

6. **Соколов В. А.** Определение категорий технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений с использованием вероятностных методов распознавания [Электронный ресурс] // Электронный журнал «Предотвращение аварий зданий и сооружений». – Режим доступа: <http://pamag.ru/pressa/oktssk-zis>.

7. **Шматов С. Б.** Определение остаточного ресурса промышленных дымовых труб // Предотвращение аварий зданий и сооружений: сб. науч. тр. – 2008. – № 1. – С. 44 – 51.

8. Правила оценки физического износа жилых зданий: ВСН 53-86(р). – М. : Госстрой СССР, 1986. – 38 с.

9. Методические указания по проведению технического обслуживания, ремонта, обследования, анализа промышленной безопасности производственных зданий и сооружений предприятий, эксплуатирующих взрывопожароопасные и химически опасные объекты : СА-03-006-06. – М. : Ростехэкспертиза, 2006. – 236 с.

10. **Сушев С. П., Самолинов Н. А., Адаменко И. А.** Остаточный ресурс конструкций (сооружений) и возможные методы его оценки // Предотвращение аварий зданий и сооружений : сб. науч. трудов. – 2009. – Вып. 8. – С. 320 – 327.

11. **Болотин В. В.** Методы теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений / В. В. Болотин. – М. : Стройиздат, 1982. – 351 с.

12. **Самолинов Н. А.** Использование неразрушающих методов контроля прочности конструкций при определении остаточного ресурса зданий и сооружений // Сейсмостойкое строительство, безопасность сооружений: сб. науч. трудов. – 2002. – № 3. – С. 8 – 10.

УДК 692.231.3

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ПРОЧНОСТИ И ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ТРЕХСЛОЙНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК

А. М. Сопильняк, асс., Н. В. Савицкий, д. т н., проф.

Ключевые слова: трехслойная железобетонная балка, испытание, прочность, трещиностойкость

Введение. В России и ряде европейских стран имеется некоторый опыт применения трехслойных стеновых панелей с теплоизоляционным слоем из низкотеплопроводных бетонов, которые использовались при строительстве объектов гражданского и промышленного назначения в различных климатических условиях [1; 2].

Анализ публикаций. Изучению напряженно-деформированного состояния многослойных железобетонных ограждающих конструкций с теплоизоляционным слоем из низкотеплопроводных бетонов посвящены работы [3 – 5], в которых описан опыт применения в качестве теплоизоляционного слоя крупнопористого керамзитобетона, шлакопемзобетона, арболита и др.

Цель статьи. Изложение методики и результатов проведения испытаний опытных трехслойных железобетонных балок с теплоизоляционным слоем из полистиролбетона.

Изложение материала. По технологии [6] изготовлены четыре серии балочных образцов (рис. 1) длиной 250 см при расчетном пролете 220 см, высотой 30 см и шириной 16 см, наружными слоями из тяжелого бетона толщиной 5 и 7 см и средним слоем из полистиролбетона толщиной 18 см. Рабочая и распределительная арматура образцов выполнена из проволочной арматуры класса Вр-I диаметром 4 мм.

1 и 2-я серии балочных образцов запроектированы из условия разрушения в средней части пролета по сечениям, нормальным к продольной оси, в количестве двух и трех штук, с различием лишь тем, что в балочных образцах 1-й серии установлена поперечная арматура в виде хомутов.

3 и 4-я серии балочных образцов предназначены для изучения прочности при разрушении в приопорных зонах по сечениям, наклонным к продольной оси, и состоят трех балочных образцов каждая. Образцы этих серий полностью идентичны между собой, а отличие их при проведении экспериментов будет заключаться в пролете среза – расстоянии от опор до сосредоточенной нагрузки: 283 и 425 мм (h_0 и $1,5h_0$).



Рис. 1. Опытные образцы трехслойных балок

Контрольные образцы для определения прочностных и деформативных характеристик бетонов опытных балок изготавливали в инвентарных металлических формах. Результаты их испытаний приведены в таблице 1.

Таблица 1

Прочностные и деформативные характеристики бетонов опытных балок

Серии образцов	Тяжелый бетон, МПа				Полистиролбетон, МПа			
	R_m	R_b	R_{bt}	$E_b \cdot 10^{-3}$	R_m	R_b	R_{bt}	$E_b \cdot 10^{-3}$
1,2	27,52	15,5	2,43	31,2	0,45	0,25	0,07	0,35
3,4	32,45	17,1	2,61	32,5	0,45	0,25	0,07	0,35

Прочностные и деформативные характеристики арматуры определены по результатам испытаний на разрыв образцов, отобранных при изготовлении каркасов (табл. 2).

Таблица 2

Прочностные и деформативные характеристики арматуры опытных балок

Серии образцов	Диаметр (мм) и класс	A_{s_s} , см ²	σ_y , МПа	σ_u , МПа	$E_{s_s} \cdot 10^3$ МПа
1-4	ø4 Вр-I	0,132	473	572,5	176

Для испытания балочных образцов был собран стенд, схема и общий вид которого представлены на рисунке 2. Стенд состоит из опор, расположенных на неподвижной тележке, страховочных стоек, силовой рамы в виде подвижной плиты и стоек с винтовой резьбой, закрепленных к силовому полу. Загружение на балку производится гидродомкратом, через распределительную траверсу, в двух сечениях через шарнирноподвижную и шарнирно-неподвижную опоры. Шарнирноподвижная опора представляет собой каток диаметром 40 мм, заключенный между опорной пластиной и распределительной траверсой. Шарнирно-неподвижной опорой служил равнополочный уголок. Опорные пластины устанавливаются на раствор.

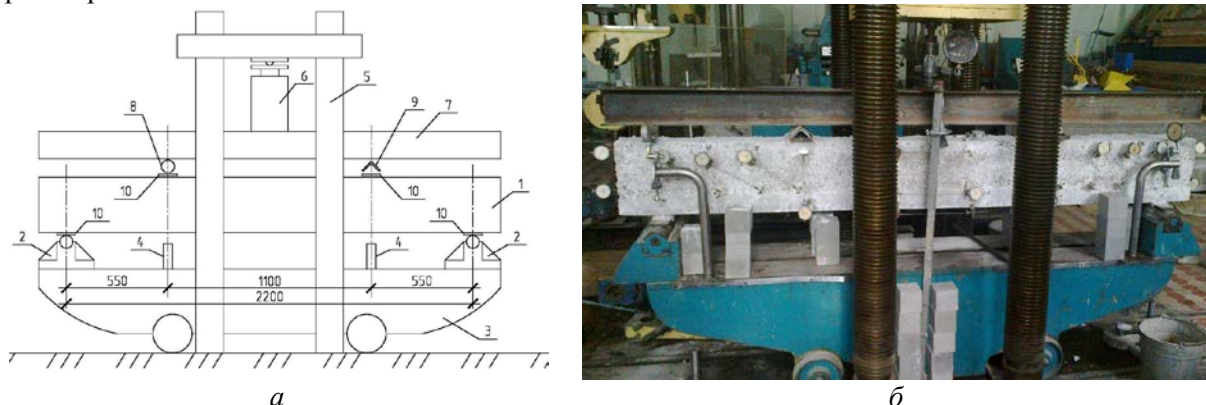


Рис. 2. Схема (а) и общий вид (б) стенда для испытания балочных образцов в лабораторных условиях: 1 – балка, 2 – опоры, 3 – неподвижная тележка, 4 – страховочные стойки, 5 – силовая рама, 6 – гидродомкрат, 7 – распределительная траверса, 8 – подвижная опора, 9 – неподвижная опора, 10 – опорные пластины

Загружение балочных образцов производили этапами, равными 1/10 предполагаемой разрушающей нагрузки, с выдержкой на каждом этапе 10...15 мин.

Перед испытанием для облегчения визуального наблюдения за появлением трещин и их распространением боковые поверхности были побелены известью. Схемы расположения приборов при испытаниях приведены на рисунке 3.

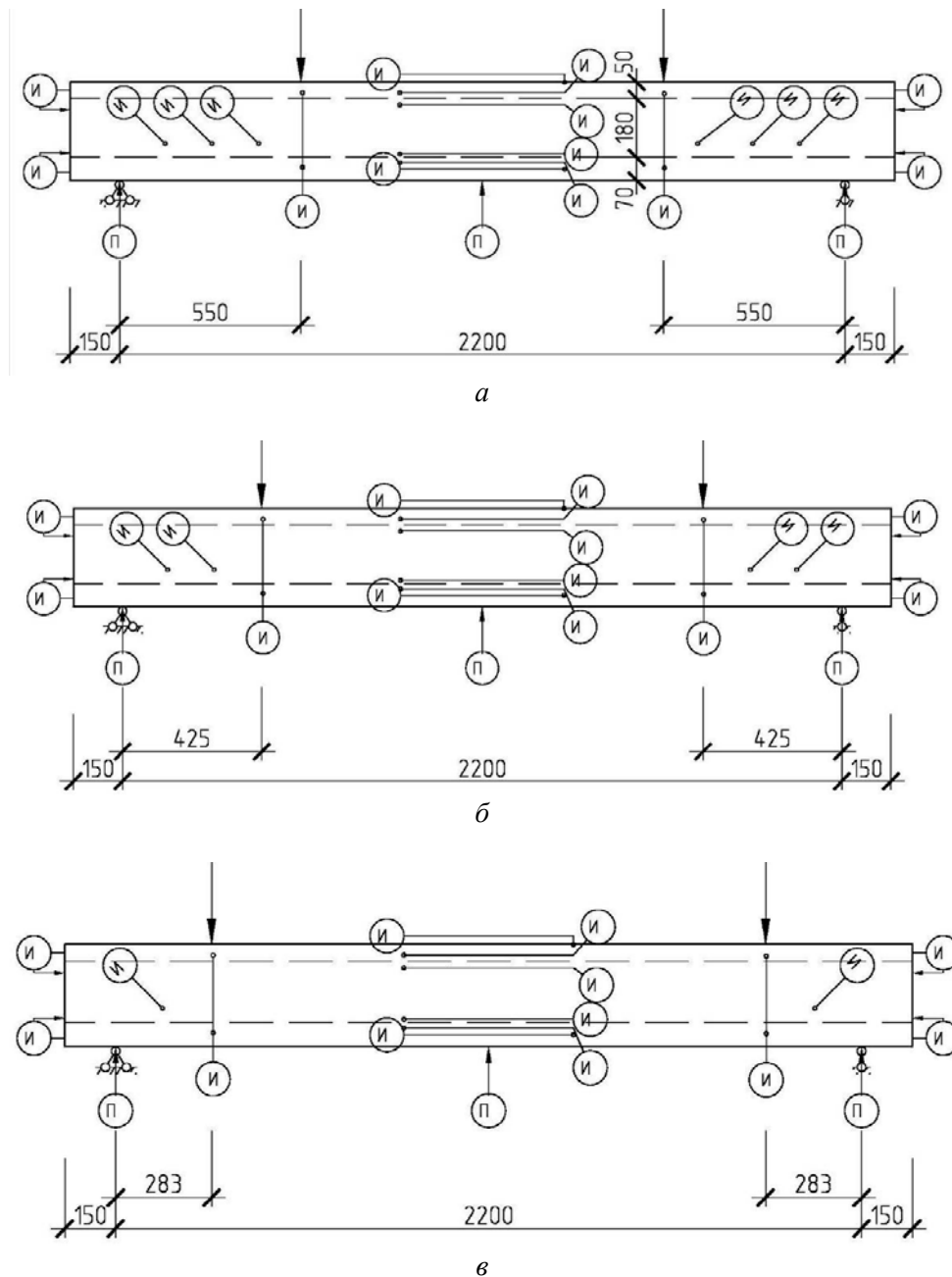


Рис. 3. Схемы расстановки приборов на балочных образцах 1 и 2-й (а), 3-й (б), 4-й (в) серий

Для оценки напряженно-деформированного состояния трехслойных балочных образцов с монолитной связью слоев на каждом этапе загрузки в середине их пролета измеряли деформации бетона. В шести уровнях по высоте сечения были установлены индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм на базе 30 см с целью определения положения нейтральной оси и средних относительных деформаций бетона по высоте сечения.

Фрагменты расположения приборов при испытаниях в средней части балочных образцов приведены на рисунке 4.

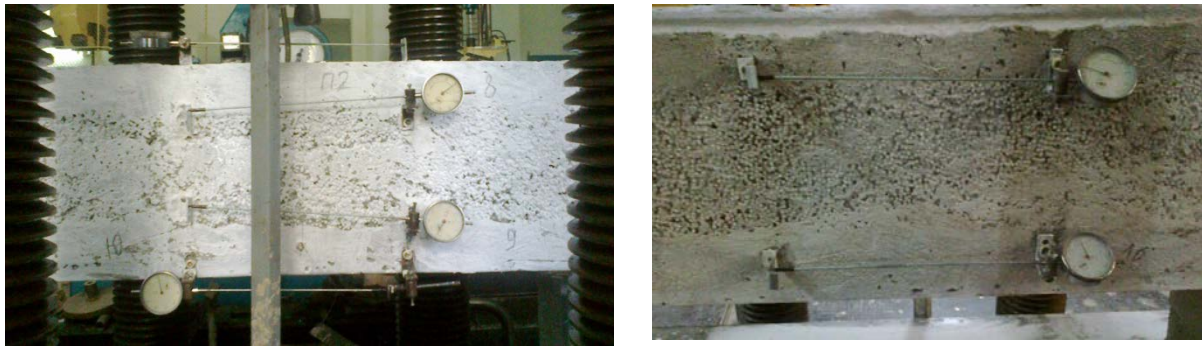


Рис. 4. Расположение индикаторов в средней части на обеих боковых поверхностях балочных образцов

В приопорных зонах балок измеряли деформации бетона среднего слоя индикаторами часового типа с ценой деления 0,01 мм на базе 20 см, расположенными под углом 45° к продольной оси балок с целью определения деформаций в направлениях главных растягивающих и сжимающих напряжений. А также в местах приложения нагрузки были вертикально установлены индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм на базе 20 см для определения деформации среднего слоя и на торцах балочных образцов – индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм с целью определения величины смещения слоев.

Фрагменты расположения приборов при испытаниях в приопорных зонах балочных образцов приведены на рисунке 5.

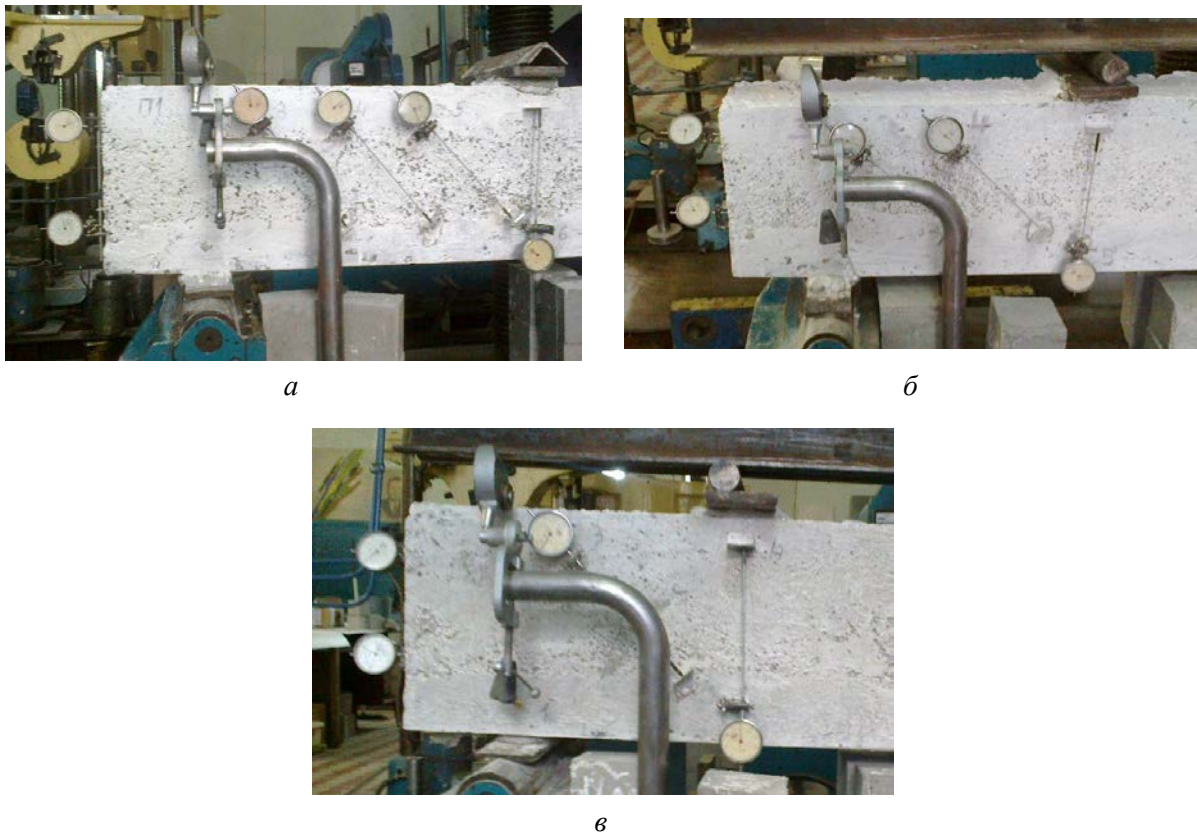


Рис. 5. Расположение индикаторов в приопорных зонах балочных образцов 1 и 2-й (а), 3-й (б), 4-й (в) серий

Прогибы трехслойных балок измеряли прогибомерами системы Максимова с ценой деления 0,01 мм. Их устанавливали в центре пролета и на опорах для исключения их осадок.

При испытаниях балочных образцов всех серий определили нагрузки, при которых образуются нормальные и наклонные трещины, разрушающие нагрузки и характер разрушения (рис. 6).

При проведенні експериментальних досліджень фіксувалися моменти утворення видимих тріщин і за величину моменту тріщиноутворення прийнято середнє значення моменту на етапі їх виявлення і предшествуючому.

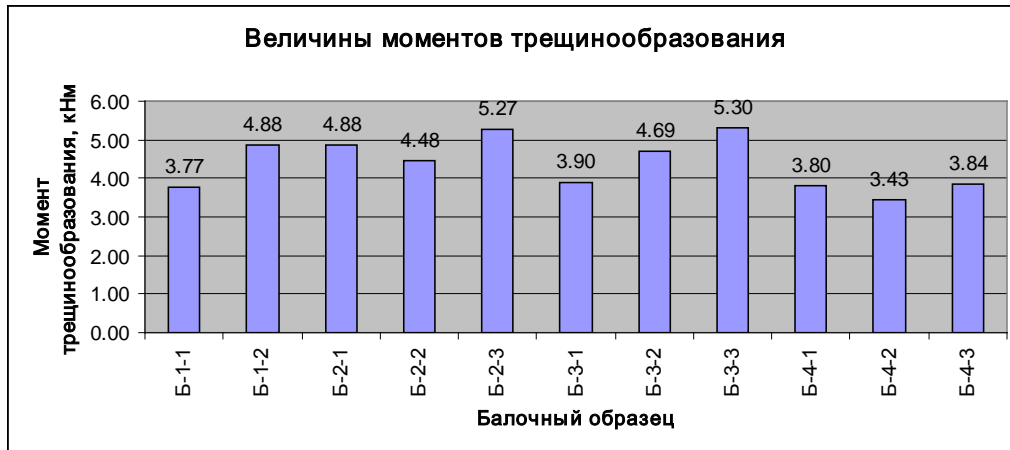


Рис. 6. Диаграмма величин изгибающих моментов, при которых образуются трещины

Для балочных образцов 1 и 2-й серий различие моментов трещинообразования не превышает 19 %, 3-й – 16 %, что может быть в основном следствием неоднородности бетона и, отчасти, недостаточной точности их определения.

Для балочных образцов 4-й серии с наименьшим значением расстояния от места приложения усилия до опоры величины моментов образования трещин различаются незначительно.

На рисунках 7 – 8 приведены схемы балочных образцов после испытаний.

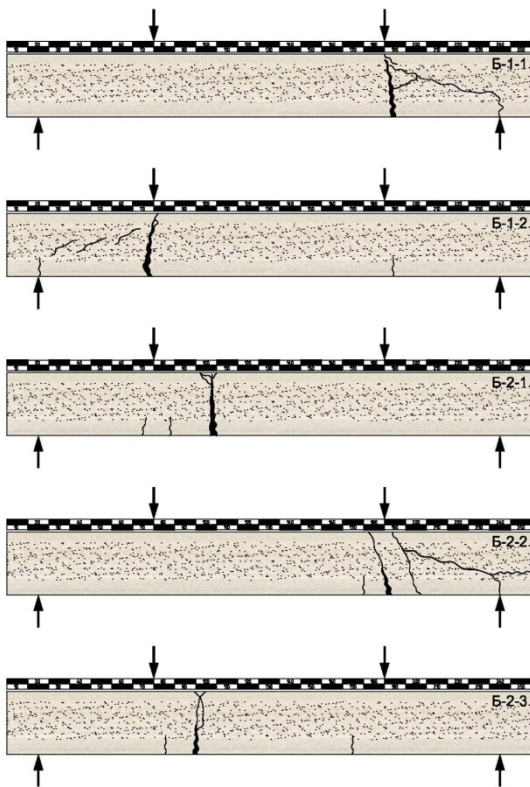


Рис. 7. Трещины в балках 1 и 2-й серий

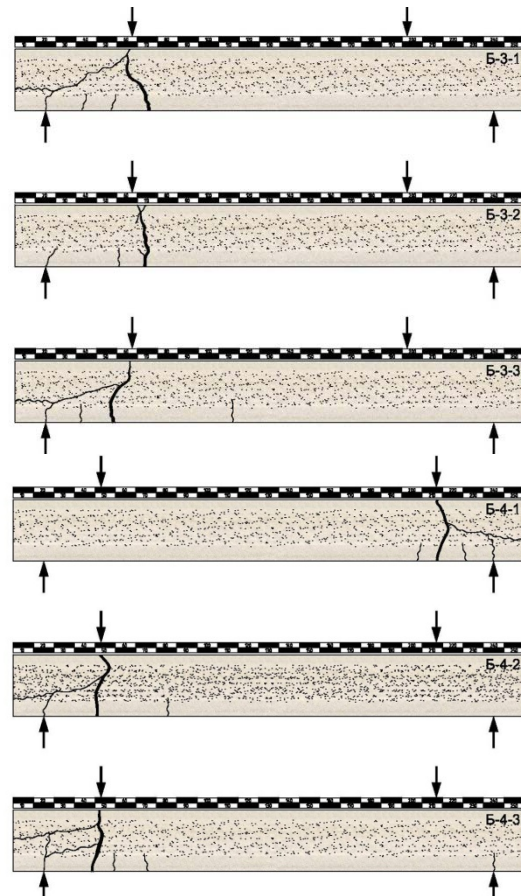


Рис. 8. Трещины в балках 3 и 4-й серий

Выводы. Сформулирована методика проведения испытаний трехслойных железобетонных балок со средним слоем из полистиролбетона.

По результатам проведенных экспериментов определены величины изгибающих моментов образования трещин и характер их распространения и распределения.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. **Стронгин Н. С.** Легкобетонные конструкции крупнопанельных, жилых домов / Н. С. Стронгин, Д. К. Баулин. – М. : Стройиздат, 1984. – 184 с.
2. **Dall D. Durisol.** Lightweight Precast Concrete / Dall D. Durisol // Paper trade. – 1950. – Vol. 130. – № 23.
3. **Эпп А. Я.** Ограждающие конструкции безопалубочного формования из керамзитобетона / А. Я. Эпп, Р. В. Сакаев, В. В. Чижевский и др // Развитие производства и применения легких бетонов и конструкций из них, в том числе с использованием промышленных отходов: тез. докл. III Всесоюз. конф. по легким бетонам. – М. : Стройиздат, 1985. – С. 65.
4. **Вайнтштейн М. З.** Двухслойные наружные ограждающие конструкции из легкого бетона, изготавливаемые в один прием формования / М. З. Вайнтштейн // Развитие производства и применения легких бетонов и конструкций из них, в том числе с использованием промышленных отходов: тез. докл. III Всесоюз. конф. по легким бетонам. – М. : Стройиздат, 1985. – С. 61 – 62.
5. **Король Е. А.** Трехслойные ограждающие железобетонные конструкции из легких бетонов и особенности их расчета: моногр. / Е. А. Король. – М. : АВС, 2001. – 256 с.
6. **Король Е. А.** Совершенствование технологии изготовления трехслойных стеновых панелей с теплоизоляционным слоем из полистиролбетона / Е. А. Король, В. В. Полетаев. // Передовой научно-производственный опыт, рекомендуемый для внедрения в строительстве объектов агропромышленного комплекса. Науч.-техн. информ. сб. Вып. – № 19. – М. – 1990. С 4 – 5.

УДК 692.23:699.866

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ ОТДЕЛКИ ФАСАДОВ

К. С. Собинова, асп., О. А. Ожищенко, к. т. н., асс., Н. В. Савицкий, д. т. н., проф.

Ключевые слова: ограждающие конструкции, фасадные системы, воздушная прослойка, защитно-декоративные экраны, штукатурная система

Постановка проблемы. В настоящее время одним из актуальных вопросов строительства в Украине является вопрос теплоизоляции ограждающих конструкций как строящихся, так и существующих зданий и сооружений. Наружные стены в наибольшей степени подвержены влиянию неблагоприятных факторов: ветрам, действию термических и механических нагрузок, атмосферным осадкам, ультрафиолетовому облучению, которые приводят к коррозии фасадных поверхностей, потере архитектурной выразительности и эксплуатационной стойкости конструкции, снижению её теплофизических показателей.

На сегодняшний день основная часть жилых зданий в Украине является постройками 1960 – 1980-х гг. Теплофизические показатели так называемых «хрущевок» (расчетный период эксплуатации – 50 лет) сейчас намного ниже установленных нормами, поэтому такие сооружения требуют устройства дополнительной защиты и утепления. При своевременных капитальных ремонтах, как показали последние исследования, период эксплуатации «хрущевок» может быть продлен до 100 лет. Ввиду невозможности и экономической нецелесообразности сноса таких строений, теплоизоляция ограждающих конструкций становится все более актуальной. Кроме того, разнообразие архитектурных форм фасадов позволяет обеспечить каждому дому индивидуальность и придать городам новый выразительный облик.

Анализ публикаций. Теоретический анализ литературных источников и публикаций, посвященных системам теплоизоляции ограждающих конструкций зданий [1 – 5], позволил выделить наиболее распространенные способы утепления наружных стен зданий.