

ISSN 2451-4446

Science News of Eastern Technical Universities

Scientific-Technological Journal
Published once a quarter (four times a year)

N04 (4) 2016
(Lublin, Poland)

Established by **Saint Petersburg Universities Alumni Association**
(Lublin, Polska)
Architecture and Civil Engineering Institute of
Samara Technical University (Samara, Russia)
Global Alumni Alliance (Moscow, Russia)

Editor in Chief **Ewa Holota**
Deputy Editor **Franciszek Światała**
Executive Secretary **Vadim Yu. Alpatov**

Editorial Board: **Stanislav Ya. Galitskov**
Doctor of Engineering Science, Professor
Semen A. Piyavskiy
Doctor of Engineering Science, Professor
Alexander K. Strelkov
Doctor of Engineering Science, Professor
Vadim Yu. Alpatov
PhD in Engineering Science, Associate Professor

Scientific Committee: **Mikhail I. Balzannikov**
Doctor of Engineering Science, Professor, Russia
Franciszek Światała
PhD in Engineering Science, Associate Professor, Poland
Muradulla M. Mukhammadiev
Doctor of Engineering Science, Professor, Uzbekistan
Perry Matar
Doctor of Engineering Science, Professor, Lebanon
Alexander R. Tsyganov
Doctor of Chemistry Science, Professor, Belarus
Plamen Angelov
Doctor of Engineering Science, Professor, Bulgaria

Publisher: Stowarzyszenie Absolwentów Uczelni Petersburskich
Headquarters: ul. Ametystowa 2, 20-577 Lublin

Printing house: Si-Art ZPPD
ul. Tęczowa 169, 20-517 Lublin
www.si-art.pl , biuro@si-art.pl
Cover design - Małgorzata Mianowska - Si-Art

Edition of 100 copies

TABLE OF CONTENTS

ECONOMICS, MANAGEMENT, MARKETING

Svetlana E. BANNOVA

Strategy for organizational development and its formation in accordance with the organization life-cycle5

Ekaterina V. KNYAZKINA, Natalya A. VANYUSHINA

Management mechanism of resource saving at an enterprise and its modeling11

Elena P. SERPUKHOVA

A modern approach to energy saving in building operation17

BUILDING STRUCTURES, BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS

Yuriy S. VYTCHIKOV, Igor G. BELYAKOV, Natalia G. KALMYCHKOVA

Analytical method of determining water vapour transmission of expanded-clay concrete and ceramic stones.....23

Anna A. MOTRENKO

Simulation study of reinforced concrete monolithic beam-less floor structures and their strengthening with carbon fiber.....31

BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS

Sarsenbek A. MONTAEV, Azamat T. TASKALIEV,

Nurgul B. ADILOVA, Ainur S. MONTAEVA

The technology of heat-insulating construction foam glass material in the composition of crushed glass & wollastonite-containing slags35

Sarsenbek A. MONTAEV, Azamat T. TASKALIEV, Nurgul B. ADILOVA,

Bekbulat T. SHAKESHEV, Ainur S. MONTAEVA,

Albina G. SHAKESHEVA, Aigerim K. BISENGALIEVA

Studying opportunities for manufacturing refractory ceramic materials based on high-melting clays of kazakhstan in the composition of wastes of ferro-alloy industry41

ECONOMICS, MANAGEMENT, MARKETING

STRATEGY FOR ORGANIZATIONAL DEVELOPMENT AND ITS FORMATION IN ACCORDANCE WITH THE ORGANIZATION LIFE-CYCLE

ФОРМИРОВАНИЕ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИИ В СООТВЕТСТВИИ С ЕЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ

Svetlana E. BANNOVA

С.Е. БАННОВА

*Architecture and Civil Engineering Institute of Samara Technical University
Samara, Russian Federation*

The article deals with the issues of construction organization development strategy while defining stages of its life-cycle. It also identifies parameters characterizing the state of the organization as a result of this strategy implementation. The paper introduces methods and models of strategic analysis to diagnose external and internal environment of a construction organization. It presents key indicators and their norms characterizing a stage of maturity of the construction organization. The researchers studied organizational and economic characteristics of ZAO SK «Grad», conducted strategic analysis and defined a stage of a construction organization life-cycle using the following two strategies: product development strategy and diversification strategy.

Keywords: *strategy, stage of a construction organization life-cycle, standards of maturity indicators, strategic analysis, product development strategy, diversification strategy*

В статье рассматриваются вопросы разработки стратегии развития строительной организации на основе определения этапа ее жизненного цикла. Представлены параметры, характеризующие состояние организации в результате использования разработанной стратегии. Приведены методы и модели стратегического анализа с целью диагностики внешней и внутренней среды строительной организации. Представлены основные показатели и их нормативы, характеризующие этап зрелости строительной организации. Изучены организационно-экономические характеристики ЗАО СК «Град», проведен стратегический анализ, определен этап жизненного цикла организации, выбраны две стратегии: стратегия развития продукта и стратегия диверсификации.

Ключевые слова: *стратегия, этап жизненного цикла строительной организации, нормативы показателей этапа зрелости, стратегический анализ, стратегия развития продукта, стратегия диверсификации*

В период возрастающей нестабильности внешней среды предприятие постоянно вынуждено конкурировать с другими предприятиями, выпускающими ана-

логичную продукцию. Одним из основных инструментов снижения негативного влияния внешней среды на предприятие является разработка стратегии. Результатом реализации стратегии является изменение состояния организации через её параметры – занимаемая доля рынка, уровень объемов производства, стабильность основных финансово-экономических показателей. Часто разрабатываемые стратегии не находят своего применения на практике поскольку не учитывают важных элементов: состояния рыночной среды, финансовых ресурсов и других структурных элементов. Одновременно следует оценивать способность организации к стратегическому управлению.

Выбор стратегии развития организации предлагается осуществлять на основе ее жизненного цикла. Жизненный цикл организации – это совокупность стадий развития, которые проходит организация за период своего существования. Для каждого этапа жизненного цикла организации характерны свои параметры внешней и внутренней среды и рекомендуемые стратегии.

Разработку стратегии на основе жизненного цикла предлагается рассмотреть на примере деятельности крупной самарской строительной организации ЗАО СК «Град».

Основной задачей разработки стратегии является анализ внешней и внутренней среды ЗАО СК «Град». Именно его результаты будут являться основой для определения уровня развития организации и соответствующего этапа жизненного цикла. Для диагностики состояния строительной организации предлагается использовать методы и модели стратегического анализа.

В результате проведения анализа внешней и внутренней среды ЗАО СК «Град», было выявлено следующее: PEST-анализ показал, что внешняя среда благоприятна для дальнейшего развития; по результатам SWOT-анализа деятельность строительной компании оценивается положительно и действенно; результатом составления матрицы БКГ стало определение для ЗАО СК «Град» низкой доли рынка и высокого темпа роста.

ЗАО СК «Град» существует на рынке недвижимости более 25 лет, и за это время ввел в эксплуатацию более 1000 тыс. кв. м. жилья. Организация включает в себя множество подразделений, которые взаимодействуют между собой. Использует в своей деятельности последние достижения в области строительства и архитектуры; взаимодействует с большим количеством организаций. Организация имеет положительную репутацию и имидж.

Всё это в совокупности с рассчитанными финансовыми показателями указывает, что ЗАО СК «Град» на 2015 год находится на таком этапе жизненного цикла как зрелость.

Изучив организационно-экономическую характеристику ЗАО СК «Град», проведя для него стратегический анализ и определив этап жизненного цикла были выбраны две стратегии: стратегия развития продукта и стратегия диверсификации.

Стратегия развития продукта предполагает внедрение уже на освоенный рынок нового товара. Таким товаром может стать, по мнению автора, малоэтажное элитное жилищное строительство. Элитных квартир на самарском рынке – не более 5%. Самое дорогое жилье Самары расположено в центральных Самарском и Ленинском районах, и приближенной к центру части Октябрьского. Средняя

Таблица 1

Основные показатели, характеризующие этап зрелости ЗАО СК «Град»

Показатель	Норматив	Значение показателя на 2015 год
Срок существования, год	15	27
Выручка, тыс.р.	Стремится к увеличению	285837
Прибыль от продаж, тыс.р.	Стремится к увеличению	17946
Чистая прибыль, тыс.р.	Стремится к увеличению	1780
Рентабельность оборота, %	5	6
Рентабельность продаж, %	7	7
Рентабельность активов, %	10	20,9
Рентабельность собственного капитала, %	5	16,35
Коэффициент финансовой устойчивости	0,5	0,6
Коэффициент текущей ликвидности	1,5	1,6
Коэффициент текущей платежеспособности	1	1,6
Коэффициент обеспеченности запасов источниками финансирования	0,2	0,4
Коэффициент автономии	0,6	0,02
Коэффициент доли СОС	0,1	0,2

стоимость элитного жилья в Самаре составляет 92 - 200 тыс. руб. за кв. м. К элитной недвижимости можно отнести коттеджи и таунхаусы, расположенные около реки Волга на просеках. Так как ЗАО СК «Град» имеет успешный опыт в строительстве коттеджного посёлка (коттеджный посёлок «Городок» на 3-й Просеке), можно предложить компании проект малоэтажной элитной жилой застройки в г. Самара.

Стратегия диверсификации предполагает развитие дополнительного направления бизнеса, отличающиеся от текущих производимых товаров и услуг. Одним из таких направлений, по мнению автора, является развитие туристического бизнеса, а именно строительство гостиничного комплекса в связи с проведением в г. Самара чемпионата мира по футболу в 2018 г. Рассчитанные основные показатели инвестиционных проектов показали, что предлагаемые мероприятия в рамках выбранных стратегий на основе этапов жизненного цикла ЗАО СК «Град» прибыльны и рентабельны.

При расчёте общей экономической выгоды следует так же отметить что рассматриваемые проекты являются не только привлекательными для организации с экономической точки зрения, но и социально значимыми для развития города Самара и региона в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гриценко А.А. Характеристика методов стратегического анализа с целью оценки перспектив финансового потенциала организации в условиях рынка // Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания, 2014. № 21. С. 184-188.
2. Савоскина Е.В., Шехова Н.В. Модель управленческой адаптивности организации // Научное обозрение, 2015. № 7. С. 342-345.
3. Барбарская М.Н. Стратегические аспекты управления финансами строительной организации // Актуальные проблемы развития финансово-экономических систем и институтов: материалы и доклады IV международ. науч. конф., Самара, 04-05 апреля 2013 г. Самара, Самарский государственный университет, 2013. С. 25-29.
4. Ларкина А.А., Савоскина Е.В. К вопросу о системе оценочных показателей эффективности деятельности строительных предприятий // Экономические аспекты управления строительным комплексом в современных условиях: материалы II международ. науч. конф., Самара, 28-29 мая 2014 г. Самара: СГАСУ, 2014. С. 87-91.
5. Романов Н.А., Трубчанинова Е.А. Теоретические аспекты управления финансовой стабильностью строительной фирмы // Вестник магистратуры, 2016. № 5-3 (56). С. 42-45.
6. Баннова С.Е. Применение системы стратегического планирования в строительных корпорациях Самарского региона // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре; материалы 70-й юбилейной Всероссийской научно-технической конференции. Самара: СГАСУ, 2013. С. 226-227.
7. Трубчанинова Е.А. Преимущества развития концепции малоэтажно- го строительства в условиях экономического кризиса // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Социально-гуманитарные и экономические науки: сборник статей / под ред. М.И. Бальзанникова, К.С. Галицкова, А.А. Шестакова. Самара: СГАСУ, 2015. С. 219-222.
8. Фролов А.М., Ларкина А.А., Трубчанинова Е.А. Финансы и кредит: учебное пособие. Самара: СГАСУ, 2011. - 248 с.
9. Ларкина А.А., Баннова С.Е. Организация системы планирования текущей деятельности в условиях недостатка информации // Научное обозрение, 2015. № 14. С. 266-269.
10. Визгалина А.А., Баннова С.Е. Разработка и практическое применение риск-ориентированной системы менеджмента на предприятиях Самарской области (на примере строительной компании) // Вестник магистратуры, 2012. № 3. С. 37-40.
11. Явкин А.В. Эффективный финансовый менеджмент (в строитель- стве): учебно-методическое пособие. Самара, 2013. - 132 с.
12. Визгалина А.А., Явкин А.В. Тенденции развития инновационного потенциала Самарского региона // Инновационные стратегии развития экономики и управления [Электронный ресурс]: материалы Международной научно-практической конференции. Самара, 2014. С. 131-137.

REFERENCES

1. Gritsenko A.A. Methods of strategic analysis and their characteristics for assessing financial capacity of an organization in market conditions // Intellectual potential of the XXI century: stages of cognition, 2014. № 21. Pp. 184-188.
2. Savoskina E.V., Shekhova N.V. Management model of organization adaptability // Scientific Survey, 2015. № 7. Pp. 342-345.
3. Barbarskay M.N. Strategic aspects of financial management of construction organizations // Actual problems of development of financial and economic systems and institutions: IV International scientific conference proceedings. Samara, 04-05 April, 2013. Samara, Samara State University, 2013. Pp. 25-29.
4. Larkina A.A., Savoskina E.V. On evaluation system of construction enterprises efficiency // Economic aspects of a building complex management in modern conditions: II International scientific conference proceedings. Samara, 28-29 May, 2014. Samara: SGASU, 2014. Pp. 87-91.
5. Romanov N.A., Trubchaninova E.A. Theoretical aspects of management of a construction company financial stability // Herald of Master's degree program, 2016. № 5-3 (56). Pp. 42-45.
6. Bannova S.E. Application of a strategic planning system in building corporations in the Samara region // Traditions and innovations in architecture and civil engineering: 70-th jubilee all-Russian scientific and technical conference proceedings. Samara: SGASU, 2013. Pp. 226-227.
7. Trubchaninova E.A. Advantages of the development of low-rise construction in conditions of an economic crisis// Traditions and innovations in architecture and civil engineering. Socio-economic sciences and humanities: a collection of articles / ed. by M.I. Balzannikov, K.S. Galitskov, A.A. Shestakov. Samara: SGASU, 2015. Pp. 219-222.
8. Frolov A.M., Larkina A.A., Trubchaninova E.A. Finances and credit: textbook. Samara: SGASU, 2011. 248 p.
9. Larkina A.A., Bannova S.E. Organization of a current planning activity system in conditions of lack of information // Scientific Survey, 2015. № 14. Pp. 266-269.
10. Vizgalina A.A., Bannova S.E. Development and practical application of a risk-based management system for enterprises of the Samara region (on the example of a construction company) // Herald of Master's degree program, 2012. № 3. Pp. 37-40.
11. Yavkin A.V. Effective financial management (in building construction): study guide. Samara, 2013. - 132 p.
12. Vizgalina A.A., Yavkin A.V. Trends in the development of innovation capacity in the Samara region // Innovative strategies of economics and management development [Electronic resource]: International scientific practical conference proceedings. Samara, 2014. Pp. 131-137.

MANAGEMENT MECHANISM OF RESOURCE SAVING AT AN ENTERPRISE AND ITS MODELING

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕМ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Ekaterina V. KNYAZKINA
Natalya A. VANYUSHINA

Е.В. КНЯЗЬКИНА
Н.А. ВАНЮШИНА

*Architecture and Civil Engineering Institute of Samara Technical University
Samara, Russian Federation*

The paper attracts attention to one of the most important approaches to industrial and non-industrial human activities in modern conditions – to resource saving. This is one of crucial issues that are being resolved by chief executives and heads of industrial enterprises. The authors also analyze relationship of resource saving and innovative development, formation of a complex step-by-step algorithm of management mechanism of resource saving at the macroeconomic level. The paper puts forward resource saving solutions as well as a means for modelling a management mechanism of resource saving. It is shown that the main way of resource saving is the use of social resources of economy modernization which are closely connected with the rise in labor productivity. The problems of social factors in the process of resource saving are also discussed.

Keywords: *resource saving, resources, innovation, modeling*

Основное внимание уделено одному из наиболее важных в современных условиях подходов к производственной и непроизводственной деятельности человека – ресурсосбережению. Это один из актуальных вопросов, которые решаются руководителями предприятий. Взаимосвязь ресурсосбережения и инновационного развития, пошаговый алгоритм формирования комплексного механизма управления ресурсосбережением на макроэкономическом уровне также рассмотрены авторами. Предложены варианты направлений ресурсосбережения, подход к моделированию механизма управления им. Показано, что важнейшим направлением ресурсосбережения является использование социальных ресурсов модернизации экономики, с которыми связан рост производительности труда. Затронуты проблемы социальных факторов в процессе ресурсосбережения.

Ключевые слова: *ресурсосбережение, ресурсы, инновации, моделирование*

Характерной особенностью ресурсов, применяемых в производстве и жилищно-коммунальном комплексе (ЖКК), является их взаимозаменяемость. Именно она позволяет отыскивать наиболее рациональную комбинацию ресурсов, обеспечивая экономию финансовых средств. Действительно, недостаток машин и оборудования можно компенсировать дополнительной численностью работников,

и наоборот: повысив квалификацию и образование работников, можно сократить расход материалов, энергии, топлива и т.д. Однако взаимозаменяемость экономических ресурсов ограничена [1].

Один ресурс никогда не заменит и даже существенно не снизит роль других ресурсов. Для получения конечного результата важно наличие всех видов ресурсов, поскольку отсутствие или недостаток одного из них может привести к нарушениям производственного процесса. Именно поэтому следует говорить о системе взаимосвязанных между собой ресурсов, характеризуя отдельные элементы (виды ресурсов), прежде всего как часть целого. Отсюда вытекает комплексный подход к проблеме ресурсосбережения на уровне предприятия [2].

Комплексный характер решения проблемы ресурсосбережения обусловлен важнейшей особенностью современного этапа экономического развития страны: ориентацией на инновационное развитие. Инновационное развитие и ресурсосбережение – это две взаимосвязанные составляющие экономического роста и эффективности этого роста.

Разработан пошаговый алгоритм формирования комплексного механизма управления ресурсосбережением на макроэкономическом уровне на основе преимущественного использования экономических методов регулирования ресурсосберегающих процессов. Основные этапы алгоритма представлены на рис. 1.

Безусловно, инновационное развитие связано с таким экономическим ресурсом, как информация, и в современных условиях значимость рационального использования этого уникального ресурса огромна [4, 5].

Следовательно, с одной стороны, ресурсосбережение стало результатом инновационного развития, т.е. появления новых знаний, информации и, как след-

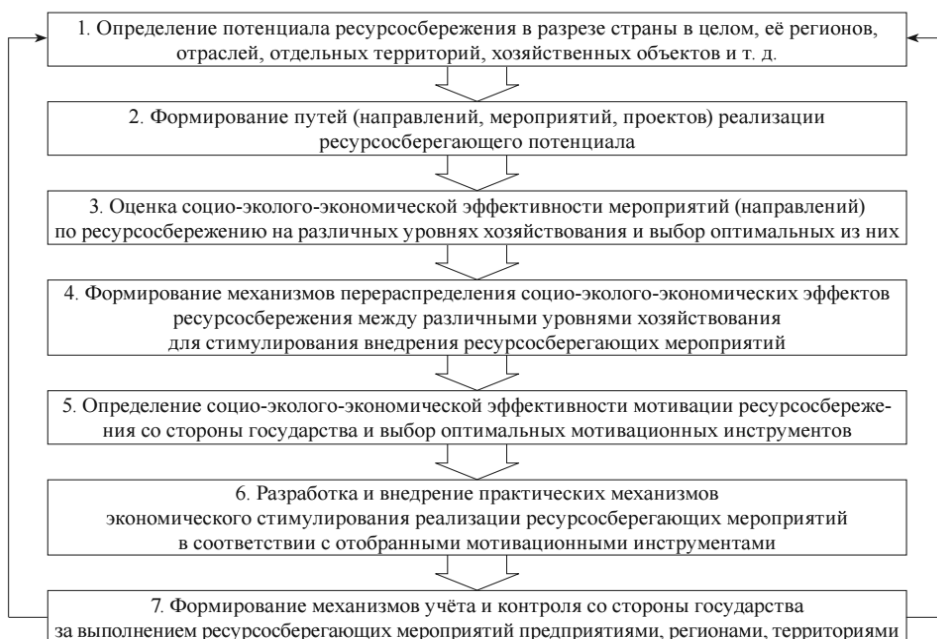


Рис.1. Алгоритм формирования комплексного механизма управления ресурсосбережением на макроэкономическом уровне [3]

ствие, – нововведений. С другой – без ресурсосбережения, т.е. эффективного использования всех видов экономических ресурсов, невозможно инновационное развитие, так как более эффективный экономический рост дает больше прибыли, иными словами, больше финансовых ресурсов, которые могут направляться на инновационное развитие [6].

Научные исследования должны быть направлены на оценку влияния инновационного развития как стратегического направления современного экономического развития страны, на возможности и способы ресурсосбережения. Это связано с тем, что в стране имеется достаточно высокий инновационный потенциал, а инструменты стимулирования его внедрения в производство достаточно слабы. Следствием этого является низкая эффективность использования всех видов экономических ресурсов.

Ресурсосбережение позволяет высвобождать и преумножать капитал. Также сокращение потерь ресурсов позволяет высвобождать денежные средства и на-

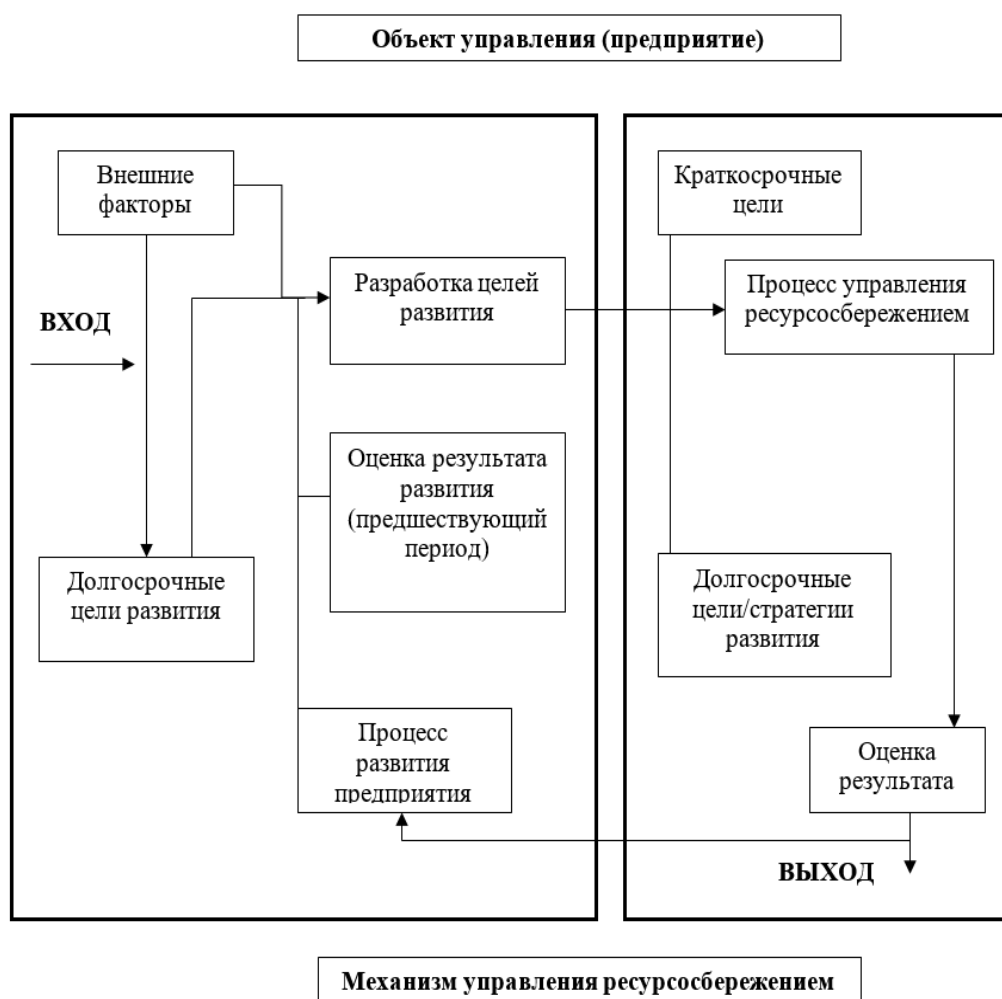


Рис. 2. Механизм управления ресурсосбережением [9]

правлять их для решения других проблем. Инвестиции, направленные на сокращение потерь ресурсов, окупаются по оценкам экспертов в три раза быстрее, чем инвестиции по увеличению данного ресурса [7].

Ресурсосбережение направлено на повышение качества жизни людей в широком смысле слова. Внедрение эффективных систем освещения, повышение качества продуктов питания на основе взаимозаменяемости ресурсов, утилизация и переработка отходов, сокращение добычи полезных ископаемых в результате ресурсосбережения в комплексе позволят повысить качество жизни.

Важнейшим направлением ресурсосбережения является использование социальных ресурсов модернизации экономики, с которыми связан рост производительности труда [8]. Под социальными ресурсами понимают весь комплекс факторов социально-экономического характера на макро- и микроуровнях, влияющих на производительность труда: мотивация труда, условия труда, уровень социального расслоения общества, уровень доверия к институтам власти и т.д. Социальные ресурсы и их эффективное использование реализуются в производительности труда, которая является важнейшим показателем ресурсосбережения и обобщающим показателем эффективности производства.

Вывод. Моделирование механизма управления ресурсосбережением основывается на методологии структурного системного анализа (IDEF0), позволяющей комплексно представить цели и задачи исследования [10]. Предлагаемая концептуальная модель включает в себя набор целей, задач и систему показателей, а также принципы их определения, составляющие в целом методологию и алгоритм исследования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лушников Р.Л., Баяндурян Г.Л. Обоснование направлений совершенствования механизма ресурсосбережения в условиях модернизации экономики // Экономика, 2012. № 4. С. 18-20.
2. Чистякова В.С. Социальные ресурсы модернизации // Экономист, 2010. №5. С. 66-70.
3. Топузов Н.К. Моделирование механизма управления ресурсосбережением корпорации // Экономика и менеджмент, 2014. № 8. С. 24-28.
4. Гинсбург М.В. Ресурсосбережение как основа интенсивного развития отрасли социальной // Фундаментальные исследования, 2006. № 6. С. 74-77.
5. Исмагилов Р.Х. Методы ресурсосбережения на предприятиях машиностроения // Вопросы инновационной экономики, 2012. № 3 (13). С. 32-39.
6. Кияткина Е.П. Эффективный менеджмент управления персоналом в условиях экономического кризиса // Инновационные стратегии развития экономики и управления [Электронный ресурс]: сборник статей / под ред. М.И. Бальзанникова, К.С. Галицкова, Е.Е. Ермолаева. Самара: СГАСУ, 2015. С. 25-31.
7. Власова Н.В. К вопросу о разработке инновационной стратегии фирмы // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы

- 70-й юбилейной Всероссийской научно-технической конференции. Ч. 1. Самара: СГАСУ, 2013. С. 208-209.
8. Ушанова Н.А. Развитие жилищного строительства на основе внедрения инноваций // Современные тенденции развития науки и технологий: сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции. Часть VII / под общ. ред. Е.П. Ткачевой. Белгород: ИП Ткачева Е.П., 2015. С. 120-122.
 9. Сотник И.Н. Формирование механизма управления ресурсосбережением как фактор перехода к эффективной экономике // Вестник Челябинского государственного университета, 2015. № 8. С. 71-78.
 10. Моргун Т.Н., Соловьев К.С., Тищенко Г.З. Формирование механизма управления ресурсосбережением на промышленном предприятии [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования, 2013. № 6.

REFERENCES

1. Lushnikov R.I., Bayanduryan G.I. Justification of improvement mechanism of resource saving in conditions of modernization of the economy // Economics, 2012. №4. Pp. 18-20.
2. Chistyakova V.S. Social resources of modernization // Economist, 2010. №5. Pp. 66-70.
3. Topuzov N.K. Management mechanism of resource saving at a corporation and its modeling // Economics and management, 2014. №8. Pp. 24-28.
4. Ginsburg M.V. Resource-saving as a basis for intensive development of the social industry // Fundamental research, 2006. №6. Pp. 74-77.
5. Ismagilov A.D. Methods of resource saving at enterprises of mechanical engineering // Questions of innovative economy, 2012. №3 (13). Pp. 32-29.
6. Kiyatkina E.P. Effective personnel management in conditions of an economic crisis // Innovative strategies of economics and management development [Electronic resource]: a collection of articles / ed. by M.I. Balzannikov, K.S. Galitskov, E.E. Ermolaev. Samara: SGASU, 2015. Pp. 25-31.
7. Vlasova N.V. On innovation strategy development of a company // Traditions and innovations in architecture and civil engineering: 70 jubilee All-Russia scientific technical conference proceedings. Vol.1. Samara: SGASU, 2013. Pp. 208-209.
8. Ushanova N.A. House construction development based on innovation // Modern trends in science and technology: VII international scientific practical conference proceedings. Part VII / Ed. by E.P. Tkacheva. Belgorod: IP Tkacheva E.P., 2015. Pp. 120-122.
9. Sotnik I.N. Management mechanism of resource saving and its formation as an important factor in the process of transition to an effective economy // Vestnik of Chelyabinsk State University, 2015. № 8. Pp. 71-78.
10. Morgun T.N., Solovyov K.S., Tishchenkova G.Z. Management mechanism of resource saving and its formation at an industrial enterprise [Electronic resource] // Contemporary problems of science and education, 2013. №6.

A MODERN APPROACH TO ENERGY SAVING IN BUILDING OPERATION

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

Elena P. SERPUKHOVA

Е.П. СЕРПУХОВА

*Architecture and Civil Engineering Institute of Samara Technical University
Samara, Russian Federation*

The paper introduces a modern approach showing how the implementation of energy efficiency measures helps reduce costs of building operation. This approach is based on the necessity to comply with legislation in the field of energy saving and bear full operating costs of maintenance facilities in the context of increasing utility rates. The aim of the work is to justify an energy-saving approach to buildings with the formation of the list of activities that optimize utility costs. The research shows that this approach can only be effective if energy saving measures are implemented at all stages of the life cycle of a building: its design, construction and operation. The author recommends implementing state programs for energy-efficient houses.

Keywords: *energy saving, rates, buildings*

Представлен актуальный подход, при котором реализация на практике энергосберегающих мероприятий позволяет сократить затраты на эксплуатацию зданий. Этот подход базируется на необходимости соблюдать законодательство в области энергосбережения и нести полные затраты на содержание объектов, в том числе в условиях роста тарифов на коммунальные услуги. Целью работы стало обоснование энергосберегающего подхода по зданиям с формированием перечня мероприятий, оптимизирующих коммунальные затраты. В работе показано, что эффективен такой подход, при котором энергосберегающие мероприятия проводятся почти на всех этапах жизненного цикла здания – от его проектирования, строительства до эксплуатации. Рекомендовано внедрять государственные программы по энергоэффективным домам.

Ключевые слова: *энергосбережение, тарифы, здания*

Для эксплуатации зданий, поддержания их в надлежащем состоянии требуются немалые средства, необходимые для реализации государственной политики, направленной на «Создание экологически чистой, безопасной и комфортной среды жизнедеятельности человека, обеспечение высокого качества жизни» [1]. Одним из видов основных затрат по эксплуатации зданий являются затраты на коммунальные услуги.

Рост тарифов на коммунальные услуги стал обычной частью российской действительности. В среднем по Самарской области индексация всех коммуналь-

ных тарифов не должна превышать в 2016 г. 4,8 % [2]. На электричество тарифы зависят от наличия стационарных электроплит, используемой одно- или двухтарифной системы (на двухтарифную влияет время суток). В трехтарифной системе учитываются зоны (пиковая, полупиковая и ночная). В среднем на электричество в Самаре с 01.07.2016 г. рост тарифов составил 6,7 %, т.е. выше средней индексации по всем коммунальным услугам [3, 4]. Что касается тепловой энергии, то цены на нее зависят от поставщика. С 01.07.2016 г. в Самаре в среднем рост составил 2,6 %. Все эти затраты являются основными в общей структуре коммунальных платежей: «В платежах на жилищно-коммунальные услуги (ЖКУ) включены суммы потребляемого топлива. Их количество составляет примерно 40 % от всех платежей, т.е. это чистая топливная составляющая» [5]. Вопрос повышения тарифов на услуги жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) в 2017 г. обсуждался на заседании Правительства Российской Федерации. На следующий год тарифы на ЖКХ поднимут в среднем на 4,9 % (в Москве на 7 %), причем с 1 июля. В 2018 г. рост услуг ЖКХ составит в среднем 4,4 %, а в 2019 г. – 4,1 % [6, 7]. По теплу средний рост тарифов по стране составит: в 2017 г. – 4,9 %, в 2018 г. – 4,4 %, в 2019 г. – 4,1 %.

Поэтому юридические и физические лица, эксплуатирующие здания, заинтересованы во внедрении мероприятий, при которых указанные затраты будут оптимизированы. Если большая часть коммунальных расходов приходится на затраты с энергетической составляющей, то меры, в первую очередь, следует применять именно в этом направлении. Речь идет о мерах по энергосбережению: «Политика энерго- и ресурсосбережения неразрывно связана с оптимизацией платы по использованию ресурсов» [8]. Эти меры соответствуют государственной политике в области энергосбережения. «В нашей стране основным законодательным актом, регулирующим деятельность в области энергосбережения, является Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...». Он устанавливает основные параметры энергетической эффективности, указывает, какие здания должны соответствовать требованиям энергоэффективности, принципы энергосбережения, особенности государственного регулирования и т.д.» [9].

Энергосбережение по зданиям целесообразно проводить в комплексе, начиная от стадии проектирования, потом строительства и эксплуатации объекта. В сфере проектирования и строительства следует ориентироваться на главный критерий - класс энергоэффективности здания. «Показателем энергоэффективности здания служит величина потери тепловой энергии с квадратного метра» [10]. Высокую энергоэффективность обеспечивают меры по тепловой изоляции разных частей дома: стен, крыши, окон, фундамента. Теплопотери через стены связаны с материалом, из которого построен дом. Тщательный выбор материалов для строительства – обязательное условие, позволяющее экономить до 60 % будущих затрат энергетических ресурсов. Существует три способа утепления стен: изнутри здания, снаружи и внутри самой стены (последний доступен только на этапе строительства). Идеальный материал для теплоизоляции кровли должен быть долговечным, простым в монтаже, устойчивым к воздействию влаги и перепадам температур, обеспечивающим пожарную безопасность. Теплозащита основания дома

(фундамента) должна обладать высокой механической прочностью [11]. Грамотно рассчитанная и качественно смонтированная теплоизоляция, специальный каркас здания, специальная разработка узлов примыкания, повышенная герметичность здания позволяют сократить общие теплопотери [12].

В комплексе реализацию оптимальных энергосберегающих мер можно наблюдать в энергоэффективных домах. Они широко распространены в Канаде, Японии, Дании. В Российской Федерации такие дома строятся реже, в основном на средства бюджета. С 2010 г. в РФ началась более активная, чем ранее, практика внедрения энергоэффективного жилья. Уже построено 132 дома с применением таких инновационных технологий в 37 регионах РФ. В 5 регионах сейчас строятся 5 зданий. В этих зданиях коммунальные платежи на энергоресурсы ниже, чем в обычных домах, на 40 %. При реализации проектов российских энергоэффективных домов иногда наблюдается ситуация, при которой в обычный проект со стандартными технологиями внедряют некоторые энергосберегающие технологии и называют такой дом энергоэффективным. Но в этом случае просто получается дом с элементами энергоэффективности, а не энергоэффективный дом. Для последнего требуется полный комплекс необходимых технологий и мероприятий [13, 14].

Таким образом, применение энергосберегающих мероприятий позволяет оптимизировать затраты на коммунальные энергетические ресурсы. Наиболее эффективными эти затраты станут, если их внедрять на всех основных этапах жизненного цикла здания. Такой современный подход в полной мере проявляется в энергоэффективных домах. Основным фактором, препятствующим более активному строительству этих домов, является их высокая, по сравнению с обычными домами, стоимость. Для широкого внедрения энергоэффективных домов в нашей стране нужны государственные программы, стимулирующие энергоэффективное строительство. И они уже реализуются. Для снижения строительных затрат на коммунальную инфраструктуру с 2016 г. заработал механизм господдержки модернизации систем коммунальной инфраструктуры для энергоэффективных домов.

Вывод. Обеспечив энергоэффективность зданий за счет представленных в данном исследовании мероприятий, можно оптимизировать затраты на жилищно-коммунальные услуги даже в условиях роста коммунальных тарифов. Реализация энергосберегающих мер при эксплуатации зданий – важная часть стратегической политики государства, направленной на энергосбережение в стране.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Петров Н.А. К вопросу решения экологической безопасности объектов жилищно-коммунального комплекса при их модернизации // Инновационные стратегии развития экономики и управления [Электронный ресурс]: сборник статей. Самара: СГАСУ, 2015. С. 298-300.
2. Насколько вырастут тарифы ЖКХ в Самаре [Электронный ресурс]. URL: <http://63.ru/text/news/177599771037696.html>.
3. С 1 июля вырастут тарифы // Ва-банкЪ, 2016. № 2. С. 6.

4. Тарифы на электроэнергию в Самаре на 2016 год [Электронный ресурс]. URL: <http://www.zdravplus.ru/statiy/raznoe/857-tarif-na-elektri4estvo>.
5. Панова О.И. Управление энергосервисными договорами и энергоэффективностью в ЖКХ // Экономика строительства, 2016. № 2. С. 57.
6. Тарифы на ЖКХ в 2017 году. Таблица цен на газ, воду, свет, электричество и отопление [Электронный ресурс]. URL: http://informatio.ru/news/society/tarify/tarify_na_zhkkh_v_2017_godu/.
7. ЖКХ вновь подорожает – с 1 июля // Комсомольская правда, 2016. № 12. С. 2.
8. Серпухова Е.П. Тепловые счетчики как элемент эффективной эксплуатации объектов // Энергоэффективность, ресурсосбережение и природопользование в городском хозяйстве и строительстве: экономика и управление [Электронный ресурс]: материалы III Международной научно-технической конференции / М-во образования и науки Рос. Федерации. Волгоград. гос. архит.-строит. ун-т. Волгоград: ВолГАСУ, 2016. С. 578.
9. Бузырев В.В., Федосеев И.В., Колмогоров О.И. Оценка энергоэффективного капитального ремонта жилищного фонда на основе анализа затрат на производство работ // Экономика строительства, 2016. № 5. С. 73.
10. Петрова Л.В., Кияева М.В. Анализ затрат на строительство энергосберегающих домов // Инновационные стратегии развития экономики и управления [Электронный ресурс]: сборник статей. Самара: СГАСУ, 2011. С. 130-135.
11. Что такое энергоэффективный дом [Электронный ресурс]. URL: <http://www.7dach.ru/ROCKWOOL/chto-takoe-energoeffektivnyy-dom-87225.html>.
12. Энергоэффективный дом [Электронный ресурс]. URL: <http://www.proterem.ru/avtonomnyj-dom/jenergojeffektivnyj-dom.html>.
13. Чернышов П. Современные технологии почти вдвое снижают платеж за «коммуналку» // Комсомольская правда, 2016. № 11. С. 3.
14. Орлова О. Свой дом // АиФ, 2016. № 42. С. 8.

REFERENCES

1. Petrov N.A. The solution of the issue of environmental security of housing-and-municipal complexes in their modernization // Innovative strategies of development economics and management [Electronic resource]: a collection of articles. Samara: SGASU, 2015. Pp. 298-300.
2. On the amount of Housing and Utility Infrastructure rates increase in Samara [Electronic resource]. URL: <http://63.ru/text/news/177599771037696.html>.
3. Rates are growing from July 1st // VA-Bank, 2016. №2. Pp. 6.
4. Electricity rates in Samara in 2016 [Electronic resource]. URL: <http://www.zdravplus.ru/statiy/raznoe/857-tarif-na-elektri4estvo>.
5. Panova O.I. Management of performance contract and energy efficiency in housing // Economics of construction, 2016. №2. Pp. 57.

6. Housing and Utility Infrastructure rates in 2017. Table of prices for gas, water, light, electricity and heating [Electronic resource]. URL: http://informatio.ru/news/society/tarify/tarify_na_zhkkh_v_2017_godu/.
7. Housing and Utility Infrastructure rates are growing again: July 1st // Komsomolskaya Pravda, 2016. №12 Pp. 2.
8. Serpukhova E.P. Heat meters as an element of efficient operation of facilities // Energy efficiency, resource saving and environmental management in urban agriculture and construction: Economics and management [Electronic resource]: III International Scientific-Technological Conference Proceedings / Ministry of Education and Science of the Russian Federation. Volgograd University of Architecture and Civil Engineering. Volgograd: VolGASU, 2016. Pp. 578.
9. Buzyrev V.V., Fedoseyev I.V., Kolmogorov O.I. Evaluation of energy efficient housing facilities capital repair based on cost-benefit analysis of production work // Economics of construction, 2016. №5. Pp. 73.
10. Petrova I.V., Kyaeva M.V. Cost-benefit analysis on the construction of energy-efficient houses // Innovative strategies of economics and management development [Electronic resource]: a collection of articles. Samara: SGASU, 201. Pp. 130-135 .
11. What is an energy-efficient house [Electronic resource]. URL: <http://www.7dach.ru/ROCKWOOL/chto-takoe-energoeffektivnyy-dom-87225.html>.
12. An energy-efficient house [Electronic resource]. URL: <http://www.proterem.ru/avtonomnyj-dom/jenergojektivnyj-dom.html>.
13. Chernyshov P. Modern technology lower payment for public utility rates almost in two times // Komsomolskaya Pravda, 2016. №11. Pp. 3.
14. Orlova O. A house of your own // Aif, 2016. №42. Pp. 8.

BUILDING STRUCTURES, BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS

ANALYTICAL METHOD OF DETERMINING WATER VAPOUR TRANSMISSION OF EXPANDED-CLAY CONCRETE AND CERAMIC STONES

АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРПРОНИЦАЕМОСТИ КЕРАМЗИТОБЕТОННЫХ И КЕРАМИЧЕСКИХ КАМНЕЙ

Yuriy S. VYTCHIKOV

Igor G. BELYAKOV

Natalia G. KALMYCHKOVA

Ю.С. ВЫТЧИКОВ

И.Г. БЕЛЯКОВ

Н.Г. КАЛМЫЧКОВА

*Architecture and Civil Engineering Institute of Samara Technical University
Samara, Russian Federation*

The paper aims to describe a new approximate analytic method of determining water vapor transmission of hollow expanded-clay concrete stones. Elasticity field of water vapor in hollow wall stone is calculated by using the finite element method implemented in the program complex THERM 6.2. The values of water vapor transmission coefficients of stone, water, air and insulation materials are used as the initial data. The value of water vapor transmission coefficient of wall stone is determined as a result of solving the inverse problem.

Keywords: wall stone, water vapor transmission coefficient, approximate method, air-space insulation, program

Целью работы является описание нового приближенного аналитического метода определения паропрооницаемости пустотелых керамзитобетонных камней. С помощью метода конечных элементов, реализованного в программном комплексе THERM 6.2, рассчитывается поле упругостей водяного пара в пустотелом стеновом камне. В качестве исходных данных используются значения коэффициентов паропрооницаемости материала камня, воздуха и утеплителя. В результате решения обратной задачи определяется значение коэффициента паропрооницаемости стенового камня.

Ключевые слова: стеновой камень, коэффициент паропрооницаемости, приближенный метод, воздушная прослойка, программа

Строительные и теплоизоляционные материалы с физической точки зрения представляют собой капиллярно-пористые тела, через которые происходит проникновение водяного пара под действием разностей парциальных давлений между внутренним и наружным воздухом.

Важнейшей качественной характеристикой материала служит коэффициент паропрооницаемости, определяемый экспериментально по методике, приведенной в ГОСТ 25898.

В настоящее время отсутствует методика экспериментального определения паропроницаемости кладок из стеновых строительных изделий. Поэтому возникла необходимость в разработке аналитического метода расчета паропроницаемости как отдельных камней, так и кладок из них.

В работах [1–6] представлены результаты теоретического и экспериментального исследования влажностного режима строительных ограждающих конструкций.

Рассмотрим методику определения коэффициента паропроницаемости энергоэффективного керамзитобетонного камня с заполнением пустот пенополистирольными вкладками, представленного на рис. 1.

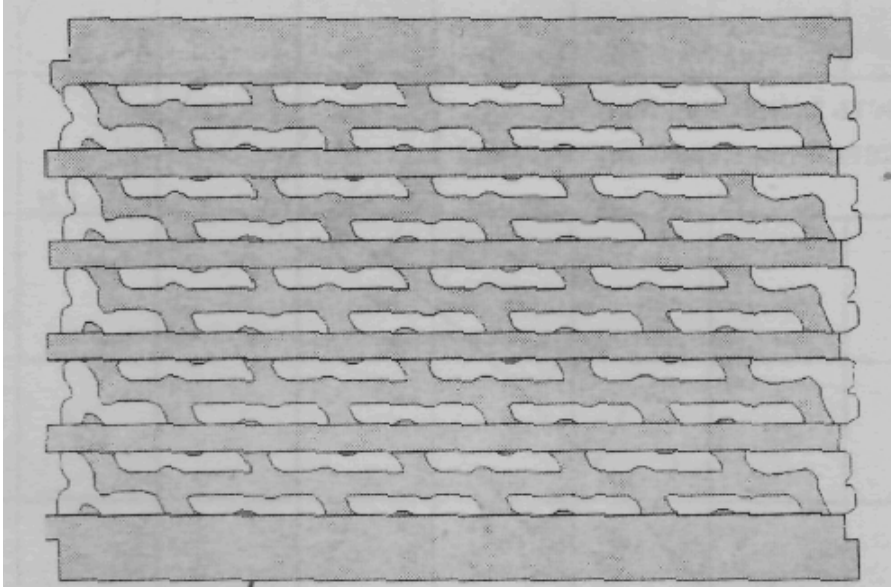


Рис. 1. Керамзитобетонный блок с пустотами, заполненными пенополистиролом

Для определения эквивалентного коэффициента паропроницаемостей камней в целом предлагается использовать специально разработанную методику, базирующуюся на применении метода конечных элементов, реализованного в программном комплексе THERM 6.2.

Из физики известно, что между процессами диффузии газов и процессами теплопроводности имеется полная аналогия. Следовательно, все положения, на которых построены законы теплопроводности, вполне применимы к явлениям диффузии водяного пара.

Для плоской стационарной задачи уравнение теплопроводности имеет вид

$$\frac{\lambda}{c\gamma} \left[\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} \right] = 0, \quad (1)$$

где λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С);

c – удельная теплоемкость материала, Дж/(кг·°С);

γ – объемный вес материала, кг/м³;

t – температура, °С.

Для решения задачи паропроницаемости для стационарных условий дифференциальное уравнение диффузии водяного пара имеет аналогичный вид:

$$\frac{\mu}{\zeta\gamma} \left[\frac{\partial^2 e}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 e}{\partial y^2} \right] = 0, \quad (2)$$

где μ – коэффициент паропроницаемости материала, мг/(м·ч·Па);

ζ – удельная пароемкость материала;

γ – объемный вес материала, кг/м³;

e – упругость водяного пара, Па.

Сопротивление паропроницанию ограждения R_n вычисляют по формуле

$$R_{оп} = \frac{e_e - e_n}{q_{п}}, \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)}/\text{мг}, \quad (3)$$

где e_e – упругость насыщенных паров воды внутреннего воздуха, Па;

e_n – упругость насыщенных паров воды наружного воздуха, Па,

$q_{п}$ – плотность потока водяного пара проходящего через образец, мг/(м²·ч·Па).

Величина e_e рассчитывается по формуле

$$e_e = \frac{\varphi_e}{100} \cdot E_e, \text{ Па}, \quad (4)$$

где φ_e – относительная влажность внутреннего воздуха, %;

E_e – упругость полного насыщения внутреннего воздуха, Па.

Плотность потока водяного пара проходящего через конструкцию определяется по выражению

$$q_{п} = \frac{1}{k_{п}} - \frac{1}{\alpha_{вп}} - \frac{1}{\alpha_{нп}}, \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}), \quad (5)$$

где $\alpha_{вп}$, $\alpha_{нп}$ – коэффициенты влагоотдачи внутреннего и наружного воздуха соответственно;

$k_{п} = \frac{1}{R_{оп}}$ – коэффициент влагопередачи ограждения, мг/(м²·ч·Па).

Сопротивление паропроницанию слоя ограждения $R_{п}$ можно вычислить по формуле

$$R_{п} = \frac{\delta}{\mu}, \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)}/\text{мг}, \quad (6)$$

где δ – толщина слоя ограждения, м;

μ – тоже, что и в [3].

Полное сопротивление паропроницанию определяется по формуле

$$R_{оп} = R_{вп} + \frac{\delta_n}{\mu_n} + R_{нп}, \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)}/\text{мг}, \quad (7)$$

где n – количество слоев ограждения;

$R_{ВП}$, $R_{НП}$ – сопротивления влагообмену между воздухом и соответственно внутренней и наружной поверхностями ограждения; принимаем согласно данным, представленным в [1]:

$$R_{ВП}=0,027 \text{ (м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{Па)/мг; } R_{НП}=0,013 \text{ (м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{Па)/мг.} \quad (8)$$

Формула для определения коэффициента паропроницания ограждения в целом:

$$\mu_o = \frac{\delta}{\frac{1}{k_{П}} + \frac{1}{\alpha_{сП}} + \frac{1}{\alpha_{нП}}}, \text{ мг/(м}\cdot\text{ч}\cdot\text{Па)}, \quad (9)$$

где $k_{П}$ – то же, что и в (5), мг/(м²·ч·Па).

Плотность потока водяного пара, проходящего через конструкцию, определяем по формуле с учетом поля упругостей водяного пара ограждения:

$$q_{П} = \alpha_{ВП} \cdot (e_e - \bar{e}_e), \text{ мг/(м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{Па)}, \quad (10)$$

где \bar{e}_e – среднее значение упругостей паров водяного пара на внутренней поверхности ограждения, Па.

В качестве теплоизоляционного материала, заполняющего пустоты, принят пенополистирол марки ПСБ-С-35 плотностью не менее 25 кг/м³, коэффициент паропроницания которого составляет 0,039 мг/(м·ч·Па).

Коэффициент паропроницания основного материала блока – керамзитобетона плотностью 1000 кг/м³ имеет значение 0,14 мг/(м·ч·Па).

Программа автоматически строит сетку конечных элементов, изображенную на рис. 2.

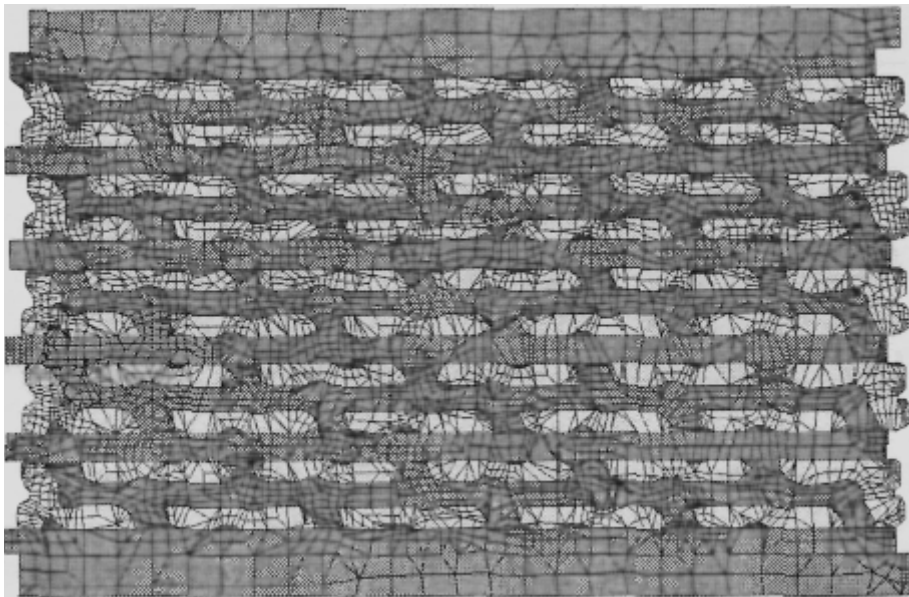


Рис. 2. Сетка конечных элементов

Задавшись граничными условиями, определяем коэффициенты влагоотдачи со стороны внутреннего и наружного воздуха:

$$\alpha_{вп} = \frac{1}{R_{вп}} = \frac{1}{0,027} = 37,04 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па});$$

$$\alpha_{нп} = \frac{1}{R_{нп}} = \frac{1}{0,013} = 76,92 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па});$$

$$e_в = \frac{55}{100} \cdot 2337 = 1285,35 \text{ Па.}$$

$e_н = 220 \text{ Па}$ – значение, принимаемое при средней температуре наружного воздуха наиболее холодного месяца (для г. Самары).

В результате получаем следующее распределение упругости водяного пара в утепленном керамзитобетонном камне, приведенное на рис. 3.

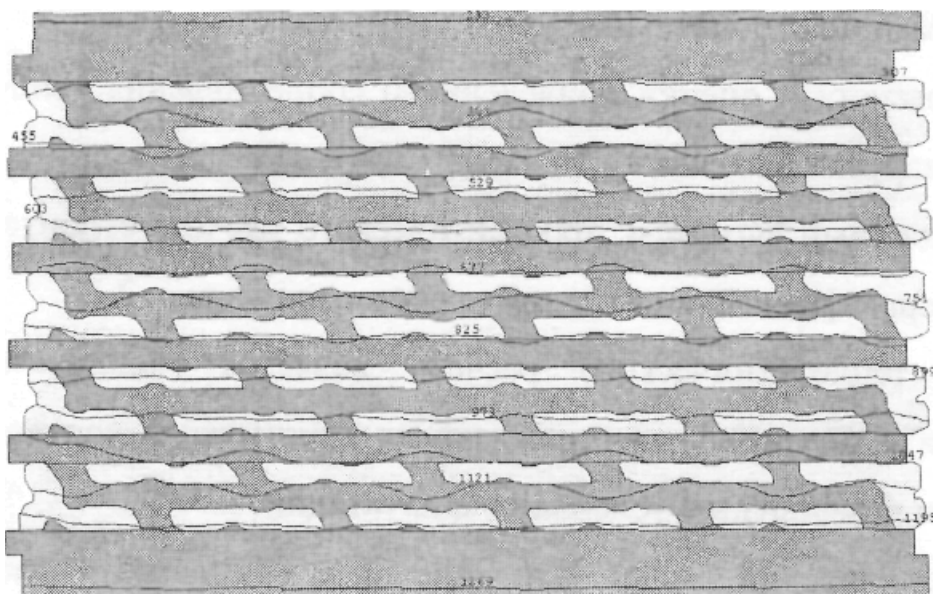


Рис. 3. Распределение упругостей водяного пара в ограждении

Используя полученные результаты, определяем плотность водяного потока, проходящего через конструкцию:

$$q_{п} = \alpha_{вп} \cdot (e_в - \bar{e}_в) = 37,04 \cdot (1285,35 - 1278,6) = 249,9 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}).$$

Согласно формуле (3) определяем сопротивление паропрооницанию блока:

$$R_{оп} = \frac{1285,35 - 220}{249,9} = 4,26 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)/мг.}$$

Коэффициент паропроницаемости блока рассчитываем по формуле

$$\mu_o = \frac{\delta}{R_{оп} - R_{вп} - R_{нп}} = \frac{0,36}{4,26 - 0,027 - 0,013} = 0,085 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}).$$

Следует отметить, что в программе есть возможность автоматического определения коэффициента влагопередачи (или теплопередачи) ограждения, который для данного примера составил 0,2293 мг/(м²·ч·Па).

Коэффициент паропроницаемости блока вычисляем по формуле

$$\mu_o = \frac{\delta}{\frac{1}{k_{п}} - R_{вп} - R_{нп}} = \frac{0,36}{\frac{1}{0,2293} - 0,027 - 0,013} = 0,083 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}).$$

Если рассматривать определение коэффициентов паропроницаемости пустотелых камней, то необходимо учесть влияние замкнутых воздушных прослоек, коэффициент паропроницаемости которых можно принять равным 1 мг/(м·ч·Па) согласно [5]. Аналогичным образом можно учесть влияние растворных швов в конструкциях кладок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вытчиков Ю.С. Определение плоскости конденсации для многослойных ограждающих конструкций // Строительные материалы, 2006. № 4. С. 92-94.
2. Вытчиков Ю.С., Беляков И.Г. Исследование влажностного режима строительных ограждающих конструкций с помощью метода безразмерных характеристик // Известия высших учебных заведений. Строительство, 1998. № 3. С. 76.
3. Вытчиков Ю.С., Вытчиков А.Ю., Сапарёв М.Е. Оценка влажностного режима утепленной наружной стены самарского государственного театра драмы после его реконструкции // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Естественные науки и техносферная безопасность: сборник статей по материалам 72-й Всероссийской научно-технической конференции. Самара: СГАСУ, 2015. С. 211-215.
4. Вытчиков Ю.С., Горин В.М., Токарева С.А. Оценка паропроницаемости стеновых ограждающих конструкций из пустотелых керамзитобетонных камней // Строительные материалы, 2010. № 8. С. 18-19.
5. Фокин, К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий / под ред. Ю.А. Табунщикова, В.Г. Гагарина. 5-е изд., пересмотр. М.: Авок-пресс, 2006. - 256 с.
6. Богословский В.Н., Гагарин В.Г. Потенциал влажности. Теоретические основы // Российская академия архитектуры и строительства. Вестник отделения строительных наук, 1996. Вып. 1. С. 12-14.
7. Богословский В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха). СПб.: АВОК Северо-Запад, 2006. - 400 с.

8. Козлов В.В. Параметры зоны конденсации ограждающей конструкции, с учетом влаго-проводности материалов // Сборник докладов седьмой научно-практической конференции «Актуальные проблемы строительной теплофизики». (Академические чтения). М.: НИИСФ, 2002. С. 255-260.
9. Зеленцов Д.В., Ромейко М.Б. О тепловлажностном режиме в индивидуальном плавательном бассейне // Научное обозрение, 2014. № 4. С. 84-89.
10. Гордеева Т.Е., Зеленцов Д.В. Улучшение тепловлажностного режима жилого помещения // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура, 2013. № 2 (10). С. 94-96.

REFERENCES

1. Vytchikov Yu.S. On defining condensation plane for many-layers building envelopes // Building materials, 2006. № 4. Pp. 92-94.
2. Vytchikov Yu.S., Belyakov I.G. Analysing moist conditions of building envelope while using dimensionless performance // High institutions news. Building, 1998. - 76 p.
3. Vytchikov Yu.S., Vytchikov aYu., Saparev M.E. Analysing moist conditions of insulated outer walls of Samara State Drama Theater after its reconstruction // Traditions and innovations in architecture and civil engineering Natural sciences and technosphere safety: 72 All-Russia scientific and technical conference proceedings. Samara: SGASU, 2015. Pp. 211-215.
4. Vytchikov Yu.S., Gorin V.M., Tokareva S.A. Evaluation of water vapor transmission of wall building envelopes made of hollow expanded-clay concrete stones // Building materials, 2010. № 8. Pp. 18-19.
5. Fokin K.F. Construction heat engineering of building envelopes / ed. by Yu.A. Tabunshchikov & V.G. Gagarin. 5 ed. revision. М.: Avokpress, 2006. - 256 p.
6. Bogoslovskiy V.N., Gagarin V.G. Moisture capacity. Theoretical basis // Russian Academy of architecture and construction. Bulletin of the Department of construction science, 1996. Vol.1. Pp. 12-14.
7. Bogoslovskiy V.N. Building Thermophysics (thermal fundamentals of heating, ventilation and air conditioning). SPb.: AVOL Northwest, 2006. - 400 p.
8. Kozlov V.V. Parameters of a building envelope condensation zone with account of materials moisture conductivity // 7th scientific-practical conference "Actual problems of building thermal physics" proceedings (Academic readings). М., NIISF, 2002. Pp. 255-260.
9. Zelentsov D.V., Romejko M.B. On heat-to-humidity ratio in an individual swimming pool // Scientific Survey, 2014. №4. Pp. 84-89.
10. Gordeeva T.E. Zelentsov D.V. Improvement of heat-to-humidity ratio of a residential building // Vestnik SGASU. Town Planning and Architecture, 2013. № 2 (10). Pp. 94-96.

SIMULATION STUDY OF REINFORCED CONCRETE MONOLITHIC BEAM-LESS FLOOR STRUCTURES AND THEIR STRENGTHENING WITH CARBON FIBER

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОНОЛИТНЫХ БЕЗБАЛОЧНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ УГЛЕВОЛОКНОМ

ANNA A. MOTRENKO

А.А. МОТРЕНКО

*Architecture and Civil Engineering Institute of Samara Technical University
Samara, Russian Federation*

This work aims to study the question of strengthening reinforced concrete monolithic floor structures while needling for ventilation shafts in an existing building. The main method of strengthening in such cases is usually framing the openings with corners, U-sections or stakes attached to bearing walls. These methods have several drawbacks. One of the new popular methods today involves strengthening reinforced concrete monolithic floor structures with composite materials. In this paper we take carbon fiber as a strengthening material. With carbon fiber is used as a strengthening material, the calculation scheme of the floor structure remains unchanged as well as the space-planning decisions of premises and the floor structure weight. We used a finite-element model in «Lira» software and manual calculation to define the strengthening parameters as the main methods in this research. This article presents basic data for modeling of a monolithic beam-less floor structure.

Keywords: *strengthening of reinforced concrete slabs, design model, strengthening with carbon fiber*

Целью данной работы является исследование вопроса усиления монолитного железобетонного перекрытия, при пробивке отверстий для вентиляционных коробов в существующем здании. Основным методом усиления в таких случаях является обрамление отверстия уголками, швеллерами или устройством подпорок крепящиеся к несущим стенам. Данные методы имеют ряд недостатков. Относительно недавно начало приобретать популярность усиление железобетонных конструкций при помощи композитных материалов. В данной работе в качестве материала усиления применяется углеволокно. При усилении углеволокном не изменяется расчетная схема перекрытия, остаются прежними объемно-планировочные решения помещений и вес перекрытия, Методы исследований: для определения параметров усиления используются конечно-элементная модель в программе «Лира» и ручной расчет. В статье представлены исходные данные для моделирования монолитного безбалочного перекрытия.

Ключевые слова: *усиление железобетонных перекрытий, расчетная схема, усиление углеволокном*

При изменении назначения здания или ошибках строительства, зачастую требуется устройство отверстий в перекрытиях не предусмотренных проектом и поэтому требующие усиления. Способы усиления в таких случаях известны [1-3], но достаточно мало освещены в нормативных документах и имеют ряд недостатков. При усилении небольшого проема в монолитной ж/б плите используется обрамление швеллером по периметру. Металл приваривается к арматуре, торчащей из перекрытия и зачеканивается раствором. При усилении проема большого размера применяются металлические подпорки, крепящиеся к нижним несущим стенам (швеллера, двутавры или уголки). Если к несущим стенам по какой-то причине не удастся прикрепить металлоконструкции, под затрагиваемое перекрытие устанавливаются постоянные колонны. Использование данных способов усиления достаточно трудоемко, приводит к увеличению веса конструкций или изменению расчетной схемы перекрытия. Поэтому в данной работе предлагается вариант усиления при помощи углеволокна, который позволит избежать все эти недостатки [4-6].

Существующее здание на основе которого будет проводиться исследование находится в городе Самара на пересечении улиц Ново-Садовая и 22 партсъезда. Здание проектировалось как жилое, но после завершения строительства так и не было сдано в эксплуатацию. Через несколько лет возникла потребность в реконструкции в связи с изменением назначения здания на общественное, соответственно изменились планировки и расположение проемов под вентиляционные короба (рис.1). Поэтому возникла проблема усиления перекрытия в местах пробивки отверстий, с минимальным увеличением нагрузки и без изменения расчетной схемы.

Для решения данной проблемы, требуется решить следующие задачи:

- создать конечно-элементную модель существующих перекрытий в ПК «Ли́ра» для определения фактических напряжений [7];

1) добавить в модель новые отверстия для определения перераспределения напряжений;

2) в местах где несущей способности перекрытия недостаточно, замоделировать усиление углеволокном [8], [9];

3) для сравнения произвести ручной расчет усиления [10].

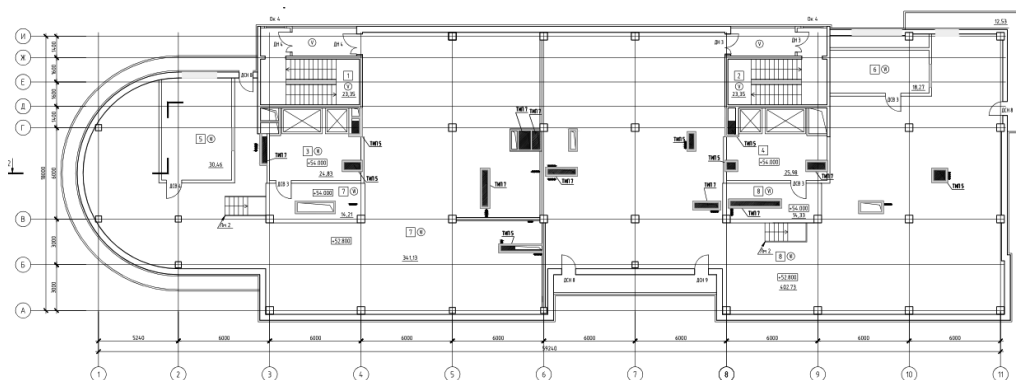


Рис. 1. План технического этажа с обозначением мест пробивки отверстий

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Онуфриев, Н.М. Усиление железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений/ Н.М. Онуфриев – М.; Л.: Стройиздат, 1965. – 342 с.
2. Яковлева, М.В. Обследование технического состояния зданий и сооружений: учебное пособие/ Е.А. Фролов, А.Е. Фролов, К.И. Гимадетдинов. Самара, 2011 – 209 с.
3. Хило, Е.Р. Усиление строительных конструкций/ Е.Р. Хило, Б.С. Попович. Львов, Изд-во при Львовском ун-те, 1985. - 185 с.
4. Чернявский, В.Л. Современные материалы и технологии ремонта и усиления конструкций мостов: материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современные технические решения по повышению надежности автомобильных дорог и искусственных сооружений/ В.Л. Чернявский. Краснодар, 2001. С. 199-201.
5. Клевцов, В.А. Расчет прочности нормальных сечений изгибаемых элементов, усиленных внешней арматурой из полимерных композиционных материалов. В.А. Клевцов, Н.В. Фаткуллин // Научно-техническая конференция молодых ученых и аспирантов [Электронный ресурс]. М.: ЦНИИС, 2006.
6. Хаютин, Ю.Г., Применение углепластиков для усиления строительных конструкций/ В.Л. Чернявский, Е.З. Аксельрод. Бетон и железобетон. № 6. № 1. 2003. М.: Изд-во «Ладья», 2002. С. 17-20.
7. Бородачев, Н.А. Железобетонные и каменные конструкции: методические указания к практическим занятиям/ Бородачев Н.А. Самара: СГАСУ, 2004. – 34 с.
8. Чернявский В.Л. Руководство по усилению железобетонных конструкций композитными материалами/ В.Л. Чернявский, Ю.Г. Хаютин, Е.З. Аксельрод, В.А. Клевцов, Н.В. Фаткуллин. М.: НИИЖБ, 2006. – 48 с.
9. Шилин А.А., Внешнее армирование железобетонных конструкций композитными материалами: руководство по усилению/ А.А. Шилин, В.А. Пшеничный, Д.В. Каргузов. М.: Стройиздат, 2007. – 184 с.
10. Гимадетдинов К.И., Мотренко А.А. Исследование работы изгибаемых железобетонных балок, усиленных углеволокном под нагрузкой // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре [Электронный ресурс]: материалы 72-й Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР. Самара: СГАСУ, 2015. С. 128-130.

REFERENCES

1. Onufriev N.M. Strengthening of concrete structures of industrial buildings / N.M. Onufriev. M., L.: Stroiizdat, 1965. 342 p.
2. Yakovleva M.V. Inspection of technical condition of buildings and structures: textbook / E.A. Frolov, A.E. Frolov, K.I. Gimadetdinov. Samara, 2011. - 209 p.
3. Khilo E.R. Strengthening of building structures / E.R. Khilo, B.S. Popovich. Lviv, IZD-vo at Lviv University, 1985. - 185 p.

4. Chernyavskiy V.L. Advanced materials and technologies of repair and reinforcement of bridge structures : proceedings of all-Russian scientific-practical conference "Modern technical solutions to improve the reliability of highways and artificial constructions"/ V.L. Chernyavskiy. Krasnodar, 2001. Pp. 199-201.
5. Klevtsov V.A. Calculations of strength of normal sections of flexural elements strengthened with external reinforcement of polymer composite materials. V.A. Klevtsov, Fatkullin n.V. // Scientific and Technical Conference of young scientists and postgraduate students [Electronic resource]: M.: CNISS, 2006.
6. Khautin Yu.G. Use of carbon plastics for reinforcing building structures / V.L. Chernyavskiy, E.Z. Axelrod. Concrete and reinforced concrete. №6. №1, 2003. M.: Izd. «Ladya», 2002. Pp. 17-20.
7. Borodachev, N.A. Reinforced concrete and stone structures: methodical recommendations for practical classes / Borodachev N.A. Samara: SGASU, 2004. - 34 p.
8. Chernyavskiy V.L. A guide to strengthening concrete structures with composite materials / V.L. Chernyavskiy, Yu.G. Khautin, E.Z. Axelrod, V.A. Klevtsov, N.V. Fatkullin. M.: NIIZhB, 2006. - 48 p.
9. Shilin A.A. External reinforcement of ferro-concrete structures by composite materials: a guide to strengthening / A.A. Shilin, V.A. Pshenichniy, D.V. Kartuzov. M.: Stroizdat, 2007. - 184 p.
10. Gimadetdinov K.I., Motrenko A.A. Researching the work of steel reinforced concrete beams, reinforced with carbon under load //Traditions and innovations in architecture and civil engineering [Electronic resource]: 72 All-Russia scientific technical conference proceedings / SGASU. Samara, 2015. Pp. 128-130.

BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS

THE TECHNOLOGY OF HEAT-INSULATING CONSTRUCTION FOAM GLASS MATERIAL IN THE COMPOSITION OF CRUSHED GLASS & WOLLASTONITE-CONTAINING SLAGS

*ТЕХНОЛОГИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННО – КОНСТРУКЦИОННОГО
МАТЕРИАЛА ПЕНОСТЕКЛА В КОМПОЗИЦИИ СТЕКЛОБОЙ –
ВОЛЛАСТОНИТСОДЕРЖАЩИЙ ШЛАК*

Sarsenbek A. MONTAEV

Azamat T. TASKALIEV

Nurgul B. ADILOVA

Ainur S. MONTAEVA

С.А. МОНТАЕВ

А.Т. ТАСКАЛИЕВ

Н.Б. АДИЛОВА

А.С. МОНТАЕВА

*West Kazakhstan Agricultural and Technical University
named after Zhangir Khana, TOO «BI Group»,
Kazakhstan, Uralsk*

The paper introduces a new technology based on the use of crushed glass consisting of waste window glass and container glass in the composition with granulated blast furnace slag. Being a carbonate raw material, chalk is taken as a gas-forming agent. The main technological feature of the proposed production technology of foam glass is the intergrinding of raw mixture in the composition with wollastonite-containing slag. The result here is a high reactivity of raw mixture, reduced energy consumption for products baking, improved thermal characteristics and high performance properties of the final product.

Keywords: *foam glass, crushed glass, granulated blast furnace slag, chalk, insulation, technology*

Разработана технология на основе использования стеклобой – отходов оконного стекла, тарного стекла в композиции с гранулированным доменным шлаком. В качестве газообразователя рассматривается карбонатное сырье – мел. Технологической особенностью предлагаемой технологии производства пеностекла является совместный помол сырьевой смеси в композиции с волластонит-содержащим шлаком. В результате достигается высокая реакционная способность сырьевой смеси, снижаются энергозатраты на обжиг изделий, улучшаются теплофизические характеристики и обеспечиваются высокие эксплуатационные свойства готовой продукции.

Ключевые слова: *пеностекло, стеклобой, гранулированный доменный шлак, мел, теплоизоляция, технология*

Анализ рынка строительных материалов позволяет заключить, что наибольший спрос существует в настоящее время на теплоизоляционные материалы, причем следует ожидать стабильного роста именно этого сектора промышленности строительных материалов. Одним из уникальных теплоизоляционных материалов является пеностекло. Материал применяется для тепло- и звукоизоляции, может выпускаться в виде жестких блоков, плит, гранул и крошки. Пеностекло единственный материал, разрешенный для использования на атомных электростанциях.

Заслуживает огромного внимания научные разработки Российских ученых [1-5], посвященных усовершенствованию технологических процессов производства пеностекла и использования их в качестве эффективных теплоизоляционных и конструкционных материалов в строительстве.

На сегодняшний день основным производителем пеностекла на мировом рынке является «Pittsburg Corq. Corp» - американская компания с широкой европейской дилерской сетью [6].

Благодаря отличным свойствам предлагаемого материала - фоамгласа, он пользуется высоким спросом даже с высокой стоимостью от 400 долларов США за 1 м³. На территории стран СНГ производством пеностекла занимается Украина (г. Шостка) и GOMEL GLASS OAO «Гомельстекло» (Беларусь) [7].

В Республике Казахстан имеются огромные запасы кремнезема и стекло-содержащего силикатного сырья, в виде кварцевого песка, стеклобоя, а также металлургических, фосфорных гранулированных шлаков, состоящих на 90 – 95 % из стеклофазы [8]. Эти материалы являются готовыми силикатными сырьевыми ресурсами для производства пеностекла.

Целью нашей работы является исследование возможности получения пеностекла на основе стеклобоя в композиции с гранулированным доменным шлаком, совмещающую теплоизоляционные свойства с конструкционными.

В качестве объекта исследования выбран доменный гранулированный шлак Карагандинского завода АО «Алселор Миттал Темиртау» г. Темиртау.

Гранулированный металлургический шлак представляет собой зернистый материал серого цвета. Модуль крупности 3,9 - 4,1.

В качестве основного сырья использовалась бой оконного стекла, образующихся при производстве стеклопакетов на базе ТОО «Стеглосервис». Ежегодный выход стеклобоя только на данном предприятии составляет более 1500 тонн в год [9].

Стеклобой подвергался предварительному дроблению в лабораторной щековой дробилке до образования кусков 5 – 15 мм для последующего помола в лабораторной шаровой мельнице.

Так, температура размягчения стеклобоя при удельной поверхности 3000 - 4000 см²/г, составляет 740 °С. Следует отметить, что температура размягчения доменного гранулированного шлака при такой удельной поверхности находятся в пределах 750 – 760 °С.

Следовательно, температурная область размягчения стеклобоя и гранулированного шлака находится в одних пределах, что дает возможность совместного использования их в технологии производства пеностекла.

Для достижения поставленных целей были составлены несколько шихтовых состава по композиционной системе: порошок стеклобоя - доменный гранулированный шлак.

Проведение научно-экспериментальных работ осуществлялось в следующей последовательности: дробление стеклобоя в лабораторной щековой дробилке, дозирование дробленного стеклобоя, дозирование доменного гранулированного шлака, дозирование газообразователя – мела, загрузка дозированных сырьевых материалов в шаровую мельницу для проведения совместного помола до удельной поверхности 3500 см²/г, полученный композиционный стеклопорошок засыпался в жаростойкие металлические формы в виде плиты размером 100x100x10 мм, в виде балочек с размерами 160x40x40 мм и в виде куба 100x100x100 мм и подвергался термообработке по специально разработанному режиму в муфельной электрической печи. Результаты исследования физико-механических свойств пеностекла с использованием гранулированного доменного шлака приведены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-механические свойства пеностекла

Составы сырьевой композиции для пеностекла	Вид добавки, масс. %	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность, МПа		Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К
			при сжатии	при изгибе	
1	2	3	4	5	6
Стеклопорошок с удельной поверхностью 3500 см ² /г – 97%, мел - 3,0 %	-	400	6,3	0,7	0,069
Стеклопорошок с удельной поверхностью 3500 см ² /г – 96%, мел - 3,0 %	Доменный гранулированный шлак - 1%	400	10,2	1,6	0,071
Стеклопорошок с удельной поверхностью 3500 см ² /г - 95%, мел - 3,0 %	Доменный гранулированный шлак - 2%	450	11,3	1,8	0,073

Таблица 1. Продолжение

1	2	3	4	5	6
Стеклопорошок с удельной поверхностью 3500 см ² /г - 94%, мел - 3,0 %	Доменный гранулированный шлак – 3 %	620	12,4	2,1	0,074
Стеклопорошок с удельной поверхностью 3500 см ² /г - 92%, мел - 3,0 %	Доменный гранулированный шлак – 5 %	650	15,2	2,3	0,075

По результатам научно - экспериментальных работ установлены основные закономерности изменения физико – механических свойств пеностекла с добавкой доменного гранулированного шлака при постоянном содержании пенообразователя.

Анализ полученных результатов научно – экспериментальных работ показывает, что с добавлением доменного гранулированного шлака наблюдается стабильный рост прочностных показателей образцов – пеностекла по сравнению с образцами пеностекла на основе чистого стеклобоя. Так, при добавлении в состав стеклопорошка доменного гранулированного шлака в количестве от 1 - 5 % стабильно повышается прочность при сжатии и изгибе. При этом наблюдается повышение средней плотности от 400 до 670 кг/м³.

Наиболее эффективной и оптимальной композиции были выбраны составы, обеспечивающие низкие средние плотности пеностекла при сохранении высоких прочностных показателей.

По данным электронной микроскопии и рентгенофазового анализа установлено, что в образцах пеностекла с добавлением гранулированного доменного шлака обнаружены минералы низкотемпературной формы волластонита (α -CaOxSiO₂). Таким образом, микроструктура пеностекла представляет собой пористое стекло, армированное минералами волластонита, чем и объясняются высокие прочностные показатели образцов с содержанием доменного гранулированного шлака.

Выводы. Разработана технология теплоизоляционно – конструкционного материала пеностекла в композиции стеклобой – мел – волластонитсодержащий шлак. Доказано, что содержание шлака в составе пеностекла способствует увеличению прочности и повышению теплоизоляционных свойств готового продукта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Давидюк А.Н. Легкие конструкционно-теплоизоляционные бетоны на стекловидных пористых заполнителях. М.: Красная звезда, 2008. – 208 с.
2. Орлов Д.Л. Эксплуатационные свойства пеностекла и направления развития его производства // Эффективные тепло- и звукоизоляционные материалы в современном строительстве и ЖКХ: сборник докладов международной научно-практической конференции. Москва, 2006. С. 210-216.
3. Низкотемпературный синтез стекло гранулята из шихт на основе кремнеземсодержащих компонентов для получения пеноматериалов / Казмина О.В. [и др.] // Стекло и керамика, 2009. № 10. С. 5-8.
4. Теплоизоляционные материалы и изделия на основе трепелов Потанинского место рождения / Никитин А.И. [и др.] // Строительные материалы, 2014. № 8. С. 34-37.
5. Мелконян Р.Г. Аморфные горные породы и стекловарение. М.: НИИ Природа, 2002. - 266 с.
6. Кетов А.А., Толмачев А.В. Пеностекло – технологические реалии и рынок // Строительные материалы, 2015. №1. С. 17-23.
7. Петухова Р.В., Н.П. Садченко Пеностекло - универсальный теплоизоляционный материал // Стекло мира, 2002. № 3. С. 69-71.
8. Сулейменов С.Т. Физико – химические процессы структурообразования в строительных материалах из минеральных отходов промышленности. М.: Манускрипт, 1996. - 298 с.
9. Монтаев С.А., А.Т. Таскалиев, А.С. Монтаева. Технология пеностекла, модифицированного волластонитосодержащими сырьевыми материалами // Теория и практика повышения эффективности строительных материалов: сборник материалов VI международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Пенза, 2011. С. 143-146.

REFERENCES

1. Daviduk A.N. Light construction-insulating concretes on glass-like porous fillers. M.: Krasnaya Zvezda, 2008. - 208 p.
2. Orlov D.L. Operational properties of foam glass and trends in development of its production // Effective heat and sound insulating materials in modern construction and housing and communal services: international scientific-practical conference proceedings. Moscow, 2006. Pp. 210-216.
3. Low-temperature synthesis of glass granulates from charge mixtures based on silica-containing components for producing foam materials / Kazmina O.V. [etc.] // Glass and ceramics, 2009. №10. Pp. 5-8.

4. Thermal insulation materials and products on the basis of fossil meals from Potanin field / Nikitin A.I. [etc.] // Construction materials, 2014. № 8. Pp. 34-37.
5. Melkonyan R.G. Amorphous rocks and glassmaking. M.: NIA Priroda, 2002. - 266 p.
6. Ketov A.A., Tolmachev A.V. Foam glass: technological realities and market // Construction materials, 2015. №1. Pp. 17-23.
7. Petukhova R.V., Sadchenko N.P. Foam glass: – universal insulating material // Glass of the world, 2002. №3. Pp. 69-71.
8. Suleimenov S.T. Physicochemical processes of structure formation in construction materials from industrial mineral wastes. M.: Manuscript, 1996. - 298 p.
9. Montaev S.A., Taskaliev A.T., Montaeva A.S. Technology of foam glass modified by wollastonite-containing raw materials / Theory and practice of increasing the efficiency of building materials: 6th International Conference of students, postgraduates and young scientists proceedings. Penza, 2011. Pp. 143-146.

**STUDYING OPPORTUNITIES FOR MANUFACTURING
REFRACTORY CERAMIC MATERIALS BASED ON HIGH-MELTING
CLAYS OF KAZAKHSTAN IN THE COMPOSITION OF WASTES OF
FERRO-ALLOY INDUSTRY**

*ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОЛУЧЕНИЯ ОГНЕУПОРНЫХ
КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТУГОПЛАВКИХ ГЛИН
КАЗАХСТАНА В КОМПОЗИЦИИ ОТХОДОВ ФЕРРОСПЛАВНОГО
ПРОИЗВОДСТВА*

Sarsenbek A. MONTAEV

Azamat T. TASKALIEV

Nurgul B. ADILOVA

Bekbulat T. SHAKESHEV

Ainur S. MONTAEVA

Albina G. SHAKESHEVA

Aigerim K. BISENGALIEVA

С.А. МОНТАЕВ

А.Т. ТАСКАЛИЕВ

Н.Б. АДИЛОВА

Б.Т. ШАКЕШЕВ

А.С. МОНТАЕВА

А.Г. ШАКЕШЕВА

А.Г. БИСЕНГАЛИЕВА

*West Kazakhstan Agricultural and Technical University
named after Zhangir Khana,
Kazakhstan, Uralsk*

The paper introduces results of investigation of the properties of some natural and anthropogenic resources of Kazakhstan and preliminary scientific and experimental works on the development of ceramic compositions for establishing a possibility of receiving refractory ceramic materials. The researchers developed a ceramic composition while using bentonite (montmorillonite) clay and ferro-dust of self-decaying slags of low-carbon ferrochrome from Aktyubinsk Ferroalloy Plant. Ceramic samples from this composition, received as a result of the work, meet the requirements for lining materials for thermal units with a working temperature up to 1300 °C.

Приведены результаты изучения свойств некоторых природных и техногенных ресурсов Казахстана и предварительных научно-экспериментальных работ по разработке керамической композиции для установления возможности получения огнеупорного керамического материала. Разработан состав керамической композиции с использованием бентонитовой глины (монтмориллонитовой) и ферропыли из самораспадающихся шлаков низкоуглеродистого феррохрома Актыубинского завода ферросплавов. Полученные керамические образцы на основе исследуемой сырьевой композиции удовлетворяют требованиям к футеровочным материалам для тепловых агрегатов с рабочей температурой до 1300 °C.

Keywords: *ceramics, refractory material, bentonite clay, chamotte, smelter slag, ferro-dust, binder, clinker formation*

Ключевые слова: *керамика, огнеупор, бентонитовая глина, шамот, металлургический шлак, ферропыль, связующее, спекание*

На современном этапе экономического развития Республики Казахстан одним из приоритетного направления экономического роста является комплексное и рациональное использования природных и техногенных ресурсов. Одним из путей достижения поставленных целей и задач государственного масштаба является разработка эффективных технологии глубокой переработки сырья и продукции с созданием новых композиционных материалов отвечающих требованиям конкурентоспособности касательно эксплуатационных свойств и себестоимости готовой продукции.

В настоящее время во многих регионах Республике Казахстан в целях реализации индустриальной государственной программы, вводится новые предприятия по производству: керамического кирпича, керамзита, цемента, извести, а также идет модернизация существующих металлургических заводов. В этой связи возникла острая необходимость обеспечения новых, а также существующих мощностей огнеупорными материалами для футеровки тепловых агрегатов, работающих при температурах от 500 до 1500 °С.

Кроме того, значительные объемы огнеупорных материалов требуется при ремонте тепловых агрегатов различного назначения уже существующих заводов.

В целом диапазон областей применения огнеупорных материалов очень широк (предприятия металлургической, машиностроительной, строительной, химической и других отраслей промышленности).

Поэтому производство огнеупоров является одним стратегических направлений развития экономики не только Республики Казахстан, но и индустриально развитых стран мира.

Для обеспечения своих потребностей Республика Казахстан импортирует огнеупорные материалы из России, Украины, Китая, и других стран.

Предварительный анализ видов потребления огнеупорных материалов в Республике Казахстан показал, что в основном стабильный спрос существует на огнеупорные кирпичи и плитки, набивные массы, кладочные растворы.

В связи с этим развитие отечественного производства огнеупоров является одним из актуальных и стратегических задач Республики Казахстан. Для развития отечественного производства огнеупоров необходим анализ наличия природных и техногенных сырьевых ресурсов и их оценка. При этом разработка инновационных технологий их производства должна выполняться с учетом повышения качества, ресурсо – и энергосбережения.

При этом необходим дифференцированный подход к каждому промышленному предприятию, учитывая их технологические процессы производства и конструкции тепловых агрегатов. По мнению профессора А.И. Хлыстова [1], отсутствует универсальный огнеупорный материал, обеспечивающий требования

работы при высоких температурах, при термоударах, в жидких и газообразных агрессивных средах и пригодных на все случаи заводской практики.

Многие работы авторов [2-6] посвящены разработке эффективных технологий, огнеупорных материалов, для различных отраслей производства.

Перспективное развитие производства огнеупорных материалов непременно связано с разработкой новых составов сырьевых систем на основе техногенных и природных сырьевых систем с целью повышения энергоэффективности и улучшения качества выпускаемой продукции [7-8].

Анализ существующих и новых промышленных предприятий в Казахстане наиболее динамичное развитие получают заводы или цеха, выпускающие продукции в условиях работы тепловых агрегатов в интервале температур 500-1400 °С (производство керамического кирпича, извести, керамзита и т.п).

В данное время они действуют во всех областях страны. Для обеспечения их потребностей наибольший интерес представляет спекшиеся огнеупоры, относящиеся к технологии грубой керамики и работающие в условиях высоких температур (до 1800 °С). Они могут обеспечивать прочность при высоких температурах и химическую стойкость.

Анализ поставок огнеупоров в Казахстане, показали, что наиболее часто востребованы шамотные изделия. При этом в качестве основных видов огнеупоров применяются огнеупорный кирпич, прессованные фасонные огнеупорные изделия, изготовленные по керамической технологии.

Поэтому целью нашего исследования явилась изучение свойств некоторых природных и техногенных ресурсов Казахстана и проведение предварительных научно-экспериментальных работ по разработке керамической композиции для установления возможности получения огнеупорного керамического материала.

Наибольший интерес с точки зрения получения композиционных огнеупорных керамических материалов с использованием природного и техногенного сырья Казахстана являются бентонитовые глины, золы ТЭС, металлургические шлаки, отходы огнеупорных материалов (лом шамотного и динасового кирпича), образующихся в процессе ремонта и демонтажа футеровки высокотемпературных металлургических и теплоэнергетических агрегатов.

В настоящей работе для разработки составов керамических масс с целью получения огнеупорных материалов подвергались к оценке и изучению следующие природные и техногенные ресурсы Казахстана: бентонитовая глина (монтмориллонитовая) Погодаевское месторождение (Западный Казахстан), и ферропыль из самораспадающихся шлаков низкоуглеродистого феррохрома Актюбинского завода ферросплавов (Западный регион Казахстана).

Бентонитовая глина Погодаевского месторождения по огнеупорности относится к легкоплавкому сырью (1200 -1250 °С).

По результатам рентгенофазового анализа установлено, что минералогический состав бентонитовой глины представлен в основном монтмориллонитом ($d/n=5,06; 4,46; 3,79; 3,06; 2,455; 2,28; 2,127; 1,977; 1,817; 1,675 \cdot 10^{-10}$ м.)

Ферропыль из самораспадающихся шлаков низкоуглеродистого феррохрома Актюбинского завода ферросплавов представляет собой тонкодисперсный порошок серого цвета. Ежегодный выход ферропыли составляет 1,5 тыс. тонн в год и имеет следующий химический состав (массовая доля оксидов, не более %) SiO_2 24-32, Al_2O_3 4-8, CaO 46-56, MgO 6-16, Cr_2O_3 8.

Огнеупорность ферропыли составляет 1300-1350 $^\circ\text{C}$. Отношение $(\text{CaO}+\text{MgO})/(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)$ составляет 1,7-1,9, что обуславливает высокоосновность шлака. Указанные свойства ферропыли будут способствовать увеличению термостойкости огнеупорных материалов.

Для достижения максимальной степени муллитизации в процессе обжига глины разработаны составы керамической композиции в системе бентонитовая глина - ферропыль из самораспадающихся шлаков. Для получения шамота на основе композиционной сырьевой смеси бентонитовую глину сначала сушили в сушильном шкафу (ШСП-0,5-70) при температуре 100-110 $^\circ\text{C}$ до остаточной влажности 5-7 %. Затем высушенную бентонитовую глину подвергали дроблению в лабораторной щековой дробилке (ДЩ 80×150) с целью получения фракции ≥ 30 мм. Затем дробленая бентонитовая глина и ферропыль из самораспадающихся шлаков дозировались, согласно принятых нами соотношений и загружались в лабораторную шаровую мельницу. Сырьевая композиция подвергалась совместно помолу с целью их гомогенизации и механоактивации.

С целью получения шамота высушенные гранулы обжигались в лабораторной вращающейся печи (RSR120/1000/13 Германия) при температуре 1250 $^\circ\text{C}$ с экспозицией при максимальной температуре 2 часа.

Обожженные гранулы шамота снова подвергали дроблению в лабораторной щековой дробилке и просеивались через набор сит. Для проведения научно-экспериментальных работ были выбраны фракции шамота 1,0-3,0 мм.

Количество связующего составляло 10-12 % от массы шамота. Сырьевая смесь из керамической композиции в системе шамот - связующее тщательно перемешивалась в сферической чаше с добавлением воды в количестве 8-10 % и формировались образцы - цилиндры (50×50×50 мм) методом полусухого прессования. Давление прессования составляло 20 МПа. Отформованные образцы обжигались без предварительной сушки в муфельной электрической печи (СНОЛ 80/12) по специально разработанному режиму. Максимальная температура обжига составляла 1200 $^\circ\text{C}$.

Физико-механические свойства исследуемых образцов представлены в табл. 1

Как показывают результаты испытаний физико-механических свойств образцов, полученные на основе исследуемой сырьевой композиции образцы, вполне могут удовлетворять требованиям по футеровке тепловых агрегатов с рабочей температурой до 1300 $^\circ\text{C}$.

Таким образом, результаты проведенных исследований для установления возможности получения огнеупорного керамического материала показали, что исследуемые сырьевые материалы представляют собой ценный ресурс для про-

Таблица 1

Физико-механические свойства исследуемых образцов

Свойства	Ед. изм.	Показатели
Средняя плотность	кг/м ³	2200-2250
Прочность при сжатии	МПа	15,5-16,7
Огневая усадка	%	0,18-0,21
Коэффициент линейного термического расширения	10 ⁻⁶ °С ⁻¹	3,1-3,3
Температура начало деформации	°С	1350

изводства огнеупорных керамических материалов. Перспективность данного направления исследования связано не только с созданием отечественной технологии производства огнеупорных материалов, но и с экологическим вопросом по утилизации техногенных отходов. Переработка техногенных ресурсов Казахстана позволит не только сократить потребление природных ресурсов, но и снизить антропогенное воздействие на окружающую среду

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хлыстов А.И. Повышение эффективности и улучшение качества огнеупорных футеровочных материалов: Монография. Самарск. гос. арх.-строит. ун-т, 2004. - 134 с.
2. Гладких И.В. Методология оценки качества техногенного сырья при производстве огнеупорных и теплоизоляционных материалов для металлургии / И.В. Гладких, Е.П. Волынкина // Известия вузов. Черная металлургия, 2011. №10. С. 42-45.
3. Волочко А. Т. Огнеупорные и тугоплавкие керамические материалы / А. Т. Волочко, К. Б. Подболотов, Е. М. Дятлова. Минск : Беларус. навука, 2013. - 385 с.
4. Кононов В.А. Производство огнеупорных материалов в России и перспективы его развития // Бюллетень. Черная металлургия, 2001. № 6. С. 33-43.
5. Аксельрод Л. М. и др. Огнеупорные материалы для технологий XXI века. Научные школы УПИ УГТУ. Вестник УГТУ. № 1. Физико-химия и технология оксидно-силикатных материалов. Екатеринбург. Изд-во УГТУ, 2000. С. 60 - 66.
6. Нухулы А., Сатбаев Б.Н., Свицерский А.К. Разработка технологии получения конкурентоспособных, импортозамещающих огнеупорных материалов по методу СВС // Вестник Инновационного Евразийского университета, 2007. № 2. С. 158-164.

7. Рециклинг твердых отходов в металлургии / Черепанов К.А., Абрамович С.М., Темлянцев М.В., Темляндева Е.Н. М.: Флинта-Наука, 2004. - 212 с.
8. Монтаев С.А., Сулейменов Ж.Т. Стеновая керамика на основе композиций техногенного и природного сырья Казахстана//монография. Алматы: ЫЛЫМ, 2006. – 157 с.

REFERENCES

1. Hlystov A.A. Increasing efficiency and refinement of heat-resistant lining material: Monograph. SGASU, 2004. - 134 p.
2. Gladkikh I.V. Methodology for assessing the quality of anthropogenic materials when producing refractory and insulating materials for metallurgy / I.V. Gladkikh, E.P. Volynkina // INews of Higher Educational Institutions. Ferrous metallurgy, 2011. № 10. Pp. 42-45.
3. Volochko A. T. Refractory and high-melting ceramic materials / A. T. Volochko, K. B. Podbolotov, E. M. Dyatlova. Minsk: Belarus. nauka, 2013. - 385 p.
4. Kononov V.A. Manufacture of refractory materials in Russia and its prospects // Bulletin. Ferrous metallurgy, 2001. № 6. Pp. 33-43.
5. Axelrod L. M., etc. Refractory materials for the 21st century. Science schools of UPI UGTU. Vestnik UGTU. №1. Physicochemistry and technology of oxide-silicate materials. Ekaterinburg. Izd. UGTU, 2000. Pp. 60-66.
6. Nuhuly A., Satbayev B.N., Sviderskiy A.K. Development of technology to produce competitive import substitution of refractory materials by SVS method // Vestnik of Innovation Eurasian University, 2007. № 2. Pp. 158-164.
7. Solid waste recycling in metallurgy / Cherepanov K.A., Abramovich S.M., Temlyantsev M.V., Temlyandeva E.N. M.: Flynta nauka, 2004. - 212 p.
8. Montaev S.A., Suleimenov Zh.T. Wall ceramics based on compositions of anthropogenic and natural raw materials of Kazakhstan // Monograph. Almaty: Gylym, 2006. - 157 p.

