text{ л} \times 86,4 \text{ грн} = 993,6 \text{ грн}$ .

Шпала № 2: підготовчі роботи – 18 хв.;

основні роботи – 52 хв.;

опоряджувальні роботи – 14 хв.;

вартість матеріалу –  $11,2 \text{ л} \times 86,4 \text{ грн} = 967,7 \text{ грн}$ .

Шпала № 3: підготовчі роботи – 26 хв.;

основні роботи – 60 хв.;

опоряджувальні роботи – 12 хв.;

вартість матеріалу –  $12,6 \text{ л} \times 86,4 \text{ грн} = 1088,6 \text{ грн}$ .

Шпала № 4: підготовчі роботи – 28 хв.;

основні роботи – 59 хв.;

опоряджувальні роботи – 15 хв.;

вартість матеріалу –  $20,55 \text{ л} \times 86,4 \text{ грн} = 1775,5 \text{ грн}$ .

Шпала № 5: підготовчі роботи – 28 хв.;

основні роботи – 89 хв.;

опоряджувальні роботи – 19 хв.;

вартість матеріалу –  $27,6 \text{ л} \times 86,4 \text{ грн} = 2384,7 \text{ грн}$ .

Середня витрата оперативного часу для відновлення п'яти шпал:

– на підготовчі роботи –  $(16 + 18 + 26 + 28 + 28)/5 = 23,2 \text{ хв.}$ ;

– на основні роботи –  $(54 + 52 + 60 + 59 + 89)/5 = 62,8 \text{ хв.}$ ;

– на опоряджувальні роботи –  $(12 + 14 + 12 + 15 + 19)/5 = 14,4 \text{ хв.}$ ;

– загальна середня витрата часу на відновлення однієї шпали – 101 хв.

Середня вартість використаного полімерного матеріалу для відновлення однієї шпали:

$$(993,6 + 967,7 + 1088,6 + 1775,5 + 2384,7)/5 = 1442 \text{ грн.}$$

Для того щоб визначити техніко-економічну ефективність відновлення експлуатаційних властивостей дерев'яних шпал у тунелі метрополітену за допомогою використання полімерного матеріалу, пластмаси акрилової самотвердної АСТ-Т, необхідно знати його оптимальну кількість. Для цього необхідно підрахувати та порівняти вартість заміни однієї непридатної шпали на

нову, з урахуванням вартостей нової просоченої соснової шпали та витрат на заробітну платню [9, 10], з вартістю робіт при відновленні експлуатаційних властивостей староприсадиної шпали з урахуванням вартості полімерного матеріалу, що використовується.

Отримані результати розрахунку зводяться в табл. 1.

Таблиця 1

Техніко-економічна ефективність ремонту шпал (станом на 2013 р.)

№ з/п	Витрата полімерної сполуки на шпалу, м <sup>3</sup>	Вартість сполуки, грн.	Зарплата робітників за ремонту шпали, грн	Загальна вартість ремонту, грн	Вартість заміни шпали, грн	Техніко-економічна ефективність, грн
1	0,001	86,4	311,16	397,56	844,21 + 160 = = 1004,21	+606,65
2	0,002	172,8		483,96		+520,25
3	0,003	259,2		570,36		+433,85
4	0,004	345,6		656,76		+347,45
5	0,005	432		743,16		+261,05
6	0,006	518,4		829,56		+174,65
7	0,007	604,8		915,96		+88,25
8	0,008	691,2		1002,36		+1,85
9	0,009	777,60		1088,76		-84,55
10	0,010	864		1175,16		-170,95
11	0,011	950,4		1261,56		-257,35

**Примітка.** Вартість нової просоченої соснової шпали становить 160 грн.

**Висновки з дослідження.** Виконано розрахунок техніко-економічної ефективності для визначення використання найбільш оптимальної кількості полімерного матеріалу для відновлення дерев'яної шпали. Результати

показали, що ремонт однієї шпали і продовження її строків служби доцільно виконувати за загального обсягу витраченого полімерного розчину не більше 0,008 м<sup>3</sup> (за об'єму шпали, що дорівнює 0,106 м<sup>3</sup>).

#### *Список використаних джерел*

1. Клинов, С. И. Железнодорожный путь на искусственных сооружениях [Текст] / С.И. Клинов. – М.: Транспорт, 1990. – 144 с.
2. Фролов, Ю. С. Метрополитены. [Текст] / Ю.С. Фролов, Д.М. Голицынский, А.П. Ледяев. – М.: Желдориздат, 2001. – 528 с.
3. Лысюк, В.С. Износ деревянных шпал и борьба с ним : труды ЦНИИ МПС [Текст] / В.С. Лысюк. – М., 1971. – № 445. – 224 с.
4. Кравченко, Н.Д. Новые конструкции железнодорожного пути для метрополитенов [Текст] / Н.Д. Кравченко. – М.: Транспорт, 1994. – 143 с.
5. Выбор типа верхнего строения пути для метрополитенов [Текст] / В.М. Круглов, Н.Д. Кравченко [и др.] // Путь и путевое хозяйство. – 2010. – №4. – С. 26-29.
6. Замуховский, А.В. Шпалы-коротыши в путевом бетоне [Текст] / А.В. Замуховский // Путь и путевое хозяйство. – 2006. – № 5. – С. 24-26.
7. Машкович, О.Н. Железнодорожные шпалы из альтернативных материалов [Текст] / О.Н. Машкович // Железнодорожный транспорт за рубежом. Путь и путевое хозяйство. Проектир. и стр-во ЭИ / ЦНИИТЭИ. – 2005. – С. 11-15.
8. Шамаев, В.А. Увеличение срока службы деревянных шпал [Текст] / В.А. Шамаев, В.С. Овчинников // Путь и путевое хозяйство. – 2010. – № 8. – С. 9-10.
9. Технологічний процес заміни дерев'яних шпал у тунелі. Служба колії і тунельних споруд Київського метрополітену [Текст]. – К., 2001. – 11 с.
10. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих [Текст]. Ч. 2. – М., 1985. – Вып. 3. – 217 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор О.М. Даренський

Фаст Денис Андрійович, канд. техн. наук, доцент кафедри колії та колійного господарства Української державної академії залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-59. E-mail: denia007@mail.ru.

Fast Denis Andreevich, candidate of technical sciences, associate professor of department of track and travel economy. Ukrainian state academy of railway transport. Tel.: (057) 730-10-59. E-mail: denia007@mail.ru.