

УДК 692.415:69.059.25

к.т.н., проф. Кожемяка С.В., Мазур В.А.,
Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТИ РАЦИОНАЛЬНОГО РЕМОНТА КРОВЕЛЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Представлены многофакторные модели, оценивающие влияние уровня дефектов на технико-экономические показатели ремонта исследуемых кровель. Определены области рационального применения разных технологий в зависимости от уровня дефектов и повреждений кровли.

Ключевые слова: уровень дефектов и повреждений, модели стоимости и трудоемкости ремонта, уравнение регрессии, область рационального ремонта.

Актуальность темы. Проблема поиска оптимальных методов ремонта кровель и устройства новых покрытий в последние годы приобрела особую актуальность, так как возраст большинства промышленных зданий и, соответственно, кровель достиг 40 лет и более, а их износ превысил 70–80 %. В общем объеме работ по устройству и ремонту кровель доля покрытий с использованием мягких кровельных материалов составляет около 60%, а в покрытиях промышленных зданий и сооружений - 90% [3]. Текущий ремонт кровель, выполненных из полимерно-битумных мембран и мастик, проводящийся ежегодно путем устройства заплат или нанесением дополнительного слоя рубероида или мастичного материала, является малоэффективным, потому что устраняет дефекты и повреждения, а не причины, приводящие к их появлению.

От выбора метода ремонта напрямую зависят последующие расходы на поддержание кровли в исправном состоянии, которые могут многократно превысить затраты на ее первоначальный ремонт или устройство.

Важность этого направления также обуславливается тем, что, как оказывает анализ литературных источников, в настоящее время объем ремонтных работ многократно превышает объем строящихся.

Цель и задачи исследований: создание методики выбора эффективных технологических решений ремонта кровель в условиях реконструкции промышленных зданий.

Материал исследований. Обследования кровель промышленных зданий и сооружений в Донецкой и Луганской областях показали, что традиционно применялись, в основном, два вида кровельных покрытий: многослойные кровельные ковры из полимерно-битумных материалов (рубероидов) и

мастичные армированные и неармированные кровли. Эти кровельные покрытия не отличаются высокой долговечностью – усредненный срок их службы в соответствии с ДБН В.2.6-14-97 [1] составляет всего 3 года. Производители полимерно-битумных рубероидов дают на свои материалы гарантию до 15 лет при условии соблюдения рекомендуемых технологий монтажа. Для мастик максимальный срок службы гарантируется производителям материалов 3 года. Фактически, проблемы, связанные с массовым протеканием, вздутиями, морщинами на поверхности кровельного ковра, отрывами полотнищ в местах примыканий, поверхностными и сквозными трещинами и полным послойным разрушением кровельного пирога появлялись, как правило, уже после первого года эксплуатации. В последнее время для ремонта кровель промышленных зданий применялась ПВХ - или ТПО-мембрана. Ввиду новизны продукта и слабой организованности операторов рынка в Украине отсутствует соответствующая законодательная база, регламентирующая применение полимерных мембран. Поставщики и строители, осуществляя монтажные работы, руководствуются стандартами США, Германии или Чехии. Поэтому уже сейчас на этих кровлях проявляются практически те же дефекты, что и на традиционных кровлях.

Рассматривались следующие наиболее распространенные варианты кровель холодные и утепленные плитным базальтовым утеплителем:

- кровля, выполненная из наплавляемого рубероида по цементно-песчаной стяжке,
- наливная армированная мастичная кровля по цементно-песчаной стяжке,
- кровля, выполненная из рубероида, приклеенного на мастике по цементно-песчаной стяжке,
- кровля, выполненная из ПВХ – мембраны непосредственно по утеплителю.

Для каждой кровли были определены вероятные сочетания дефектов и повреждений [4], а также методы ремонта. Вследствие того, что количество совершенно разнородных ситуаций (сочетаний дефектов и повреждений) при ремонте кровель весьма велико, получить исходные данные для разработки методов такой оценки на основании результатов только физического эксперимента не представляется возможным. Поэтому экспериментальные исследования с применением методов планирования и анализа эксперимента является наиболее эффективным методом получения математической (формализованной) модели сложного процесса.

Как показал анализ реализованных и проектируемых проектов промышленных зданий и сооружений, площади плоских кровель изменяются в диапазоне от 20м^2 до 10000м^2 и более.

В дальнейших расчетах принята кровля площадью 10000м^2 .

Для определения влияния дефектов и повреждений на выбор технологии ремонта кровли необходимо определить уровень дефектов – комплексный критерий, количественно учитывающий вероятность появления дефектов и повреждений, а также их сочетаний на разных типах кровли. Диапазон задаваемого измерения уровня дефектов принят от 1% до 60% от площади кровли согласно рекомендаций СОУ ЖКГ 75.11-35077234.0015:2009 «Правила определения физического износа жилых зданий».

Для описания эксперимента принят план полного факторного эксперимента $N=2^n$, где n – количество основных дефектов, имеющих разные способы ремонта, которые влияют на сметную стоимость и трудоемкость ремонтных работ. В результате получены многофакторные модели, отражающие влияние сочетаний дефектов на технико-экономические показатели ремонта кровель.

Модель применима для варианта, в котором уровень дефектов и повреждений:

$$y_{\text{деф}}^i \leq \frac{60\% * S_{\text{кровли}}}{n} \quad (1)$$

Где $y_{\text{деф}}^i$ - уровень i -го дефекта, м^2 ,

$S_{\text{кровли}} = 10000\text{м}^2$ - площадь кровли,

n – количество основных дефектов для разных видов кровель.

Сочетания дефектов и полученные данные в виде уравнений множественной регрессии приведены в таблице 1.

На основании полученных уравнений множественной регрессии и определенных коэффициентов влияния для заданного условия построены графики, отражающие область рационального ремонта для исследованных кровель.

Полученная на рисунке 1 область показывает, что рациональным ремонтом для неутепленной кровли, выполненной из наплавленного рубероида по цементно-песчаной стяжке, в отличие от рекомендуемого, будет ремонт, при уровне дефектов и повреждений не более 53% от всей площади кровли.

Аналогичные графики для заданного уровня дефектов были построены для всех исследуемых типов кровель.

Таблица 1. Многофакторные модели стоимости и трудоемкости ремонтных кровельных работ

№	Вид кровли	Дефекты и повреждения	Уравнение множественной регрессии	Значимость
Кровли неутепленные, уровень дефектов $25 \text{ м}^2 \leq x_1, x_2, x_3, x_4 \leq 15000 \text{ м}^2$				
1	Кровля, выполненная из наплавляемого рубероида	x_1 - нарушения уклонов x_2 – механические повреждения и вздутия, x_3 - отрыв и частичное отсутствие, рубероида, x_4 - трещины и отсутствие защитного слоя	Для сметной стоимости $y = 89,58x_1 + 28,12x_2 + 32,48x_3 + 12,07x_4 + 4,41$ Для трудоемкости $y = 2,26x_1 + 0,40x_2 + 0,57x_3 + 0,29x_4 - 1,42$	$R^2 = 0,99$ Значимость $F = 9,02E-45$ $< 0,05$ $R^2 = 0,99$ Значимость $F = 2,92E-41$ $< 0,05$
2	Кровля, выполненная из рубероида, приклеенного на мастике	x_1 - нарушения уклонов . x_2 – механические повреждения и вздутия, x_3 - отрыв и частичное отсутствие, рубероида, x_4 - трещины и отсутствие защитного слоя	Для сметной стоимости $y = 71,26x_1 + 21,32x_2 + 24,87x_3 + 12,18x_4 + 0,89$ Для трудоемкости $y = 2,05x_1 + 0,51x_2 + 0,40x_3 + 0,29x_4 + 0,01$	$R^2 = 0,99$ Значимость $F = 1,44E-487 < 0,05$ $R^2 = 0,99$ Значимость $F = 3,04E-41$ $< 0,05$
Кровли неутепленные, уровень дефектов $33 \text{ м}^2 \leq x_1, x_2, x_3 \leq 20000 \text{ м}^2$				
3	Мастичная армированная кровля	x_1 - отслоения, вздутия мастичного слоя, x_2 – намокание и разрушение стяжки. x_3 - трещины, пробоины, разрывы, оплывания, неодинаковый слой	Для сметной стоимости $y = 173,00x_1 + 120,29x_2 + 15,13x_3 + 0,89$ Для трудоемкости $y = 2,55x_1 + 2,39x_2 + 0,19x_3 + 0,39$	$R^2 = 1$ Значимость $F = 3,93E-24$ $< 0,05$ $R^2 = 0,99$ Значимость $F = 5,22E-17$ $< 0,05$

Кровли утепленные, уровень дефектов $25 \text{ м}^2 \leq x_1, x_2, x_3, x_4 \leq 1500 \text{ м}^2$				
4	Кровля, выполненная из наплавляемого рубероида утепленная плитным утеплителем	<p>x_1 - нарушения уклонов, x_2 – механические повреждения и вздутия, x_3 - отрыв и частичное отсутствие рубероида, x_4 - трещины и отсутствие защитного слоя, x_5 – потеря плотности и теплоизолирующих свойств утеплителем</p>	<p>Для сметной стоимости $y = 86,222x_1 + 29,24x_2 + 33,57x_3 + 280,3x_4 + 1657,00$</p> <p>Для трудоемкости $y = 2,10x_1 + 0,559x_2 + 0,415x_3 + 3,105x_4 + 197,10$</p>	$R^2 = 0,96$ Значимость $F = 3,26E-39$ $< 0,05$
Кровли утепленные, уровень дефектов $25 \text{ м}^2 \leq x_1, x_2, x_3, x_4 \leq 1500 \text{ м}^2$				
5	Мастичная армированная кровля	<p>x_1 - отслоения, вздутия мастичного слоя, x_2 – намокание и разрушение стяжки. x_3 - трещины, пробоины, разрывы, оплывания, неодинаковый слой x_4– потеря плотности и теплоизолирующих свойств утеплителем</p>	<p>Для сметной стоимости $y = 173,01x_1 + 120,29x_2 + 15,13x_3 + 336,44x_4 + 1,15$</p> <p>Для трудоемкости $y = 2,55x_1 + 2,39x_2 + 0,19x_3 + 4,25x_4 + 1,99$</p>	$R^2 = 1$ Значимость $F = 6,41E-17$ $< 0,05$
6	Кровля, выполненная из ПВХ – мембраны с механическим креплением к основанию	<p>x_1 - механические повреждения, пережоги, трещины, x_2 – непрочвары стыков, x_3 - отрыв гидроизоляционного слоя, x_4 - потеря плотности и теплоизолирующих свойств утеплителем</p>	<p>Для сметной стоимости $y = 101,75x_1 + 1,81x_2 + 325,32x_3 + 103,23x_4 + 2,48$</p> <p>Для трудоемкости $y = 0,33x_1 + 0,08x_2 + 2,32x_3 + 0,40x_4 + 0,21$</p>	$R^2 = 1$ Значимость $F = 4,81E-61$ $< 0,05$
			<p>Для трудоемкости $y = 0,33x_1 + 0,08x_2 + 2,32x_3 + 0,40x_4 + 0,21$</p>	$R^2 = 0,99$ Значимость $F = 8,08E-42$ $< 0,05$

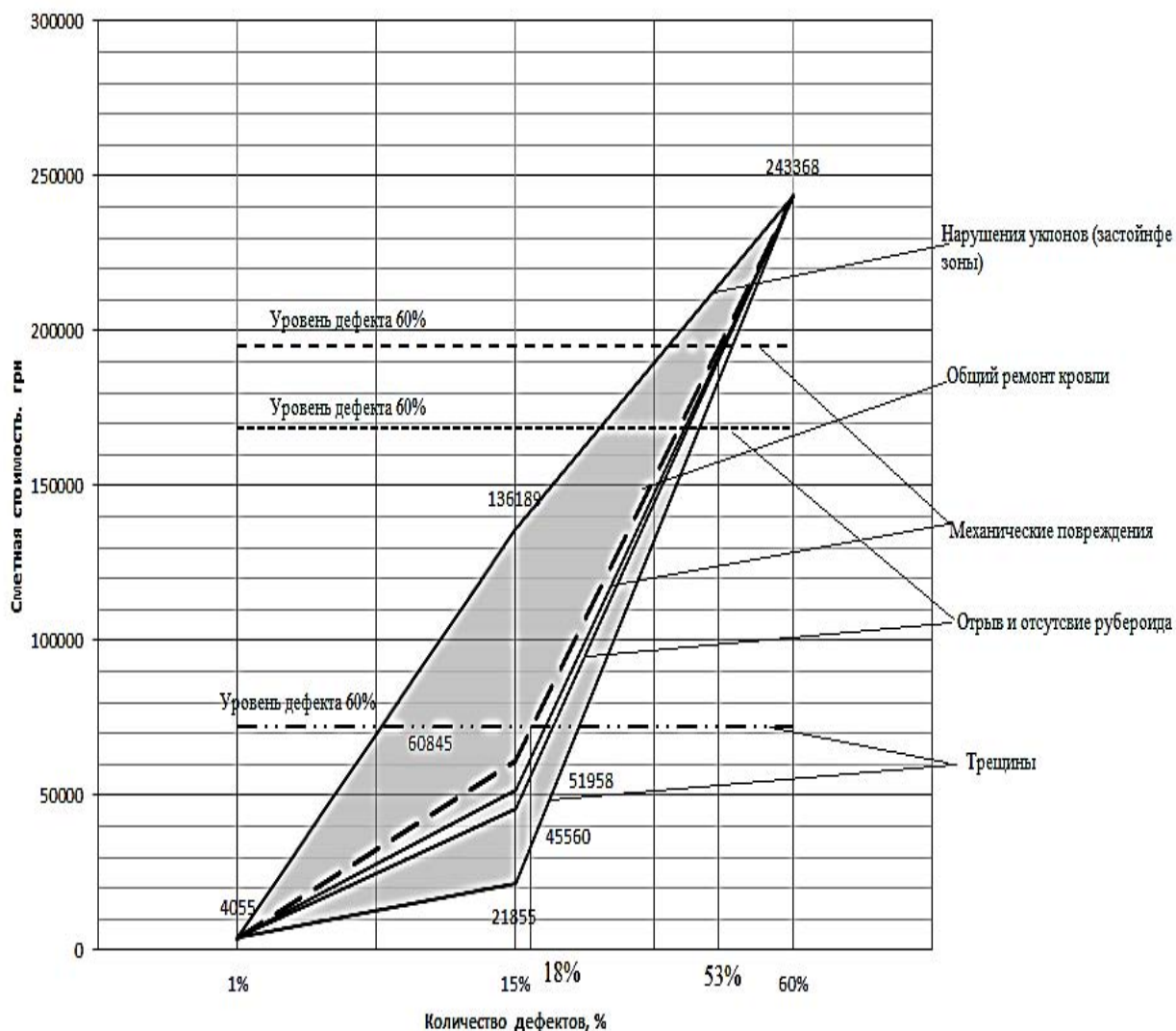


Рис. 1 - Области рационального ремонта для холодной кровли, выполненной из наплавленного рубероида по цементно-песчаной стяжке.

Выводы. Предлагаемая методика позволяет обоснованно принимать решения по ремонту кровель с учетом влияния уровня дефектов на ТЭП ремонта кровли. Но необходимо отметить, что при расчете принимался равный максимальный уровень каждого дефекта. На практике диапазон изменения уровня дефектов значительно разнится. Поэтому необходимо уточнить методику определения влияния уровня дефектов и повреждений на выбор технологии ремонта кровель с учетом совершенно разнородных ситуаций для их сочетаний.

Список использованной литературы.

1. Конструкции зданий и сооружений. Покрытия 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) (Государственные строительные нормы).

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

3. Клопунов И.С. Организационно-технологические основы повышения эффективности устройства мягких кровельных покрытий – Диссертация на соискание ученой степени к.т.н.:05.23.08 [Текст]/-Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия. – Омск. 2000.- 184с.

4. 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.

Анотація

У статті наведені багатофакторні моделі, що оцінюють вплив рівня дефектів на техніко-економічні показники ремонту досліджуваних покрівель. Визначено області раціонального застосування різних технологій в залежності від рівня дефектів у пошкодженнях покрівлі.

Ключові слова: рівень дефектів та пошкоджень, моделі вартості і трудомісткості ремонту, рівняння регресії, область раціонального ремонту.

Annotation

The paper presents the multi-factor models that assess the effect of defects level on the technical and economic parameters of the investigated repair roofs. The rational use of different technologies are defined depending on the level of defects and damage to the roof.

Keywords: level of defects and damages, the cost model and the complexity of repair, the regression equation, area efficient repair.