

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ГЕОТЕКСТИЛЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

### COMPARATIVE ANALYSIS OF RESOURCE AND ENERGY SAVING CHARACTERISTICS OF THE USE OF GEOTEXTILES IN THE CONSTRUCTION

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

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

*В статье представлены результаты оценки технической возможности и экономической целесообразности использования геотекстиля при устройстве фундаментов зданий и сооружений. Предложены показатели и единицы измерения ресурсо- и энергосберегающих характеристик синтетических геоматериалов. Сформулированы преимущества применения геоматериалов в конструкциях фундаментов, возводимых на слабых, водонасыщенных грунтах.*

*The article presents the results of the evaluation of technical possibilities and economic feasibility of using geotextiles when constructing foundations of buildings and structures. Are suggested indicators and units of resource and energy-saving characteristics of synthetic geomaterials. Advantages of the use of geomaterials in foundation design, constructed on weak, water-saturated soils are formulated.*

**Ключевые слова:** геотекстиль, ресурсосбережение, энергосбережение, технологии, фундаменты, строительство, стоимость, трудоемкость, материалоемкость, энергоемкость.

**Keywords:** geotextile, resource conservation, energy efficiency, technology, foundations, construction, cost, complexity, intensity, energy intensity.

Одним из эффективных направлений решения задачи применения ресурсо- и энергосберегающих технологий в строительстве является производство и применение новых материалов, конструкций и технологий, ярким примером которых являются синтетические геоматериалы [1...9]. В строительной практике широко применяются именно геосинтетические полимерные материалы, изготовленные из синтетических или натуральных полимеров в виде плоских форм, лент или трехмерных структур. Тканое геополотно используется в качестве армирующей, разделительной и водоотводящей прослойки в дорожном

строительстве, строительстве продуктопроводов, а также при возведении грунтовых сооружений во всех видах строительства [7]. Геосинтетические материалы обладают рядом энерго- и ресурсосберегающих характеристик, которые авторы считают целесообразным представить в виде матрицы (табл. 1).

Наиболее объективным критерием технической эффективности тех или иных решений при проведении работ по строительству и ремонту, не зависящим от колебаний ценовых показателей, является анализ энергозатрат, необходимых для реализации принятых вариантов строительства или ремонта. Такой анализ

позволяет оценить фактически необходимый объем энергозатрат на реализацию проекта, выраженный в сумме

киловатт-часов или тоннах условного топлива.

Т а б л и ц а 1

Характеристики	Ресурсосберегающие	Энергосберегающие
Конструктивный состав	Малоотходные технологии производства геосинтетических материалов	Экономия арматуры – одного из энергоемких составляющих железобетона
Материальный состав	Экономия материальных ресурсов при замене части материалов геосинтетикой	Энергоемкость производства геосинтетики меньше энергоемкости производства железобетона
Технология монтажа	Сокращенные сроки монтажа, ресурсосберегающие технологии – минимизация трудовых и финансовых ресурсов	Экономия энергоресурсов на работу строительных машин при строительномонтажных работах

Оценка затрат энергоносителей (топлива, электроэнергии) на реализацию выбранного технического решения дает объективную характеристику технической эффективности рассматриваемого варианта строительства или ремонта [8]. В целом оценку эффективности применения геосинтетики в строительстве можно определить при помощи показателей ресурсосбережения. Оценка составлена авторами на основе ГОСТ Р 52107–2003 "Ресурсосбережение. Классификация и определение показателей", дополнена показателями энергосбережения (в т.у.т.). По мнению авторов, для объективной оценки других ресурсосберегающих характеристик целесообразно применять также натуральные, трудовые и стоимостные показатели (рис. 1 – показатели и единицы измерения ресурсо- и энергосбережения в строительстве).

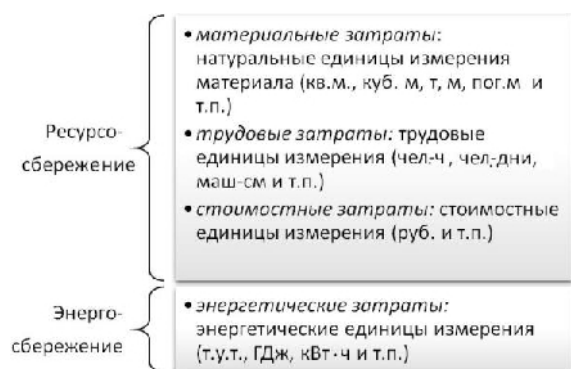


Рис. 1

С целью выявления ресурсо- и энергосберегающих характеристик синтетических геоматериалов в строительстве авто-

рами был проведен сравнительный анализ на примере расчета конструкций сборного железобетонного фундамента с применением геотекстиля (1-й вариант), свайного фундамента без геосинтетики (2-й вариант), монолитного фундамента с железобетонной подушкой (3-й вариант) для 5-этажного жилого здания, на слабых водонасыщенных грунтах. К слабым водонасыщенным грунтам относят насыщенные водой сильносжимаемые грунты, которые при обычных скоростях приложения нагрузок на основание теряют свою прочность, вследствие чего уменьшается их сопротивление сдвигу и возрастает сжимаемость. Слабый глинистый грунт – это дисперсная структурированная система с коагуляционным типом структурных связей, способная при их нарушении переходить из твердообразного состояния в жидкообразное.

Данный выбор конструкции фундамента основан на том, что при разработке проекта здания, строительство которого предполагается на слабых грунтах, необходимо устройство свайных фундаментов, либо монолитной железобетонной подушки. Недостатком монолитного фундамента является трудоемкость его создания и большие затраты материала. Кроме того, закладывая такой фундамент, следует уделять большое внимание оценке уровня грунтовых вод, учитывать состав почвы и ее склонность к сезонному вспучиванию. В условиях современного строительства большинство жилых и общественных зданий возводят на свайных фундаментах.

Это объясняется повышенной несущей способностью свайных фундаментов (особенно на слабых грунтах) по сравнению с монолитными фундаментами, возводимыми в открытых котлованах, а также сравнительно меньшей трудоемкостью земляных работ.

Расчеты проектировщиков показали, что в данном случае возможен вариант применения геосинтетического полотна, выполняющего армирующую, дренирующую, фильтрующую и укрепляющую функции, с устройством железобетонного сборного фундамента. Используя сборный фундамент, можно сократить время монтажа основания. Такая конструкция из фундаментных блоков обладает всеми преимуществами монолитных сооружений, но возводится гораздо быстрее. После закладки сборного основания можно сразу проводить дальнейшие работы по строительству здания, не дожидаясь затвердения бетона.

В данном случае грунты под строительной площадкой суглинистые, соответственно для защиты сборного железобетонного фундамента целесообразно использовать геотекстиль. Заранее спроектированная дренажная система с геотекстилем даст возможность предотвратить затопление фундамента. Геотекстиль дренажный, в свою очередь, играет роль фильтра и защищает всю дренажную систему от заиливания. Это существенно продлевает срок службы дренажной системы в целом. Также геотекстиль под фундамент служит для увеличения несущей способности основания. Использование геоткани позволяет решить проблему слабых грунтов и армировать основание. Укладка прослойки из данного материала равносильна устройству эффективного разделительного, дренажного, укрепляющего и фильтрующего слоев, нейтрализующих пагубные воздействия на фундамент в процессе его эксплуатации.

Для определения расходов на материалы и фундаментные работы авторами были составлены ведомости объемов работ и сметы, в которых последовательно указа-

ны все виды работ, необходимые объемы материалов, используемые механизмы и приспособления с их стоимостью. При разработке организационно-технических решений по устройству указанных вариантов фундамента, определении номенклатуры работ и их объемов, затрат машинного времени и трудоемкости были использованы следующие нормативно-технические документы:

- ТТК № 42–2009. Типовая технологическая карта на устройство сборных ленточных фундаментов;
- СНиП 2.02.03–85. Свайные фундаменты;
- ТТК-100029434.119–2010. Типовая технологическая карта на устройство монолитных железобетонных фундаментов в опалубке импортного производства.

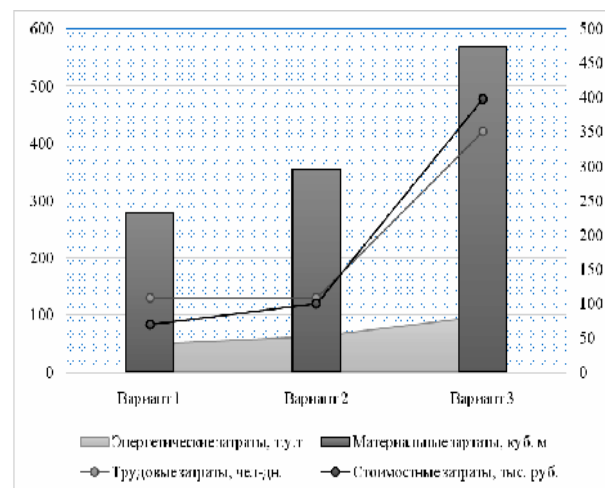


Рис. 2

Результаты проведенного сравнительного анализа ресурсо- и энергосберегающих характеристик сравниваемых вариантов устройства фундамента представлены на рис. 2. Видно, что самым ресурсо- и энергосберегающим из трех вариантов является сборный железобетонный фундамент с применением геотекстиля. Применение тканого геотекстиля дает экономию материальных ресурсов (240,67 куб. м), трудовых ресурсов (290,92 чел.-ч), финансовых ресурсов (395,26 тыс. руб.), энергетических ресурсов (49,09 т.т.). Также применение геотекстиля в конструкции песчаной подушки предотвращает вымы-

вание грунта подушки, увеличивает срок службы фундамента. Необходимость транспортных работ снижается также на 70...85%, а вероятность просадки здания во время эксплуатации снижается вдвое. Такая экономия позволяет снизить стоимость здания в целом.

Таким образом, выполнив сравнительный расчет работ по устройству сборного железобетонного фундамента с применением геотекстиля, свайного фундамента без геосинтетики и монолитного фундамента с железобетонной подушкой видно, что наиболее дорогостоящим, трудозатратным, материалозатратным и энергозатратным является монолитный фундамент. В сравнении с монолитным сборный железобетонный и свайный фундаменты являются более экономичными по стоимости за счет снижения расхода бетона, объема земляных работ, трудоемкости работ и затрат на эксплуатацию машин и оборудования. Самым ресурсо- и энергосберегающим является сборный железобетонный фундамент с применением геотекстиля. Применение тканого геотекстиля дает экономию материальных ресурсов, энергетических ресурсов, а также повышает инновационность организационно-технологических решений. Кроме того, применение геотекстиля в конструкции песчаной подушки предотвращает вымывание грунта подушки, увеличивает срок службы фундамента. Таким образом, сравнительный анализ позволяет сделать вывод о том, что геотекстиль обладает рядом ресурсо- и энергосберегающих характеристик и его применение в современном строительстве является все более актуальным.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Буравчук Н.И. Ресурсосбережение в технологии строительных материалов. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2009.
2. 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.

3. Самарин О.Д. Энергетический баланс зданий и возможности энергосбережения // Новости теплоснабжения. – 2005, № 12 (64). С. 46...48.
4. Наназашвили И.Х., Наназашвили В.И. Ресурсосбережение в строительстве. – М., Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2012.
5. 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.
6. 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.
7. Петрухин А.Б., Опарина Л.А. Классификация синтетических геоматериалов и их применение в современном строительстве// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 1.
8. Руденский А.В. Ресурсосбережение в строительстве на примере дорожной отрасли // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2011, №7. С. 4...8.
9. Петрухин А.Б., Матрохин А.Ю., Карева Т.Ю., Гусев Б.Н. Стратегия научно-методического обеспечения выпуска тканей и изделий из натуральных и синтетических волокон// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 6. С. 30...35.

#### REFERENCES

1. Buravchuk N.I. Resursosberezhenie v tehnologii stroitel'nyh materialov. – Rostov n/D: Izd-vo JuFU, 2009.
2. Petruhin A.B., Alojjan R.M., Oparina L.A., Stavrova M.V. Funkcional'noe modelirovanie kak organizacionnyj instrument proektirovanija, stroitel'stva i jekspluatacii jenergojeffektivnyh zdaniij// Zhilishhnoe stroitel'stvo. – 2012, №2. S.2...5.
3. Samarin O.D. Jenergeticheskij balans zdaniij i vozmozhnosti jenergosberezhennija // Novosti teplosnabzhenija. – 2005, № 12 (64). S. 46...48.
4. Nanazashvili I.H., Nanazashvili V.I. Resursosberezhenie v stroitel'stve. – M., Izd-vo Associacii stroitel'nyh vuzov, 2012.
5. Petruhin A.B., Oparina L.A. Formirovanie integral'nogo pokazatelja jenergeticheskij jeffektivnosti zdaniij // Izv. vuzov. Jekonomika, finansy i upravlenie proizvodstvom. – 2011, №03(09). S. 92...95.
6. Petruhin A.B., Alojjan R.M., Oparina L.A., Stavrova M.V. Integral'nyj pokazatel' jenergojeffektivnosti kak osnova organizacionnogo mehanizma stroitel'stva i jekspluatacii jenergojeffektivnyh zdaniij// Zhilishhnoe stroitel'stvo. – 2012, № 3. S. 46...48.
7. Petruhin A.B., Oparina L.A. Klassifikacija sinteticheskijh geomaterialov i ih primenenie v sovremennom stroitel'stve// Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, № 1.

8. Rudenskij A.V. Resursosberezhenie v stroitel'stve na primere dorozhnoj otrasli // MIR (Modernizacija. Innovacii. Razvitie). – 2011, №7. S. 4...8.

9. Petruhin A.B., Matrohin A.Ju., Kareva T.Ju., Gusev B.N. Strategija nauchno-metodicheskogo i tehničeskogo obespečenija vypuska tkanej i izdelij iz natural'nyh i sinteticheskikh volokon// Izv. vuzov.

Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 6. S. 30...35.

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства. Поступила 03.12.14.

---