



ISSN 1819-432X print / ISSN 1993-3495 online

**СУЧАСНЕ ПРОМИСЛОВЕ ТА ЦИВІЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО**  
**СОВРЕМЕННОЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО**  
**MODERN INDUSTRIAL AND CIVIL CONSTRUCTION**

ТОМ 3, N3, 2007, 157-163  
УДК 692.23

## **ТЕХНОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗВЕДЕННЯ ОГОРОЖ БУДІВЕЛЬ З ТРИШАРОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

**О.А. Король, Є.М. Пугач, О.Є. Ніколаєв**

*Московський державний будівельний університет (МГСУ) Ярославське шосе, 26, м. Москва, Росія,  
129337.*

*E-mail: korol@mgsu.ru*

*Отримана 28 квітня 2007; прийнята 21 вересня 2007.*

**Анотація.** Питання формування ринку доступного житла, розвиток і вдосконалення індустріального житлового будівництва багато в чому вирішуються на основі впровадження маловитратних, наукоємких технологій. Це дозволяє забезпечити зниження витрат як на стадії виготовлення будівельних матеріалів, виробів і конструкцій, так і на стадії зведення будівель. З метою підвищення якості багатошарових систем розроблені конструкції тришарових стінних і покрівельних елементів у вигляді блоків, панелей і плит покриття з використанням як теплоізоляційного шару бетону низької теплопровідності. Шари елементів виконують архітектурну, теплоізоляційну і конструкційну функції, дозволяючи тим самим вирішити ряд завдань, пов'язаних з утепленням і обробкою конструкцій огорожі, в один технологічний прийом. Зведення зовнішніх стін з тришарових конструктивних елементів дозволяє підвищити технологічну і економічну ефективність за рахунок зниження трудомісткості, термінів зведення і вартості робіт і отримати конструкцію, що відповідає сучасним експлуатаційним вимогам, володіє порівняно високою довговічністю (60 років).

**Ключові слова:** технологія виготовлення тришарових елементів, виробничий процес, технологічні режими, конструкції стін і покриттів, зведення захисних конструкцій, економічна ефективність.

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗВЕДЕНИЯ ОГРАЖДЕНИЙ ЗДАНИЙ ИЗ ТРЕХСЛОЙНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

**Е.А. Король, Е.М. Пугач, А.Е. Николаев**

*Московский государственный строительный университет (МГСУ), Ярославское шоссе, 26, г. Москва,  
Россия, 129337.*

*E-mail: korol@mgsu.ru*

*Получена 28 апреля 2007; принята 21 сентября 2007.*

**Аннотация.** Вопросы формирования рынка доступного жилья, развитие и совершенствование индустриального домостроения во многом решаются на основе внедрения малозатратных, наукоемких технологий. Это позволяет обеспечить снижение затрат как на стадии изготовления строительных материалов, изделий и конструкций, так и на стадии возведения зданий. С целью повышения качества многослойных систем разработаны конструкции трехслойных стеновых и кровельных элементов в виде блоков, панелей и плит покрытия с использованием в качестве теплоизоляционного слоя бетона низкой теплопроводности. Слои элементов выполняют архитектурную, теплоизоляционную и конструкционную функции, позволяя тем самым решить ряд задач, связанных с утеплением и отделкой конструкций ограждения, в один технологический прием. Возведение наружных стен из трехслойных конструктивных элементов позволяет повысить технологическую и экономическую эффективность за счет снижения трудоемкости, сроков возведения и стоимости работ и получить конструкцию, соответствующую современным эксплуатационным требованиям, обладающую сравнительно высокой долговечностью (60 лет).

**Ключевые слова:** технология изготовления трехслойных элементов, производственный процесс, технологические режимы, конструкции стен и покрытий, возведение ограждающих конструкций, экономическая эффективность.

## TECHNOLOGICAL EFFICIENCY OF ERECTION OF ENCLOSURES MADE OF THREE-LAYERED ELEMENTS

**O.A. Korol, E.M. Pugach, O.E. Nikolayev**

*Moscow State Building University (MGSU) 26, Yaroslavl Highway, Moscow, 129337, Russia*

*E-mail: korol@mgsu.ru*

*Received 28 April 2007; accepted 21 September 2007.*

**Abstract.** The issues of formation of the market of accessible habitation, development and perfection of the industrial house-building depend to a large extent on the basis of embedding low expensive, high-end technologies. It provides a decrease in expenses both at the stage of manufacturing building materials, products and structures, and at the stage of building erection. To improve the quality of multilayered systems, three-layered wall and roofing elements in the form of blocks, panels and slabs with the use of concrete of low heat conductivity as a heat-insulation layer were developed. Layers of elements perform architectural, heat-insulating and structural functions, making the solution of a number of problems associated with heat insulation and wall finishing possible, in one processing cycle. Erection of external walls of three-layered structural components allows increasing a technological efficiency at the expense of decreasing a labour factor, completion dates of erection, and cost of works and gaining a structure matching modern operational requirements, at the same time possessing a rather high longevity (about 60 years).

**Keywords:** manufacturing methods of three-layer elements, manufacturing process, technological regimes, building enclosure designs, erection of building enclosures, economic efficiency.

### Проблемы современных систем ограждающих конструкций

Вопросы формирования рынка доступного жилья, развития и совершенствования индустриального домостроения во многом решаются на основе внедрения малозатратных, наукоемких технологий. Это позволяет обеспечить снижение затрат как на стадии изготовления строительных материалов, изделий и конструкций, так и на стадии возведения зданий.

В практике современного строительства применяются различные варианты конкурентоспособных энергоэффективных ограждающих конструкций. Их совершенствование направлено на повышение качества и долговечности зданий как в техническом, так и в экономическом аспектах.

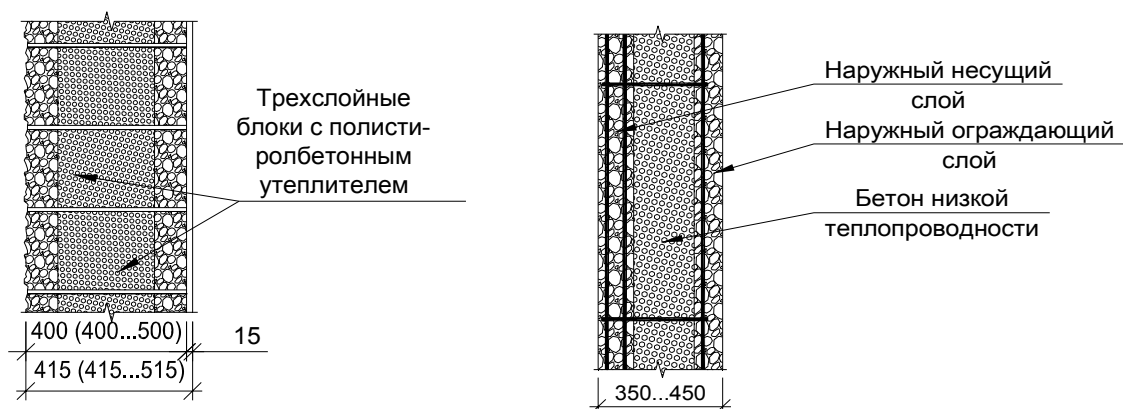
Анализ конструктивно-технологических решений наружных стен зданий, выполненных из индустриальных изделий и материалов, показал, что эксплуатационная надежность многослойных стен определяется долговечностью эффективного утеплителя, который, находясь

в неблагоприятных тепловлажностных условиях, имеет сравнительно низкий срок службы. Кроме того, возведение слоистых конструкций отличается значительной трудоемкостью за счет комплекса технологических операций, что увеличивает продолжительность строительства зданий [1].

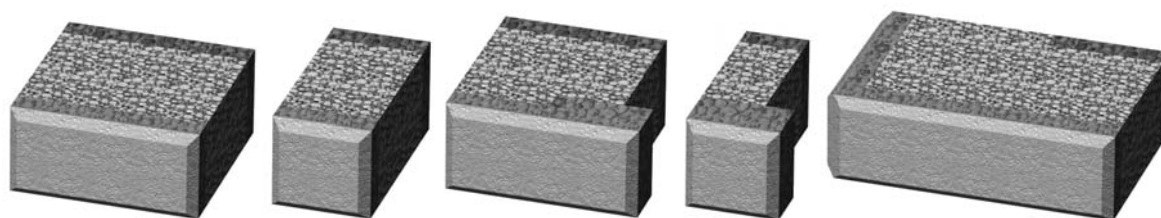
### Эффективность изготовления и использования трехслойных элементов

С целью повышения качества многослойных систем разработаны конструкции трехслойных стеновых и кровельных элементов в виде блоков, панелей и плит покрытия с использованием в качестве теплоизоляционного слоя бетона низкой теплопроводности (рис. 1). Слои элементов выполняют архитектурную, теплоизоляционную и конструкционную функции, позволяя тем самым решить ряд задач, связанных с утеплением и отделкой конструкций ограждения, в один технологический прием [2].

Возведение наружных стен из трехслойных конструктивных элементов позволяет повысить



**Рис. 1.** Трехслойные стеновые элементы. Слева – кладка из трехслойных блоков; справа – трехслойная стеновая панель.



**Рис. 2.** Номенклатура трехслойных блоков. Слева направо: рядовой, рядовой доборный, блок проема, блок проема доборный, угловой блок.

технологическую эффективность за счет снижения трудоемкости, сроков возведения и стоимости работ и получить конструкцию, соответствующую современным эксплуатационным требованиям, обладающую сравнительно высокой долговечностью (60 лет) [3].

Предложена технология и выполнено исследование технологической и экономической эффективности производства трехслойных конструкций [4].

Процесс изготовления многослойных элементов представляет собой многоуровневую технологическую цепь, состоящую из линий по производству смеси легких бетонов (керамзитобетона и полистиролбетона) и конвейерной линии формования и тепловлажностной обработки.

Технология изготовления включает следующие операции: прием и хранение сырьевых материалов; дозирование компонентов бетонной смеси; приготовление смеси керамзитобетона и полистиролбетона; послойную укладку бетонной смеси в форму, оборудованную ячейками для расположения архитектурных матриц; выдерживание, тепловлажностную

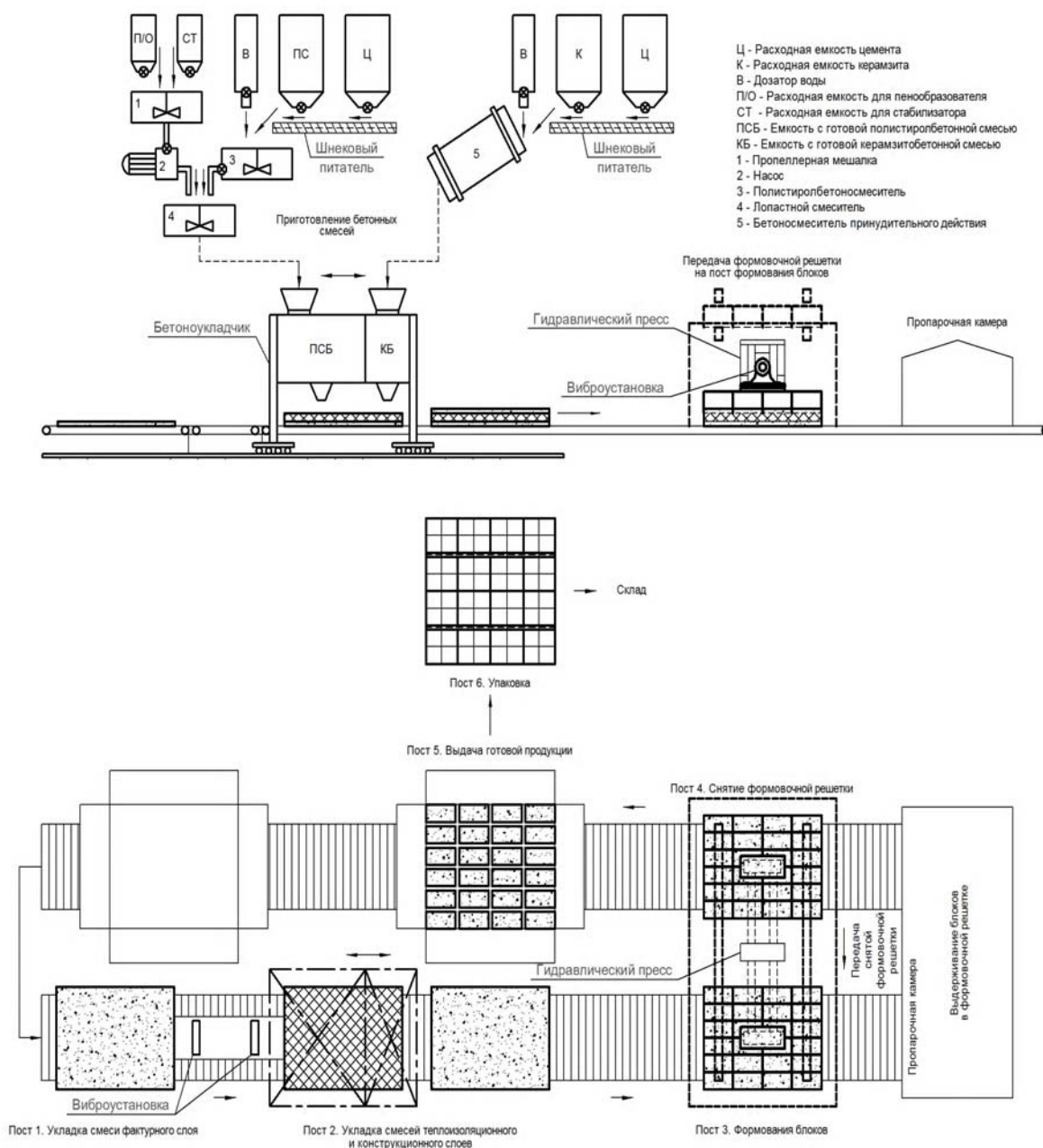
обработку изделий; извлечение изделий из форм; упаковку и складирование готовой продукции.

Для изготовления штучных стеновых элементов дополнительно в производственную линию включается пост формования изделий, работающий по принципу погружения стальной решетки в свежееуложенные слои бетона.

Для повышения эффективности производственного процесса предложены технологические режимы, устанавливающие оптимальную скорость движения конвейерной линии в 8,64 минут на цикл.

Для мелкоштучных стеновых изделий разработана номенклатура, включающая: рядовой, рядовой доборный, блок проема, блок проема доборный и угловой блок (рис. 2).

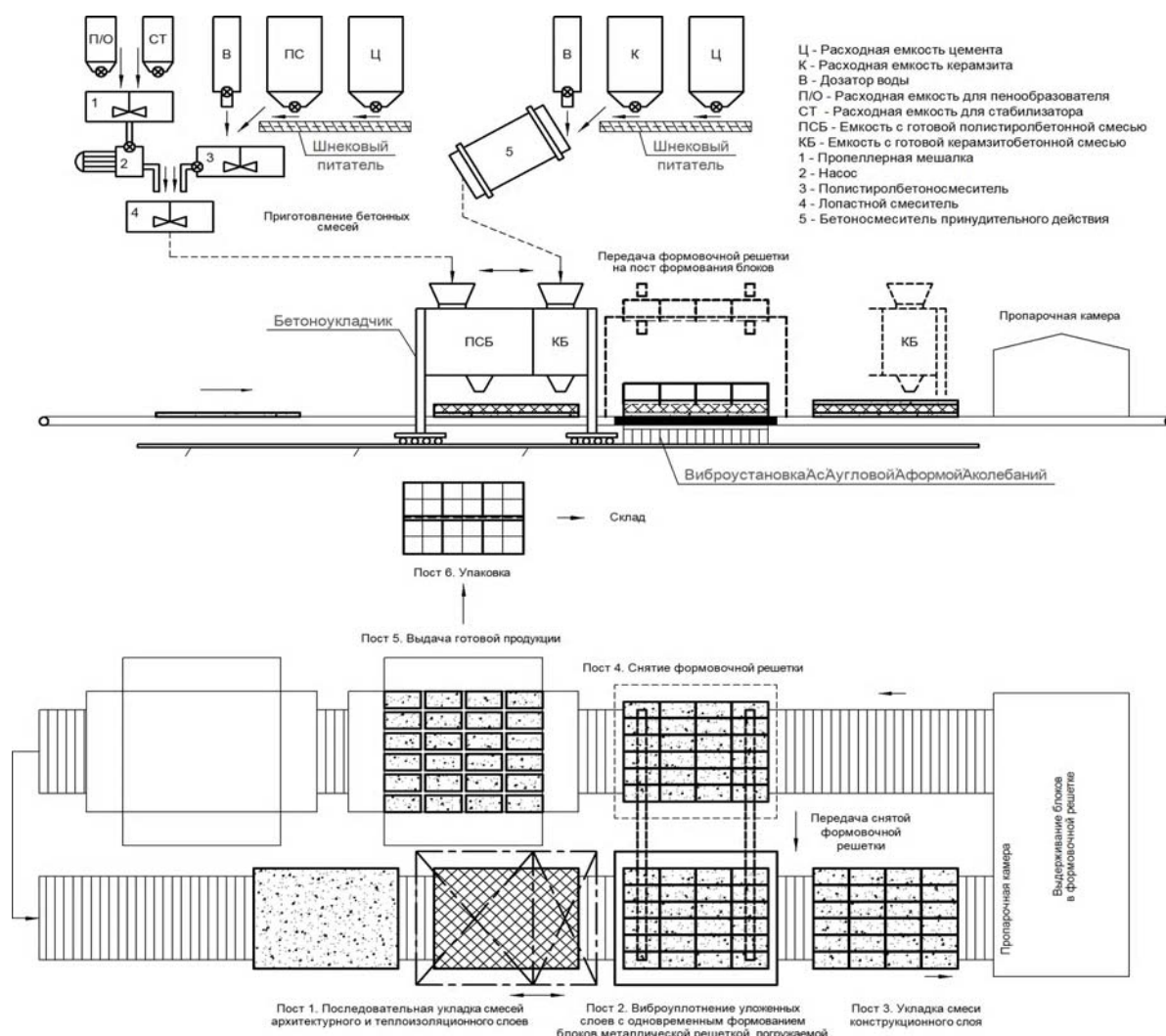
Разработаны варианты укладки, уплотнения и формования трехслойных изделий. Для стеновых изделий в обоих случаях технологические режимы изготовления предусматривают установку в поддоны форм матриц с глубоким или мелким рельефом для придания им архитектурной выразительности. Далее предусмотрена укладка и виброуплотнение всех



**Рис. 3.** Технологическая линия по производству трехслойных блоков при вибропогружении формовочной решетки после укладки всех слоев блока.

слоев элемента. Технологические режимы включают укладку и уплотнение фактурного слоя из керамзитобетона, перемещение формы на следующий пост для укладки полистиролбетона и слоя из керамзитобетона. Верхний слой смеси из керамзитобетона подвергается вибрационной обработке с использованием поверхностных вибросистем низкочастотного действия (18...20 Гц) с амплитудой 0,4...0,6 мм.

Для изготовления мелкоштучных изделий, трехслойных блоков, возможно использование двух производственных моделей. Так, в **первом случае**, после укладки слоев в кассету, предусмотрен дополнительный пост формования, который осуществляется путем вибропогружения формовочной решетки с помощью гидравлического пресса (рис. 3). **Второй вариант** предусматривает погружение



**Рис. 4.** Технологическая линия по производству трехслойных блоков при погружении формовочной решетки на стадии укладки полистиролбетонной смеси.

формовочной решетки на стадии виброуплотнения теплоизоляционного слоя из полистиролбетона на виброустановке с угловой формой колебаний, осуществляющееся при работающей виброплощадке под действием массы разделительной решетки (рис. 4).

Вибрирование производится с частотой колебаний 10...12 Гц при амплитуде 12...15г. В результате снижения вибровязкости смеси сокращается предельное напряжение сдвига до минимальных значений, обеспечивающих погружение решетки в проектное положение. Такая технология создает условия, исключающие перемешивание бетонов фактурного и теплоизоляционного слоев [5]. После проектного размещения

решетки производят укладку конструктивного слоя из керамзитобетона с обеспечением уровня верхней поверхности за счет бортов решетки.

Критерием, определяющим качество и точность геометрических характеристик слоев элементов, являются технологические параметры уплотнения смеси. Использование бетонов различной плотности для производства монолитных трехслойных стеновых и крышевых изделий существенно усложняет процесс изготовления и требует разработки специальных методов уплотнения, исключающих расслоение смесей и повышающих качество лицевой поверхности.

### Экономическая эффективность производства

По результатам расчета экономических параметров изготовления трехслойных элементов для ограждающих конструкций, в том числе для стен широкой архитектурно-цветовой гаммы, себестоимость производства для блоков определена в размере 80,41 руб., что предполагает коммерческую стоимость 95 руб. и определяет степень рентабельности в 18,15% при максимальной производительности 2000 штук в смену. Для стеновых панелей 6\*3 м себестоимость 20067,42 руб., коммерческая стоимость 22500 руб., рентабельность 12,12%. Срок окупаемости производства при нормальных условиях сбыта составляет 260 рабочих дней для производства блоков и 340 для стеновых панелей.

Выполненный анализ экономических показателей эффективности возведения ограждающих конструкций из штучных материалов определил стоимость возведения и трудоемкость для 1 м<sup>2</sup> конструкции из трехслойных блоков в размере 1620,05 руб. и 4,24 чел.-ч. соответственно.

### Литература

1. Король Е. А., Пугач Е. М., Николаев А. Е. Влияние технологии на эксплуатационные характеристики стен. Сборник докладов ежегодной конференции по результатам научно-исследовательской работы студентов Московского государственного строительного университета. М: МГСУ — 2005. — с. 73.
2. Король Е. А., Пугач Е. М., Ратушный В. Е. Разработка технических решений и технологии производства энергосберегающих многослойных ограждающих конструкций повышенной надежности с теплоизоляционным слоем из бетона низкой теплопроводности. Наука, инновации, подготовка кадров в строительстве: Тезисы докладов научно-практической конференции-выставки 3–4 декабря 2003 г. М.: МГСУ. — 2003.
3. Король Е. А., Пугач Е. М., Латушкин В. Е. Структурный анализ затрат при производстве энергосберегающих многослойных ограждающих конструкций. Архитектура и строительство: Международная научно-практическая конференция-семинар (11-16.10.2004 г.), г. Хаммамет, Тунис. Изд-во Волгоград — 2004. — с. 39–43.
4. Король Е. А., Пугач Е. М., Латушкин В. Е. Анализ структуры затрат при производстве энергосберегающих многослойных ограждающих конструкций. Бетон и железобетон — пути развития. Научные труды 2-й Всероссийской (Международной) конференции по бетону и железобетону. 5-9 сентября 2005. Москва. Том 6. Теории железобетона. Методы расчета. М.: Дипак. — 2005. — с. 52–56.
5. Куку О. С. Разработка технологии уплотнения бетонных смесей на виброплощадке с угловой формой колебаний при изготовлении железобетонных изделий // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук.

**Король Елена Анатоліївна** працює професором кафедри технології будівельного виробництва Московського державного будівельного університету, інститута будівництва і архітектури, факультета промислового і цивільного будівництва. Наукові інтереси: енергозбережні технології в будівництві.

**Пугач Євген Михайлович** працює старшим викладачем кафедри технології будівельного виробництва Московського державного будівельного університету, інститута будівництва і архітектури, факультета промислового і цивільного будівництва. Наукові інтереси: технології багатопарових захисних конструкцій.

**Ніколаєв Олексій Євгенович** є аспірантом кафедри технології будівельного виробництва Московського державного будівельного університету, інститута будівництва і архітектури, факультета промислового і цивільного будівництва. Наукові інтереси: дослідження ефективності застосування систем огорожі будівель.

**Король Елена Анатольевна** работает профессором кафедры технологии строительного производства Московского государственного строительного университета, института строительства и архитектуры, факультета промышленного и гражданского строительства. Научные интересы: энергосберегающие технологии в строительстве.

**Пугач Евгений Михайлович** работает старшим преподавателем кафедры технологии строительного производства Московского государственного строительного университета, института строительства и архитектуры, факультета промышленного и гражданского строительства. Научные интересы: технологии многослойных ограждающих конструкций.

**Николаев Алексей Евгеньевич** является аспирантом кафедры технологии строительного производства Московского государственного строительного университета, института строительства и архитектуры, факультета промышленного и гражданского строительства. Научные интересы: исследование эффективности применения систем ограждения зданий.

**Korol Elena Anatolievna** is Professor of the Moscow state building university, The institute of building and architecture, Faculty of industrial and civil engineering, Building methods and processes department. Scientific interests: energy-saving technologies in building.

**Pugach Evgeny Mihailovich** is Senior lecturer of the Moscow state building university, The institute of building and architecture, Faculty of industrial and civil engineering, Building methods and processes department. Scientific interests: production engineering of the multilayered building enclosure designs.

**Nikolaev Alexey Evgenievich** is postgraduate student of the Moscow state building university, The institute of building and architecture, Faculty of industrial and civil engineering, Building methods and processes department. Scientific interests: research of application efficiency of building enclosures.