

УДК 692.415:69.059.25

*В.А. Мазур, ДНАСА, г. Донецк*

## ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО РЕМОНТУ КРОВЕЛЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

### АННОТАЦИЯ

В статье предложена методика, позволяющая найти варианты, при которых достигается снижение трудовых и материальных затрат, выбирается эффективный безремонтный срок эксплуатации при ремонте кровель промышленных зданий.

Ключевые слова: трудовые и материальные затраты, безремонтный срок эксплуатации.

**Актуальность темы.** В современных условиях одной из важнейших проблем эксплуатации зданий и сооружений промышленного назначения являются протекающие кровли. В зависимости от применяемых материалов и конструкций подбираются технологии устройства кровель. Применяемые в практике ремонтно-строительного производства разнообразные методы ремонта малоуклонных кровель недостаточно эффективны, так как устраняют, как правило, только сами повреждения, а не причины их появления. К тому же многие из этих методов весьма дорогостоящи и трудоемки и практически ни один из них не является одновременно экономичным, надежным, ресурсосберегающим и безопасным. Выбор метода ремонта многослойных плоских кровель промышленных зданий является сложной задачей из-за отсутствия информации о техническом состоянии внутренних слоев ремонтируемой кровли, появления новых и многообразия известных кровельных материалов, противоречивых рекомендаций по их применению и методов укладки.

**Анализ опыта.** Разработкой и совершенствованием конструктивных, организационных и технологических решений по ремонту плоских кровель с целью обеспечения их надежности и долговечности занимались ряд научных, проектных и учебных институтов, а также строительных организаций. Но в большинстве существующих методик и нормативных документах основное внимание уделяется разработке и принятию конструктивных

решений по восстановлению верхнего гидроизоляционного ковра, а организационные и технологические решения отражены в меньшем объеме.

**Цель исследований.** Совершенствование методики выбора технологических решений с учетом уровня дефектов и повреждений разных видов плоских кровель.

Дефекты кровель хаотично расположены по их поверхности, а их размеры изменяются в широких пределах; некоторые из них имеют произвольную форму. Эти обстоятельства в сочетании с разнообразием возможных вариантов выполнения кровли приводят к большому количеству разнородных задач оценки технического состояния кровель и способов их ремонта. Важность этого направления также обуславливается тем, что, как оказывает анализ литературных источников, в настоящее время объем ремонтных работ многократно превышает объем строящихся.

**Основной материал.** Вследствие того, что количество совершенно разнородных ситуаций весьма велико, получить исходные данные для разработки методов такой оценки на основании результатов только физического эксперимента не представляется возможным. Проведение экспериментальных исследований с применением методов планирования и анализа эксперимента является наиболее эффективным методом получения математической (формализованной) модели сложного процесса.

В процессе моделирования принимались некоторые допущения. Как показал анализ реализованных и проектируемых проектов промышленных зданий и сооружений, площади плоских кровель изменяются в диапазоне от 20м<sup>2</sup> до 10000м<sup>2</sup> и более. В дальнейших расчетах принята кровля площадью 10000м<sup>2</sup>. При проведении эмпирических опытов оказалось, что изменение площади в этом диапазоне не влияет на полученные показатели выявленного уровня дефектов.

Сущность методики заключается в выборе методов ремонта на основании моделей технико-экономических показателей.

Положения методики заключаются в следующем.

1. Учет влияния уровня дефектов и повреждений различных видов кровель в условиях реконструкции промышленных зданий.

2. Выбор технологии ремонта кровель на основании разработанных моделей.

3. Учет прогнозируемого безремонтного срока эксплуатации ремонтируемых кровель.

4. Возможность применения методики для кровель общественных и жилых зданий.

Выбор рационального метода ремонта кровель осуществляется в следующей последовательности (рис. 1).

**1 ШАГ.** Определение исходных данных.

На основании натуральных обследований составляется дефектная ведомость, в которой отражаются дефекты и повреждения кровли, их площади, масса материалов, необходимых для ремонта,

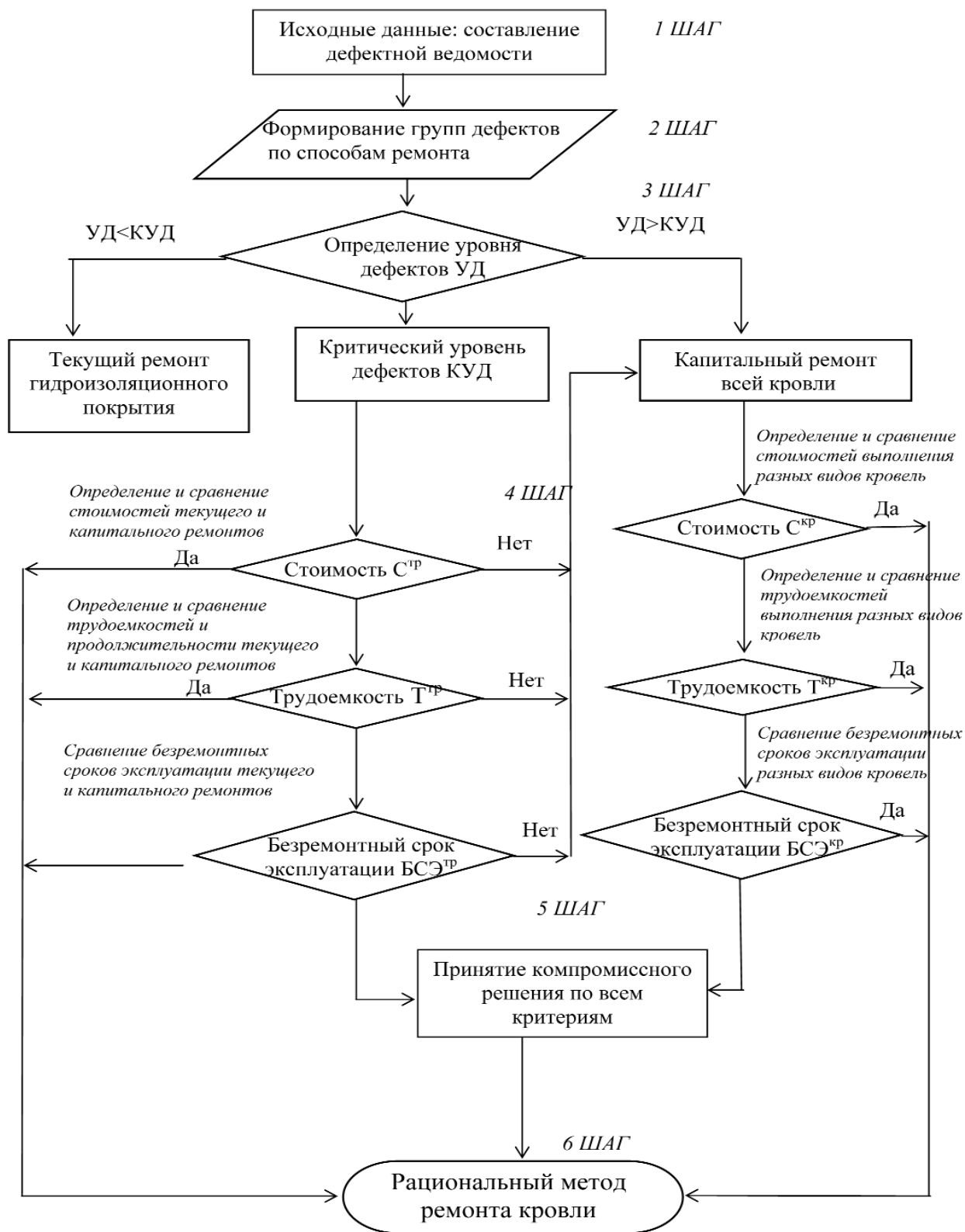


Рис. 1. Выбор рационального метода ремонта кровель

пространственное расположение на кровле относительно базовой точки подачи материалов. Соответственно пространственному расположению базовой точки определяются расстояния, на которые необходимо перемещать материалы по горизонтали при ремонте дефектов и повреждений.

**2 ШАГ.** По составленной дефектной ведомости дефекты и повреждения кровли формируются в группы  $г_1, г_2, г_3...г_1$  по способам ремонта для разных видов кровли. Соответственно определяются площади групп дефектов  $x_1, x_2, x_3...x_1$ .

Для кровли, выполненной из наплавляемого рубероида или из рубероида, приклеенного на мастике, по цементно-песчаной стяжке, определены следующие группы дефектов:

1. Группа  $г_1$ : потеря прочности и разрушение стяжки, нарушение уклонов (образование зон застоя воды).

2. Группа  $г_2$ : отрыв гидроизоляционного ковра от основания, отсутствие водоизоляционного ковра, влагонакопление в гидроизоляционном ковре, расслоение полотнищ гидроизоляционного материала.

3. Группа  $г_3$ : механическое повреждение водоизоляционного ковра, вздутие кровельного ковра с образованием воздушных или водяных мешков, биологическое разрушение рубероида.

4. Группа  $г_4$ : растрескивание рубероида. Устраняется таким способом ремонта: места трещин, пробоин и разрывов заполняют мастикой с тщательной притиркой швов по всей площади.

5. Группа  $г_5$ : потеря прочности и теплоизолирующих свойств утеплителя.

6. Группа  $г_6$ : отсутствие защитного и гидроизоляционного слоя.

В работе не учитывалась ввиду малой стоимости и трудоемкости работ по устранению дефекта.

Для кровли, выполненной из ПВХ — мембраны с механическим креплением к основанию, определены следующие группы дефектов:

1. Группа  $г_1$ : механические повреждения водоизоляционного ковра, пережоги мембраны, трещины.

2. Группа  $г_2$ : непровары стыков мембраны.

3. Группа  $г_3$ : Потеря прочности и теплоизоляционных свойств утеплителя, влагонакопление в утеплителе.

4. Группа  $г_4$ : отрыв гидроизоляционного слоя от основания.

5. Группа  $г_5$ : морщины на гидроизоляционном ковре.

Не подлежат ремонту, так как не влияют на гидроизоляционную способность.

Для балластной кровли, выполненной из ПВХ-мембраны, определены следующие группы дефектов:

1. Группа  $г_1$ : потеря прочности и теплоизоляционных свойств утеплителя, влагонакопление в утеплителе.

В расчетах не учитывались стоимость и трудоемкость работ по осушению.

2. Группа  $г_2$ : механические повреждения водоизоляционного ковра, непровары стыков мембраны, трещины в ПВХ-мембране, пережоги мембраны.

3. Группа  $г_3$ : отсутствие нижнего разделительного слоя или пароизоляционного слоя.

4. Группа  $г_4$ : непровары стыков мембраны.

5. Группа  $г_5$ : отсутствие верхнего разделительного слоя.

6. Группа  $г_6$ : потеря прочности и несущей способности стяжки, влагонакопление в стяжке.

В расчетах не учитывались стоимость и трудоемкость работ по осушению стяжки.

7. Группа  $г_7$ : неравномерный слой балласта.

В работе не учитывался ввиду малой стоимости и трудоемкости работ по устранению дефекта.

Для мастичной кровли определены следующие группы дефектов:

1. Группа  $г_1$ : влагонакопление в мастичном слое, отслоение гидроизоляционного слоя, вздутия с образованием воздушных или водяных мешков, намокание стяжки.

2. Группа  $г_2$ : потеря несущей способности стяжки, нарушение уклонов (образование застойных зон).

3. Группа  $г_3$ : трещины, разрывы, механические повреждения мастичного слоя.

4. Группа  $г_4$ : потеря прочности и теплоизолирующих свойств утеплителя, влагонакопление в утеплителе.

В расчетах не учитывались стоимость и трудоемкость работ по осушению.

5. Группа  $г_5$ : неодинаковая толщина и оплывание мастичного слоя.

В работе не учитывалась ввиду малой стоимости и трудоемкости работ по устранению дефекта.

**3 ШАГ.** Определяется уровень дефектов и повреждений кровли УД.

Определяется уровень дефектов и повреждений кровли:

$$УД = \frac{\sum_{ДЕФ}}{\sum_{КР}} \cdot 100\% \leq 60\% S_{кр},$$

где  $\Sigma_{\text{ДЕФ}}$  — общая площадь дефектов кровли, определенных по дефектной ведомости, м<sup>2</sup>;

$S_{\text{кр}}$  — площадь всей кровли, м<sup>2</sup>;

60%  $S_{\text{кр}}$  — максимальный уровень дефектов и повреждений кровли, при котором рационально проводить текущий ремонт согласно рекомендациям СОУ ЖКГ 75.11-35077234.0015:2009 "Правила определения физического износа жилых зданий".

В зависимости от определенного уровня дефектов выбирается вид ремонта кровли: текущий или капитальный.

Критический уровень дефектов КУД — уровень дефектов, при котором выбор способа ремонта кровли определяется путем сравнения сметной стоимости, трудоемкости и безремонтного срока эксплуатации текущего ремонта (с определенным по дефектной ведомости уровнем дефектов и повреждений кровли) с капитальным ремонтом кровли. При этом при капитальном ремонте кровли возможна замена существующего вида кровли на другие виды.

Возможны три следующих варианта.

#### 1. УД < КУД

Если уровень дефектов УД меньше критического уровня КУД, выполняется текущий ремонт кровли.

#### 2. УД = КУД

Если уровень дефектов находится в диапазоне критического уровня, выполняется сравнительный анализ капитального и текущего ремонтов по выбранным критериям (стоимость  $S_{\text{кр}}$ , трудоемкость  $T_{\text{кр}}$ , безремонтный срок эксплуатации БСЭ<sub>кр</sub> или их сочетания).

#### 3. УД > КУД

Если уровень дефектов кровли больше критического уровня, необходим капитальный ремонт кровли. При капитальном ремонте кровли необходимо сравнение разных вариантов ремонта кровли по таким критериям оценивания, как стоимость  $S_{\text{кр}}$ , трудоемкость  $T_{\text{кр}}$ , безремонтный срок эксплуатации БСЭ<sub>кр</sub> или их сочетаниям.

Критический уровень дефектов для разных видов кровли определяется по таблице 1 для трудоемкости или стоимости в зависимости от сочетаний дефектов и повреждений.

#### 4 ШАГ. Выбор критериев оценки.

Задаются следующими возможными критериями оценки: стоимостью  $S_{\text{тр}}$ , трудоемкостью  $T_{\text{тр}}$ , безремонтным сроком эксплуатации БСЭ<sub>тр</sub> или их сочетаниями. Поиск оптимального решения про-

водится отдельно по каждому из критериев или путем принятия компромиссного решения, учитывающего сочетание критериев.

#### 4.1. Критерий оценки — стоимость $S_{\text{тр}}$ .

Если критерием оценивания является стоимость, то исходные данные в виде площадей дефектов и повреждений, сгруппированных по способам ремонта,  $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \dots, \Gamma_n$  подставляются в уравнения множественной регрессии для определения общей стоимости ремонта кровли. При этом действует ограничение для площади дефектов

$$25\text{м}^2 < x_1, x_2, x_3, \dots, x_n < 1500\text{м}^2$$

#### 4.2. Критерий оценки — трудоемкость $T_{\text{тр}}$ .

Если критерием оценивания является трудоемкость, то исходные данные в виде площадей дефектов и повреждений, сгруппированных по способам ремонта,  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  подставляются в уравнения множественной регрессии (табл. 2). Определяется трудоемкость ремонта кровли. При этом действует ограничение для площади дефектов

$$25\text{м}^2 < x_1, x_2, x_3, \dots, x_n < 1500\text{м}^2.$$

Если критерием оценивания является продолжительность выполнения работ, она определяется на основании определенной по уравнениям регрессии трудоемкости с учетом сменности и состава бригад по ремонту разных видов кровель.

#### 4.3. Критерий оценки — безремонтный срок эксплуатации БСЭ<sub>тр</sub>.

Если критерием оценивания является безремонтный срок эксплуатации отремонтированной кровли, то текущий и капитальный ремонты сравниваются по гарантированному сроку эксплуатации.

**5 ШАГ.** В случае принятия компромиссного решения по нескольким критериям варианты капитального и текущего ремонтов сравниваются по нескольким показателям на основании содержательного анализа вариантов.

**6 ШАГ.** Осуществляется выбор метода ремонта кровли по заданным критериям.

#### Выводы

Выбор эффективных методов ремонта кровель на отдельных этапах обеспечивает значительное сокращение вариантности и упрощает таким образом решение поставленной задачи.

Учет влияния уровня дефектов и повреждений кровли определяет эффективный для заданных условий (капитальный или текущий) метод ремонта кровли.

Таблица 1. Критический уровень дефектов для разных типов кровли

№	Вид кровли	Сочетания групп дефектов	Наименование показателя	Критический уровень, %
1	2	3	4	5
<i>Неутепленные кровли</i>				
1	Кровля, выполненная из наплавляемого рубероида по цементно-песчаной стяжке	Г2, Г3, Г4	стоимость	49-63
			трудоемкость	47-62
		Г1, Г2, Г3, Г4	стоимость	44-68
			трудоемкость	52-68
2	Кровля, выполненная из ПВХ-мембраны с механическим креплением к основанию	Г1, Г2, Г4	стоимость	60-74
			трудоемкость	52-70
3	Балластная кровля, выполненная из ПВХ-мембраны	Г2, Г3, Г5, Г6	стоимость	53-68
			трудоемкость	42-57
4	Мастичная армированная стеклохолстом кровля, выполненная по цементно-песчаной стяжке	Г1, Г2, Г3	стоимость	51-78
			трудоемкость	>40
		Г2, Г3, Г4	стоимость	51-63
			трудоемкость	>40
<i>Утепленные кровли</i>				
6	Кровля, выполненная из наплавляемого рубероида по цементно-песчаной стяжке	Г1, Г2, Г3, Г4, Г5	стоимость	44-72
			трудоемкость	48-70
7	Кровля, выполненная из ПВХ-мембраны с механическим креплением к основанию	Г1, Г2, Г3, Г4	стоимость	44-70
			трудоемкость	49-73
8	Балластная кровля, выполненная из ПВХ-мембраны	Г1, Г2, Г4, Г5	стоимость	44-67
			трудоемкость	49-65
9	Мастичная армированная стеклохолстом кровля, выполненная по цементно-песчаной стяжке	Г1, Г2, Г3, Г4	стоимость	54-68
			трудоемкость	49-72

Таблица 2. Многофакторные модели уравнений множественной регрессии для определения трудоемкости ремонта кровли с учетом сочетаний разных групп дефектов для разных видов кровли

	Вид кровли	Уравнение регрессии
1	Кровля, выполненная из наплавляемого рубероида по цементно-песчаной стяжке	$y=0,5742x_2+0,4004x_3+0,2865x_4+0,1351$
		$y=2,259x_1+0,57432x_2+0,4004x_3+0,2863x_4$
		$y=2,1002x_1+0,5594x_2+0,4154x_3+0,1273x_4+3,1052x_5+197,01$
2	Кровля, выполненная из ПВХ-мембраны с механическим креплением к основанию	$y=0,342x_1+0,0886x_2+2,3311x_3+0,04081x_4$
3	Балластная кровля, выполненная из ПВХ-мембраны	$y=2,2424x_2+3,603x_3+1,6176x_5+2,3907x_6+197,1$
		$y=4,1x_1+2,2447x_2+2,2447x_4+1,6952x_5+0,1314$
4	Мастичная, армированная стеклохолстом кровля	$y=2,5458x_1+2,3922x_2+0,1939x_3+0,3964$
		$y=2,5484x_1+2,3948x_2+0,1919x_3+4,2507x_4+1,9894$

Предложенная методика позволяет выбрать технологические решения, при которых достигается снижение трудовых и материальных затрат, выбирается эффективный безремонтный срок эксплуатации при ремонте кровель промышленных зданий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Конструкции зданий и сооружений. Покрываютия зданий и сооружений. [Текст]: ДБН В.2.6-14-97 Том 1,2,3. — Введен в действие с 01.01.2000р. К.: Госкомградостроительства Украины, 1998. — 109с. —

Государственные строительные нормы Украины.

2. Правила определения физического износа жилых зданий [Текст]: СОУ ЖКХ 75.11-35077234.0015:2009 Жилые здания. К.: 2009. Введен в действие 04.05.2009.

3. Кожемяка С.В., Мазур В.А. Влияние дефектов кровель промышленных зданий на технико-экономические показатели их ремонта. Технология, организация, механизация и геодезическое обеспечение строительства. [Текст]/ С.В.Кожемяка, В.А.Мазур/ — Вестник Донбасской Национальной Академии строительства и архитектуры. Выпуск 2012-5(85) с. (Строительство) — ISSN 18-14-3296.

4. Кожемяка С.В., Мазур В.А. Технико-экономические показатели ремонта кровель промышленных зданий с учетом выявленных групп дефектов. Современные строительные материалы, конструкции и инновации, технологии возведения зданий и сооружений. [Текст]/ С.В.Кожемяка, В.А. Мазур/ — Вестник Донбасской Национальной Академии строительства и архитектуры. Выпуск 2011— (Строительство) — ISSN 18-14-3296.

#### АНОТАЦІЯ

У статті запропонована методика, що дозволяє знайти варіанти, при яких досягається зниження трудових і матеріальних витрат, вибирається ефективний безремонтний термін експлуатації при ремонті покрівель промислових будівель.

Ключові слова: трудові та матеріальні витрати, безремонтний строк експлуатації.

#### ANNOTATION

The article shows a technique that allows you to find options that achieved by reducing labor and material costs, choose an effective maintenance-free service life in the repair of roofs of industrial buildings.

Keywords: labor and material inputs, rebuild term of operation.

УДК 624.072.2:69.059.32

С.В. Кожемяка к.т.н., профессор;  
А.В. Крупенченко, ДНАСА, г. Макеевка

### ВЫБОР СПОСОБОВ УСИЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ПОДКРАНОВЫХ БАЛОК С УЧЕТОМ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДАЛЬНЕЙШЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

#### АННОТАЦИЯ

Авторами предложена методика выбора эффективного способа усиления стальных подкрановых балок с учетом их состояния и условий выполнения работ. Состояние подкрановых балок описывается совокупностью наиболее часто встречающихся дефектов и повреждений. Критерием эффективности метода усиления подкрановых балок принята относительная стоимость их усиления, определенная с учетом долговечности дальнейшей эксплуатации.

Ключевые слова — усиление, подкрановые балки, долговечность, усталостные трещины.

**Постановка проблемы.** Подкрановые балки относятся к конструкциям, работающим в сложных условиях многоцикловых динамических нагрузок. Обследование состояния фонда строительных металлических конструкций в Украине показывает низкую долговечность сварных составных подкрановых балок: средний срок службы 25 лет, а дефекты и повреждения появляются уже в первые три года эксплуатации [6].

Долговечность сварных подкрановых балок определяется усталостным ресурсом верхней зоны стенки у поясного шва. Именно в поясном шве и верхней зоне стенки появляются усталостные трещины.

Нормативные документы Украины запрещают работу стальных конструкций с трещинами. Для подкрановых балок тяжелого и особо тяжелого режимов работы, которые имеют усталостные трещины, возможен ремонт как временное средство для продления срока их эксплуатации. Практика показывает, что подкрановые конструкции, в том числе тяжелого и особо тяжелого режима работы, продолжают эксплуатироваться после ремонта довольно длительное время. Срок эксплуатации или допустимое число нагружений после ремонта, проведенного по той или иной технологии, не рег-