

УДК 691.175:678.5/8

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ
ПО РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИНТЕТИЧЕСКИХ ГЕОМАТЕРИАЛОВ**

**IMPROVEMENT OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS
FOR RESOURCE - SAVING IN CONSTRUCTION
WITH THE USE OF SYNTHETIC GEOMATERIALS**

Р.М. АЛОЯН, А.Б. ПЕТРУХИН, Л.А. ОПАРИНА
R.M. ALOYAN, A.B. PETRUKHIN, L.A. OPARINA

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnic University)
E-mail: l.a.oparina@gmail.com

В статье представлены результаты научных исследований кафедры "Организация производства и городское хозяйство" в направлении применения современных синтетических геоматериалов в сфере строительного производства. Сформулированы выводы и предложения в аспекте ресурсо- и энергосбережения при выполнении строительно-монтажных работ.

The article presents the research results of the Department "Organization of production and the urban economy" in the direction of application of modern synthetic geomaterials in the field of construction sectors. Are formulated conclusions and suggestions in the aspect of resource and energy saving in the execution of construction works.

Ключевые слова: геотекстиль, строительство, синтетические геоматериалы, ресурсосбережение, энергосбережение, технологии, эффективность, инновационность.

Keywords: geotextile, construction, synthetic geomaterials, resource conservation, energy efficiency, technology, efficiency, innovation.

Окружающая среда в эпоху глобализации и бурного научно-технологического развития становится все более уязвимой. По оценке отечественных и зарубежных специалистов, одним из основных направлений улучшения экологической обстановки в мире и сохранения здоровья населения является снижение уровня потребления природных энергетических ресурсов. В связи с этим получают распространение материалы с новыми свойствами и технологиями "зеленого" строительства. Для России необходимость создания научно-технологических заделов в сфере рационального природопользования необходима, так как международные экологические стандарты постоянно ужесточаются. В связи с этим одним из актуальных направлений является повышение энергетической эффективности как строящихся, так и уже построенных зданий и сооружений. Во многих развитых странах (США, Япония и др.) после мирового энергетического кризиса 70-х годов были разработаны различные концепции по энергосбережению, в результате реализации которых годовой расход энергии в этих странах был снижен на 30...40%. В России этот процесс начался в 1990-х гг., когда был создан и внедрен комплекс нормативных документов; начался переход строительного комплекса страны на новые энергоэффективные технологии. В строительной отрасли сформировалось и прочно укрепилось новое понятие "энергоэффективное здание" [1], [6], [7].

Жилищно-строительная сфера потребляет около 40% всех используемых в стране топливно-энергетических ресурсов. Такой объем потребления обуславливает актуальность разработки инновационных энергосберегающих технологий и материалов [8], [9]. В настоящее время в России практически для всех видов производств разработаны энергосберегающие, теплоутилизирующие установки и приняты другие теплозащитные меры, однако уровень энергоэффективности предприятий строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства у нас в стране значительно ниже зарубежного. Роль ресурсосбережения в современной экономике обусловлена необходимостью разработки и построения целостной модели управления строительством ресурсосберегающего типа, которая базируется на последовательном учете факторов, снижающих ресурсо- и энергопотребление на всех уровнях и этапах управления строительством. По мнению авторов, в строительстве еще имеются резервы, использование которых может дать существенный эффект. Опыт показывает, что возможностей для развития энергосберегающих технологий в строительстве существует множество. Одним из приоритетных направлений является поиск новых строительных ресурсо- и энергосберегающих материалов, конструкций и технологий, ярким примером которых являются синтетические геоматериалы [5].

Активно тема энергосбережения в строительстве начала развиваться во всем мире с 70-х годов прошлого века в рамках общей линии на экономию энергоресурсов и появившейся концепции "устойчивого развития". Вопросам ресурсо- энергосбережения посвящено большое количество работ, среди которых следует выделить таких авторов, как Л. Аврашков, К. Багриновский, В. Барин, И. Башмаков, О. Брагинский, В. Глухов, А. Захаров, А. Ковалев, Л. Кошкин, И. Ли, Д. Львов, А. Макаров, А. Мартынов, Г. Мингалева, Л. Невелев, В. Проскураков, О. Субботин, Ю. Табунщиков, М. Бродач, С. Разовский, Г. Соколовская, Р. Фатхутдинов, Ф. Фодерс, В. Шпрыгин и др. Однако, несмотря на большое число работ по экономике ресурсо- энергосбережения, методические аспекты разработки и оценки эффективности комплексных ресурсо-энергосберегающих организационно-технологических решений современного строительства в настоящее время требуют дополнительного исследования. Указанные обстоятельства и важность рассмотренных предпосылок определили одно из приоритетных направлений научных изысканий кафедры "Организация производства и городское хозяйство" ИВГПУ.

Актуальность данного научного направления обусловлена тем, что именно от эффективности принимаемых организационно-технологических решений в процессах проектирования и строительства зданий зависит уровень энергоэффективности в процессах их эксплуатации. При этом организационно-технологические решения должны иметь системный характер и быть направлены на энерго- и ресурсосбережение как здания в целом, так и его элементов, строительных материалов, инженерных систем, функционально-эксплуатационных параметров.

В рамках обозначенного научного направления подготовлена докторская диссертация, две магистерские диссертации, получены гранты РГНФ и ректора ИВГПУ, выполнены хозяйственные НИР по заказу Минобрнауки России. Основные

выводы, рекомендации и предложения сформулированы в 15 научных публикациях, докладывались на 12 научно-технических конференциях, демонстрировались на 6 выставках. Научные исследования в данном направлении активно продолжаются.

В настоящей статье представлены результаты научного исследования, проведенного на кафедре ОПГХ, целью которого является разработка методических аспектов оценки эффективности организационно-технологических решений, направленных на ресурсо- и энергосбережение в строительстве с использованием современных синтетических геоматериалов.

В соответствии с поставленной целью определены следующие задачи:

- проанализировать нормативно-правовую документацию и научно-техническую литературу по вопросам ресурсо- и энергосбережения в строительстве;
- исследовать и разработать направления по совершенствованию организационно-технологических решений по ресурсо- энергосбережению в строительстве на основе применения синтетических геоматериалов;
- выявить ресурсо- и энергосберегающие аспекты производства и применения тканых геоматериалов в строительстве;
- уточнить классификацию синтетических геоматериалов, используемых в строительстве;
- провести анализ экономических аспектов применения синтетических геоматериалов в практике строительства;
- провести сравнительный анализ ресурсо- и энергосберегающих характеристик применения синтетических геоматериалов в строительстве;
- разработать алгоритм оценки эффективности применения синтетических геоматериалов в строительстве.

Объектом исследования являются ресурсо- и энергосберегающие технологии производства, предусматривающие применение синтетических геоматериалов в современном строительстве.

Теоретической и методической основой исследования явились отечественные и зарубежные публикации, законодательные и нормативно-правовые акты РФ и программные документы в области ресурсо- и энергосбережения и охраны окружающей среды. На всех этапах исследования использовались методы логических заключений на базе сложившихся условий, экономического, системного, структурного и финансового анализа, моделирования и прогнозирования.

Научная новизна исследования состоит в разработке и обосновании методических аспектов оценки эффективности ресурсосберегающих инновационных синтетических геоматериалов в строительстве с получением следующих научных результатов.

1. Уточнена классификация синтетических геоматериалов, используемых в строительстве, отличающаяся от существующих более полным содержанием и учетом функционально-технологических характеристик данных материалов [2].

2. Проведен регрессионный анализ зависимости стоимости тканых и нетканых материалов с низкими и со средними разрывными нагрузками от их прочностных характеристик и от поверхностной плотности, устанавливающий технико-экономические преимущества тканых синтетических геоматериалов [8].

3. Разработан алгоритм оценки эффективности применения синтетических геоматериалов в строительстве, учитывающий такие показатели, как срок службы, экономия материальных ресурсов, экономия энергетических ресурсов, инновационность организационно-технологических решений [3].

Практическая значимость данного исследования заключается в том, что разработанные организационно-технологические решения по применению синтетических геоматериалов в строительстве дадут возможность оценивать все материалы по отдельным и полным характеристикам, позволяющим эффективно экономить ресурсы, потребляемые в

процессе строительства.

Благодаря проведенному корреляционно-регрессионному анализу зависимости стоимости тканых и нетканых материалов с низкими и со средними разрывными нагрузками от их прочностных характеристик и от поверхностной плотности, становится ясно, от чего прежде всего зависит цена на геоматериалы и какие из них обладают явными преимуществами в соотношении "цена-качество", что может быть практически использовано как производителем, так и потребителем синтетических геоматериалов.

Алгоритм оценки эффективности применения синтетических геоматериалов в строительстве позволяет осуществить выбор наиболее ресурсо- и энергосберегающего варианта применения синтетических геоматериалов.

Также основные положения и выводы проведенных исследований расширяют теоретические и практические основы в области ресурсо- и энергосбережения в современном строительстве.

По результатам проведенных авторами исследований можно сформулировать следующие выводы и предложения.

1. Установлено, что приоритетными направлениями устойчивого развития среды жизнедеятельности человека являются энергосбережение и повышение энергетической эффективности зданий. Это происходит не только за рубежом, но и в России. Развитие российской строительной отрасли последнего десятилетия неразрывно связано с появлением жестких требований к повышению уровня энергетической эффективности зданий, которые выражаются в снижении уровня энергопотребления зданиями за период 2007-2020 гг. на 40%.

2. На основе анализа нормативно-правовой документации и научно-технической литературы установлено, что энергоэффективные здания являются системными объектами, следовательно, при их проектировании, строительстве и эксплуатации необходим системный подход, заключающийся в обеспечении успешного решения теоретических и практических

проблем моделирования их жизненного цикла.

3. Наряду с энергосбережением актуальной проблемой современного строительства является ресурсосбережение, проявляющееся в экономии затрат материальных ресурсов, снижении затрат производства, роста прибыли, эффективности работы предприятия, региона, национальной экономики, которые могут быть четко отражены в экономических показателях. Энерго- и ресурсосбережение должны стать неотъемлемой частью достижения необходимого уровня энергоэффективности.

4. При строительстве зданий потребляется большое количество ресурсов, в том числе энергетических, финансовых, трудовых, материальных и пр. Таким образом, актуальным является исследование и совершенствование организационно-технологических решений по ресурсо- энерго-сбережению в строительстве. Одно из перспективных направлений экономии ресурсов является применение инновационных строительных материалов и организационно-технических решений в строительстве, а именно: применение синтетических геоматериалов, позволяющих ускорить решение обозначенной проблемы.

5. Выявлены ресурсо- и энергосберегающие аспекты производства и применения тканых строительных материалов в строительстве, заключающиеся в экономии материальных ресурсов, экономии энергоресурсов и инновационности организационно-технических решений по их применению.

6. На основе анализа современных синтетических геоматериалов, используемых в дорожном, промышленном и гражданском строительстве, а также в ландшафтном дизайне, установлено, что в настоящее время таких материалов много, все они различаются как по технологии изготовления, так и по назначению, методам укладки и т.п. Авторами уточнена классификация синтетических геоматериалов, используемых в строительстве, отличающаяся от существующих более полным содержанием и учетом функционально-технологических характеристик данных

материалов. Предложенная классификация является динамичной и может быть дополнена новыми группировочными признаками.

7. На основе регрессионного анализа зависимости стоимости тканых и нетканых материалов с низкими и со средними разрывными нагрузками от их прочностных характеристик и от поверхностной плотности, анализа удельной стоимости тканых и нетканых материалов установлено, что цена на нетканые материалы зависит прежде всего от их прочности, от бренда компании и места их производства. Так, тканые материалы российского производства являются более дешевыми, чем импортные материалы, хотя несколько не уступают по своим технико-эксплуатационным характеристикам. Таким образом, тканые геоматериалы являются лучшими к применению и обладают рядом преимуществ, но на данный момент в РФ обычно применяются нетканые геоматериалы, что вызвано несовершенством методик проектирования, которые не учитывают прочности геоматериала и снижения плотности дорожной одежды при применении толстых синтетических геоматериалов.

8. Выявлены преимущества тканого геополотна в сравнении с неткаными материалами, а именно: тканое геополотно является более легким материалом и удобным для транспортировки; обладает более высокими прочностными характеристиками; является более устойчивым к воздействию ультрафиолета, а также обладает высокой химической и биологической стойкостью.

9. С целью совершенствования организационно-технологических решений применения синтетических геоматериалов в строительстве авторами предложено использование тканых синтетических геоматериалов в дорожном строительстве и при устройстве фундаментов. Произведены: расчет конструкций дорожной одежды с помощью системы расчета дорожных одежд IndorPavement, расчет конструкций дорожной одежды для подстилающего грунта и малосвязных конструктивных слоев. На основе расчета сделан вывод о

том, что дорожная конструкция с геосинтетикой является более прочной и долговечной, о чем свидетельствует ряд показателей, значения которых у данного вида дорожной одежды выше [4].

10. Сравнительный анализ ресурсо- и энергосберегающих характеристик применения синтетических геоматериалов в строительстве осуществлен на примере расчета конструкций сборного железобетонного фундамента с применением геотекстиля, свайного фундамента без геосинтетики, монолитного фундамента с железобетонной подушкой для 5-этажного жилого здания, на слабых водонасыщенных грунтах, составлены ведомости объемов работ и сметы [3]. На основе проведенных расчетов сделан вывод о том, что применение тканого геотекстиля дает экономию материальных ресурсов (240,67 куб. м.), энергетических ресурсов (49,09 тонн условного топлива), а также повышает инновационность организационно-технологических решений.

11. В целом оценку эффективности применения геосинтетики в строительстве можно определить при помощи системы показателей ресурсосбережения, составленной авторами на основе ГОСТа Р 52107-2003. Ресурсосбережение. Классификация и определение показателей и дополненной показателями энергосбережения (в тоннах условного топлива).

12. С целью оценки эффективности применения геоматериалов в строительстве авторами разработан алгоритм оценки эффективности применения синтетических геоматериалов в строительстве, учитывающий такие показатели, как срок службы, экономия материальных ресурсов, экономия энергетических ресурсов, инновационность организационно-технологических решений. Алгоритм представлен в виде блок-схемы, позволяющей осуществить выбор наиболее ресурсо- и энергосберегающего варианта применения синтетических геоматериалов.

1. Грузинцева Н.А., Овчинников А.А., Лысова М.А., Гусев Б.Н. Совершенствование номенклатуры показателей и оценки качества геотекстильных материалов // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 3. С. 28...32.

2. Опарина Л.А. Основы ресурсо- и энергосбережения в строительстве. – Иваново: ПресСто, 2014.

3. Петрухин А.Б., Алоян Р.М., Опарина Л.А., Ставрова М.В. Интегральный показатель энергоэффективности как основа организационного механизма строительства и эксплуатации энергоэффективных зданий // Жилищное строительство. – 2012, № 3. С. 46...48.

4. Петрухин А.Б., Алоян Р.М., Опарина Л.А., Ставрова М.В. Функциональное моделирование как организационный инструмент проектирования, строительства и эксплуатации энергоэффективных зданий // Жилищное строительство. – 2012, № 2. С.2...5.

5. Петрухин А.Б., Матрохин А.Ю., Карева Т.Ю., Гусев Б.Н. Стратегия научно-методического и технического обеспечения выпуска тканей и изделий из натуральных и синтетических волокон // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №6. С. 30...35.

6. Петрухин А.Б., Опарина Л.А. Классификация синтетических геоматериалов и их применение в современном строительстве // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 2. С.14...18.

7. Петрухин А.Б., Опарина Л.А. Формирование интегрального показателя энергетической эффективности зданий // Изв. вузов. Экономика, финансы и управление производством. – 2011, №03(09). С. 92...95.

8. Петрухин А.Б., Алоян Р.М., Виноградова Н.В., Федосеев В.Н. Опыт практической реализации укрепления связей науки ИВГПУ с производством в условиях развития инфраструктурной базы текстильно-промышленного кластера региона // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 1. С. 15...18.

9. Петрухин А.Б., Алоян Р.М., Новикова А.П. Реализация потенциала Ивановской области на рынке текстильной и легкой промышленности за счет формирования инфраструктурной базы текстильно-промышленного кластера // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 4. С. 11...17.

R E F E R E N C E S

1. Gruzinceva N.A., Ovchinnikov A.A., Lysova M.A., Gusev B.N. Sovershenstvovanie nomenklatury pokazatelej i ochenki kachestva geotekstil'nyh materialov // Izv.vuzov. Tehnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 3. S. 28...32.

2. Oparina L.A. Osnovy resurso- i e'nergobere-zheniya v stroitel'stve. – Ivanovo: PresSto, 2014.
 3. Petruhin A.B., Aloyan R.M., Oparina L.A., Stavrova M.V. Integral'nyj pokazatel' e'nergoeffektivnosti kak osnova organizacionnogo mehanizma stroitel'stva i e'kspluatacii e'nergoeffektivnyh zdaniy // Zhiliwnoe stroitel'stvo. – 2012, № 3. S. 46...48.
 4. Petruhin A.B., Aloyan R.M., Oparina L.A., Stavrova M.V. Funkcional'noe modelirovanie kak organizacionnyj instrument proektirovaniya, stroitel'stva i e'kspluatacii e'nergoeffektivnyh zdaniy // Zhiliwnoe stroitel'stvo. – 2012, № 2. S. 2...5.
 5. Petruhin A.B., Matrohin A.YU., Kareva T.YU., Gusev B.N. Strategiya nauchno-metodicheskogo i tehničeskogo obespecheniya vypuska tkanej i izdelij iz natural'nyh i sinteticheskikh volokon // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №6. S. 30...35.
 6. Petruhin A.B., Oparina L.A. Klassifikaciya sinteticheskikh geomaterialov i ih primenenie v sovremennom stroitel'stve // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 2.
 7. Petruhin A.B., Oparina L.A. Formirovanie integral'nogo pokazatelya e'nergeticheskoy e'ffektivnosti zdaniy // Izv. vuzov. E'konomika, finansy i upravlenie proizvodstvom. – 2011, № 03(09). S. 92...95.
 8. Petruhin A.B., Aloyan R.M., Vinogradova N.V., Fedoseev V.N. Opyt prakticheskoy realizacii ukrepleniya svyazej nauki IVGPU s proizvodstvom v usloviyah razvitiya infrastrukturnoj bazy tekstil'no-promyshlennogo klastera regiona // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 1. S. 15...18.
 9. Petruhin A.B., Aloyan R.M., Novikova A.P. Realizaciya potentsiala Ivanovskoj oblasti na rynke tekstil'noj i legkoj promyshlennosti za schet formirovaniya infrastrukturnoj bazy tekstil'no-promyshlennogo klastera // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 4. S. 11...17.
- Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства. Поступила 29.09.15.
-