

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд.* — Київ, 2003. — 144 с.
2. *Ротштейн А.П. Діагностика на базі нечітких відношень в умовах невизначеності.* — Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2006. — 275 с.
3. *Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети.* — Вінниця: УНІВЕРСУМ — Вінниця, 1999. — 320 с.
4. *Ремнев В.В., Морозов А.С. Обследование технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений.* — Москва: 2005. — 196 с.
5. *Панкевич О.Д., Штовба С.Д. Діагностування тріщин будівельних конструкцій за допомогою нечітких баз знань.* — Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2005. — 108 с.

## АННОТАЦІЯ

На основе проведенного анализа получены следующие результаты: предложена информационная технология оценки технического состояния конструктивных элементов зданий; приведен пример формализации дефектов и повреждений по железобетонным плитам перекрытия лингвистическими переменными; построена база знаний дефектов и повреждений конструктивных элементов; проведен анализ и исследование работы системы нечеткого вывода при диагностике конструктивных элементов здания.

Ключевые слова: лингвистические переменные, интеллектуальная информационная технология, нечеткие множества, здание, трещины, дефекты и повреждения.

## ANNOTATION

On the basis of this analysis following results were obtained: the proposed information technology for estimation of technical condition of constructive elements of buildings; is an example of formalization of defects and damage to the reinforced concrete slabs linguistic variables; built knowledge base defects and damage to structural elements; the analysis and study of the operation of the system of fuzzy inference in the diagnostics of structural elements of the building.

Keywords: linguistic variables, intelligent information technology, fuzzy sets, building, cracks, defects and damages.

## УДК 691.327

**А.В. Савйовский, НИИСП, Киев**

### ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ПЛОСКИХ КРЫШ СУЩЕСТВУЮЩИХ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

## АННОТАЦИЯ

Представлен анализ организационно-технологических особенностей производства работ по модернизации теплоизоляции покрытий существующих гражданских зданий. Рассмотрена структура затрат на выполнение указанных работ.

Ключевые слова: теплоизоляция, структура затрат

Теплозащитные свойства наружных ограждающих конструкций плоских крыш существующих гражданских зданий в своем большинстве не обеспечивают нормативные значения по сопротивлению теплопередаче [1]. В этой связи требуется проведение комплекса работ по модернизации теплоизоляции указанных конструктивов. Проведение этих работ сопряжено с целым рядом особенностей. Это архитектурно-конструктивные особенности зданий, техническое состояние строительных конструкций, теплозащитные свойства наружных ограждающих конструкций, условия производства работ, характеризующиеся зачастую стесненными условиями возведения объектов, условиями эксплуатации объектов и др. Детальный анализ и учет указанных особенностей на стадии проектирования позволит выбрать наиболее рациональные методы производства работ с прогнозируемыми технико-экономическими показателями процесса термомодернизации.

Практически всегда работам по модернизации (замене или дополнению) теплоизоляционных слоев плоских крыш (покрытий) предшествуют работы по разборке (замене) существующего кровельного покрытия.

В общем виде работы по модернизации теплоизоляции покрытий выполняются в следующей технологической последовательности:

– подготовительные работы. Осуществляется комплекс работ по обустройству строительной площадки. Это ограждение участка территории,

примыкающей к участку производства работ, обустройство транспортной зоны, обеспечение площадки элементами строительного хозяйства, обеспечение энергоснабжения для нужд строительства, установка грузоподъемных механизмов на крыше здания и организация участков складирования и транспортирования материалов;

– основные работы. Разборка существующих кровельных покрытий и транспортировка элементов разборки на землю. Разборка существующего теплоизоляционного слоя (при необходимости). Устройство (восстановление, ремонт) пароизоляции. Устройство нового теплоизоляционного слоя. Устройство гидроизоляционного покрытия;

– разборка элементов строительного хозяйства и средств безопасного выполнения работ.

К числу наиболее распространенных в практике способов модернизации теплоизоляции крыш данного типа следует отнести следующие варианты 2 :

– устройство дополнительного слоя теплоизоляции из эффективных плитных утеплителей, укладываемых по верху конструкций покрытия;

– устройство нового теплоизоляционного слоя из эффективных плитных материалов с заменой существующего гидроизоляционного ковра и утеплителя;

– устройство нового теплоизоляционного слоя из монолитных легкогобетонных материалов с заменой существующего гидроизоляционного ковра и утеплителя;

– устройство инверсионных покрытий;

– устройство теплоизоляции по низу конструкций покрытия;

– устройство теплоизоляции из напыляемого пенополиуретана.

Для оценки и анализа организационно-технологических особенностей производства работ указанными вариантами и для оценки их эффективности были выполнены расчеты калькуляций затрат (табл. 1.)

Устройство дополнительной теплоизоляции осуществляется путем укладки плит утеплителя по верху существующего гидроизоляционного ковра. В этом случае конструкции утеплителя крепятся к основанию анкерными элементами. По верху плит утеплителя устраивается кровельный ковер. Это может быть многослойный рубероидный ковер или одно-, двухслойные мембраны. Выполнение работ данным способом усложняется из-

за необходимости частичного выравнивания основания под утеплитель, а также расчетной проверки несущей способности конструкций покрытия из-за дополнительного нагружения. В целом трудоемкость данного варианта ниже по сравнению с вариантами, требующими разборки существующих конструктивных элементов кровли и утеплителя (табл. 1).

Широкое распространение в практике получил способ замены существующего утеплителя на новый. В качестве новых утеплителей используются современные эффективные плитные материалы: минераловатные утеплители "Роквуул", "Парок", пенополистирольные и пенополиуретановые плиты, легкогобетонные блоки. Процесс производства работ предполагает разборку кровельного покрытия, разборку выравнивающей стяжки и существующего утеплителя. Опыт обследований строительных конструкций крыш [2] свидетельствует о том, что пароизоляционные слои часто разрушены или физически изношены. В связи с этим требуется устройство новых слоев пароизоляции. После этого укладываются теплоизоляционные плиты. Более эффективной является укладка нескольких слоев плит утеплителя. Перевязка вертикальных швов исключает потери тепла через мостики холода. По верху устраиваются слои гидроизоляции из специальных полиэтиленовых пленок и выравнивающие стяжки, предназначенные для обеспечения уклона кровель, а также являющиеся основанием для кровельного покрытия.

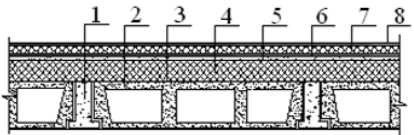
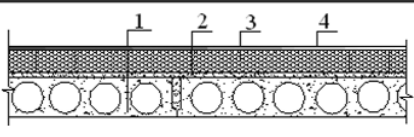
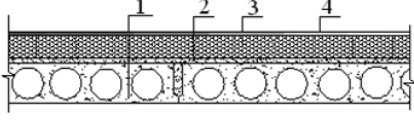
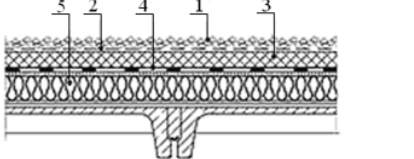
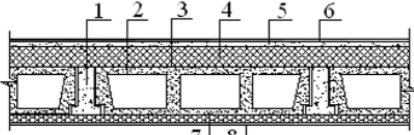
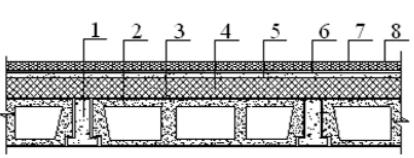
В последние годы чаще используется технология, исключаящая устройство выравнивающей стяжки. Кровельное покрытие крепится непосредственно к утеплителю.

Модернизация теплоизоляции плоских крыш может выполняться монолитными из легких бетонов с крупным наполнителем из полистирольных гранул, например, "Полистиролбетона" [3, 4, 5]. Слой монолитного утеплителя устраивается с требуемыми разуклонками. После достижения бетоном проектной прочности устраивается кровельное покрытие. Данная технология позволяет устроить утеплитель в виде бесшовной оболочки.

В практике последних лет широко используется устройство так называемой инверсионной кровли. Ее отличие состоит в том, что утепляющий слой расположен не под гидроизоляционным ковром, а над ним. Такая конструкция позволяет предохранить гидроизоляционный слой от разру-

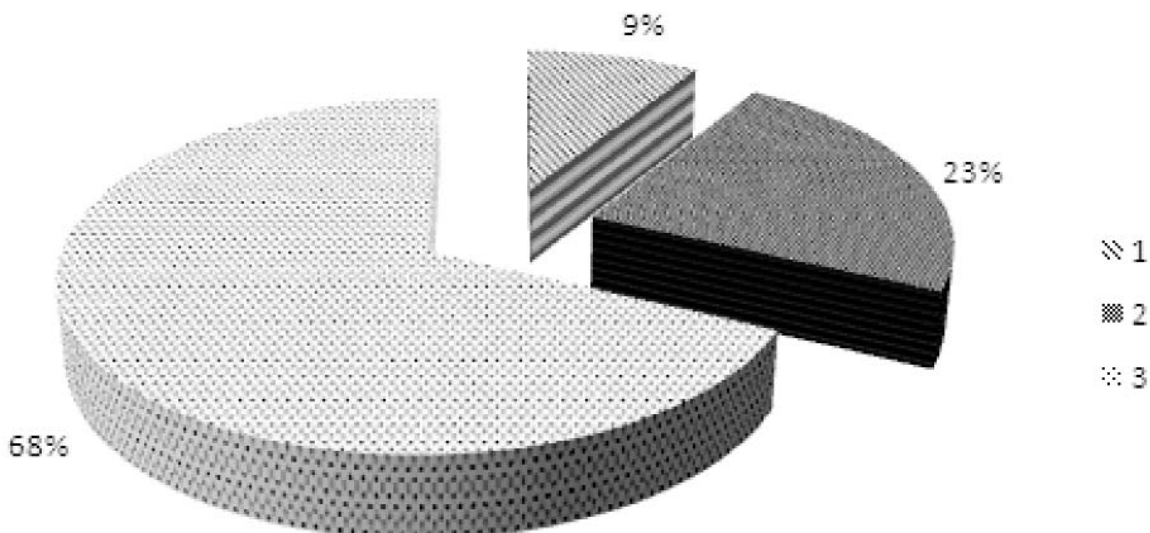
Таблица 1.

Схемы и трудоемкость устройства теплоизоляции плоских крыш различными вариантами

№ п/п	Вариант утепления	Конструктивная схема	Трудоемкость, чел.-час/10м <sup>2</sup>	
1	Устройство слоя теплоизоляции из плитных утеплителей, укладываемых по верху конструкций покрытия		1 – сборная железобетонная балка; 2 – легковесная плита; 3 – пароизоляция; 4 – утеплитель насыпной (существующий); 5 – выравнивающая стяжка; 6 – гидроизоляционный слой; 7 – устраиваемый утеплитель; 8 – гидроизоляционный слой (новый)	8,059
2	Устройство нового теплоизоляционного слоя из плитных материалов с заменой существующего гидроизоляционного ковра и утеплителя		1 – существующее покрытие; 2 – выравнивающая стяжка и пароизоляция; 3 – устраиваемый плитный утеплитель; 4 – гидроизоляционный ковер	16,87
3	Устройство монолитных легковесных утеплителей		1 – существующее покрытие; 2 – выравнивающая стяжка и пароизоляция; 3 – устраиваемый монолитный утеплитель; 4 – гидроизоляционный ковер	16,5
4	Устройство инверсионных покрытий		1 – пригрузочный слой гравия; 2 – фильтрующий слой; 3 – утеплитель; 4 – восстановленный гидроизоляционный ковер; 5 – существующее покрытие	21,0
5	Устройство теплоизоляции по низу конструкций покрытия		1 – сборная железобетонная балка; 2 – легковесная плита; 3 – пароизоляция; 4 – утеплитель насыпной (существующий); 5 – выравнивающая стяжка; 6 – гидроизоляционный слой; 7 – устраиваемый утеплитель; 8 – пароизоляция и подшивка потолка	7,92
6	Устройство теплоизоляции из напыляемого пенополиуретана		1 – сборная железобетонная балка; 2 – легковесная плита; 3 – пароизоляция; 4 – утеплитель насыпной (существующий); 5 – выравнивающая стяжка; 6 – гидроизоляционный слой; 7 – устраиваемый утеплитель; 8 – мастика	4,2

шающего воздействия ультрафиолетовых лучей, резких перепадов температуры, циклов замораживания и оттаивания, а также механических повреждений. По верху конструкций железобетонного перекрытия по стяжке (или без нее) устраивают

гидроизоляционный ковер из нескольких слоев гидроизоляции, поверх которых укладывают плиты утеплителя. На теплоизоляцию настилают ковер из фильтрующего материала, а затем насыпают гравий. Если крыша эксплуатируемая, то можно



**Рис. 1.** *Діаграма структури затрат по модернізації теплоізоляції плоских крыш існуючих будівель:*

*1 – допоміжні роботи; 2 – основні роботи; 3 – підготовчі роботи*

уложить тротуарную плитку. Рекомендуемый уклон инверсионных кровель 2,5-5%. В процессе эксплуатации крыши талая или дождевая вода через гравийный слой протекает вниз, проходит через фильтрующий материал, частично через стыки между плитами утеплителя и стекает по гидроизоляционному ковру в водоотводящие устройства. Для утепления инверсионной крыши применимы только негигроскопичные материалы, способные сохранять высокие теплоизоляционные характеристики во влажной среде. Этим требованиям удовлетворяют экструдированные пенопласты с замкнутыми порами, имеющие близкое к нулю водопоглощение, хорошие теплозащитные характеристики во влажной среде и достаточную прочность. Для защиты утеплителя от всплывания, воздействия ультрафиолетовых лучей и сильного ветра его пригружают слоем промытого скатанного гравия размером 16-32 мм. В качестве пригруза можно также использовать тротуарную плитку или брусчатое покрытие. Если на крыше дома устроить газон или небольшой цветник, то роль защитного слоя будет выполнять почва. Гравийный слой укладывается на специальный фильтрующий материал (стеклохолст), который хорошо пропускает воду, но является препятствием для прохождения твердых частиц почвы или песка. Фильтрующий материал предотвращает вымывание верх-

него (почвенного) слоя эксплуатируемой крыши и защищает плиты утеплителя от заиливания.

Из-за особенностей производства работ по модернізації теплоізоляції крыш існуючих будівель иногда работы по устройству утеплителя выполняются по низу конструкций покрытия. Данный вариант исключает необходимость воздействия на существующий конструктив крыши и кровли. Работы производятся внутри помещений. Теплоизоляционный материал, чаще плитный из эффективных материалов, крепится к потолочной поверхности специальными анкерами или к специально устроенным направляющим. По низу плит утеплителя или направляющих устраивается слой пароизоляции и защитное покрытие. В качестве защитных покрытий используют листовые материалы типа гипсокартона, пластиковые или деревянные материалы. Выполнение работ данным способом предполагает ограничение эксплуатации помещений. Строительные материалы могут подаваться через оконные проемы или по лестницам.

Устройство теплоізоляції из напыляемого пенополиуретана представляет собой процесс нанесения жидких компонентов, которые, вступая в реакцию на поверхности крыши, превращаются в эффективный теплоизоляционный слой. Напыляемый пенополиуретан получается путем смешива-

ния двух компонентов "А" и "В". Компонент "А" представляет собой смесь полиолов, в которой содержатся необходимые добавки и антипирены, а компонентом "Б" является полиизоцианат. Попадая на поверхность, смешанные компоненты вступают в реакцию, и происходит процесс их полимеризации: материал вспенивается и образует жесткий теплоизоляционный слой. Одна проходка пистолета-распылителя обеспечивает толщину готового слоя около 10,0 мм. Время полимеризации — около 7,0 с. Через несколько минут по устроенному утеплителю можно ходить. Плотность пенополиуретана — около 40-80 кг/м<sup>3</sup>. Для обеспечения хорошей стойкости к погодным условиям наружная поверхность пеноматериала должна быть защищена от ультрафиолетового излучения либо с помощью окраски, либо засыпкой из гравия. Удельная трудоемкость данного способа представлена в табл. 1. Применение описанного способа позволило исключить трудоемкие работы по разборке существующих элементов покрытия, не потребовало остановки действующего производственного процесса предприятия и обеспечило покрытие здания надежной тепло-, и гидроизоляционной, бесшовной и высокоэффективной оболочкой.

При проведении исследований приведенных выше вариантов модернизации теплоизоляции плоских крыш было установлено, что процесс производства строительных работ сопряжен с целым рядом вспомогательных мероприятий, от которых зависит выполнение основного процесса. Это устройство транспортных площадок на крыше и на земле, обеспечение безопасных условий труда строителей и безопасной эксплуатации прилегающей к объекту территории и др. Анализ трудоемкости с учетом указанных особенностей позволил установить ориентировочную структуру этих затрат (рис. 1).

Из полученной диаграммы видно, что вспомогательные работы составляют 23 % общей трудоемкости работ. В этой связи требуется на стадии разработки проектной документации проведение детального исследования указанных особенностей. Это даст возможность определить пути при-

ятия эффективных организационно-технологических решений модернизации теплоизоляции крыш существующих зданий. Результаты анализа позволят с высокой степенью достоверности прогнозировать технико-экономические показатели производства строительных работ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гольтерова Т.А., Савйовский А.В. Особенности термомодернизации крыши существующих зданий // *Науковий вісник будівництва. Вип. 57. Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2010. С.315-319.*
2. Савйовский В.В., Джалалов М.Н., Муляр О.М., Савйовский А.В. *Енергоаудит и термомодернизация зданий // Будівництво України, № 6, -2010. С.3-7.*
3. [www.teplotech.com.ua](http://www.teplotech.com.ua).
4. Устройство тепло-, гидроизоляции покрытия здания напыляемым пенополиуретаном // *Друк. Будівництво України. Вип. 6. -Київ, 2011. С.16-18.- 3 Савйовский В.В., Палагуца А.В.*
5. Особенности термомодернизации покрытия здания // *Друк. Науковий вісник будівництва, ХДТУБА, № 65, с.77- 81. 2011 р. 0,2 Савйовський В.В., Гольтерова Т.А., Палагуца А.В.*

#### АНОТАЦІЯ

Наведено аналіз організаційно-технологічних особливостей виконання робіт із модернізації теплоізоляції покриттів існуючих цивільних будівель. Розглянута структура затрат на виконання вказаних робіт.

Ключові слова: теплоізоляція, структура затрат.

#### ANNOTATION

The analysis of организационно-технологических features of production of works is presented on modernisation of heat-insulation of coverages of existent civil building. The structure of expenses is considered on implementation of the indicated works.

Keywords: thermal insulation, structure of expenses.