

УДК 33: 69

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ВЫГОДА ОТ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Бочек В.П.

ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», Санкт-Петербург, e-mail: vladimir1994@gmail.com

В современных условиях развития российской экономики особенно важно, чтобы инновации в строительстве обеспечивали качественное повышение результативности процессов возведения или эксплуатации зданий и сооружений. Практика показывает, что эффективность инноваций напрямую зависит от степени их выгодности и востребованности среди застройщиков. В статье обозначена целесообразность использования инновационных технологий. Описана текущая ситуация на европейском и российском рынках строительного производства в сфере использования инновационных материалов и технологий. В работе подчеркивается важная роль современных нанотехнологий в обеспечении высоких эксплуатационных свойств строительных материалов. Кроме того, проведена оценка экономической и практической выгоды от применения инновационных материалов и технологий на примере использования сэндвич-панелей, а также наноинициаторов, добавляемых в бетонные смеси.

Ключевые слова: строительство, инновационные технологии, экономическая выгода, наноинициаторы

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION AND ECONOMIC BENEFIT FROM THEIR USE

Bochek V.P.

Petersburg State Transport University Emperor Alexander I, Saint-Petersburg, e-mail: vladimir1994@gmail.com

In modern conditions of development of the Russian economy it is especially important to innovation in the construction industry provided a qualitative increase of efficiency of processes of construction or maintenance of buildings and structures. Practice shows that the effectiveness of innovation depends on the degree of their profitability and demand among developers. The article indicates the expediency of using innovative technologies. The author describes the current situation on European and Russian markets of construction production in the use of innovative materials and technologies. The paper emphasizes the important role of nanotechnology in providing high operational properties of building materials. In addition, the assessment of the economic and practical benefits from the use of innovative materials and technologies on the example of the use of sandwich panels, as well as nanoinitiative added to the concrete mix.

Keywords: construction, innovation, economic benefit, nanoinitiative

Эффективность инновационных технологий в строительстве можно оценить по их востребованности среди застройщиков: в условиях жесткой конкуренции выигрывают компании, способные возвести объект быстрее, дешевле и качественнее [18]. При этом оценка экономической целесообразности технологии может рассчитываться как затратным методом по факту выполненных работ, так и прибыльным методом – по факту будущей экономии на обслуживании или же экономии на коммунальных платежах (касается энергоэффективных технологий) [3, 7].

В сравнении с европейским, российский рынок строительных услуг отличается большей инерционностью – если в Европе и США основным двигателем строительного прогресса являются сами застройщики, инициирующие разработки инновационных материалов и методик [6, 13], то в России новую продукцию и технологии продвигают преимущественно сами производители. Отчасти это связано с недоверием ко все-

му, что произведено в обход российских ГОСТов – не всегда можно быть до конца уверенным в том, что европейская продукция окажется пригодна для использования в более суровых климатических условиях России [1]. Второй причиной для отказа от перспективных инноваций является консерватизм специалистов: проектные организации и строительные компании неохотно отказываются от привычных технологий, даже если новые методики значительно проще в реализации [5, 14].

Примерно так и произошло с SIP-панелями. За рубежом они широко используются для строительства спортивно-развлекательных центров, муниципальных и коммерческих объектов, жилой недвижимости. В России сэндвич-панели применяются преимущественно для возведения промышленных объектов и складских комплексов [12].

В отличие от классических SIP-панелей со стальной облицовкой, рос-

сийские строительные компании довольно благосклонно восприняли бетонные сэндвич-панели. Многослойная (обычно – трехслойная) бетонная панель гарантирует высокое тепловое сопротивление ограждающих конструкций и показывает отличные показатели звукоизоляции. Тепловое сопротивление таких конструктивных элементов полностью соответствует российским нормам строительного законодательства [17].

Трехслойные стеновые панели выпускаются в соответствии с ГОСТ 31310-2015 [2]. Внутренний слой панели изготавливается из тяжелого бетона толщиной 80–200 мм; в роли теплоизоляции выступают минераловатные плиты, экструдированный или вспененный пенополистирол, толщина слоя – от 50 до 200 мм; внешний слой плиты может изготавливаться из обычного тяжелого бетона толщиной 60–80 мм или иметь декоративную (архитектурную) облицовочную поверхность [11]. Для соединения панелей используют: жесткие петли из арматуры, диагональные стальные фермы, анкерные элементы и пр.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим экономическую целесообразность применения трехслойных стеновых панелей на примере строительства жилого комплекса «Ойкумена» в г. Электросталь.

Продолжительность отопительного периода (zht) и среднюю температуру наружного воздуха (tht) за отопительный период

определим согласно СП 131.13330.2012 [16]. Для г. Электросталь $zht = 216$ сут., для жилых домов, поликлиник и лечебных учреждений, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, дошкольных учреждений tht равна $-3,1^{\circ}\text{C}$. Градусо-сутки отопительного периода (Dd), рассчитаем согласно СНиП 23-02-2003 [15]: $(20^{\circ}\text{C} - (-3,1^{\circ}\text{C})) * 216 \text{ сут.} = 4990^{\circ}\text{C.сут.}$

В соответствии с полученными данными сопротивление теплопередаче (R_{req}) ограждающих конструкций должно составлять не менее $3,15 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ для стен, для покрытий и перекрытий над проездами – 4,7 и для перекрытий (чердачных и над подвалами) – 4,15.

В данном случае строительство жилого 10-ти этажного дома проводилось по конструктивной схеме: сборный железобетонный каркас и стеновые панели. При этом приведенное сопротивление теплопередаче для использованной железобетонной панели с изоляцией 180 мм (каменная вата, теплопроводность которой $\lambda = 0,036 \text{ Вт/мК}$) с учетом соединительных связей слоев стеновой панели составляет $4,6 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ [4], что полностью соответствует заявленным запросам. Вес подобной конструкции составляет чуть менее 450 кг/м^2 . Для сравнения, монтаж стен из других материалов с аналогичным термическим сопротивлением D' (по DIN 4108) обошелся бы дороже (рис. 1).

В результате правильного выбора стеновых панелей застройщик сэкономил не менее 500 руб. на каждом квадратном метре. Общая экономия составила свыше 22 млн руб.

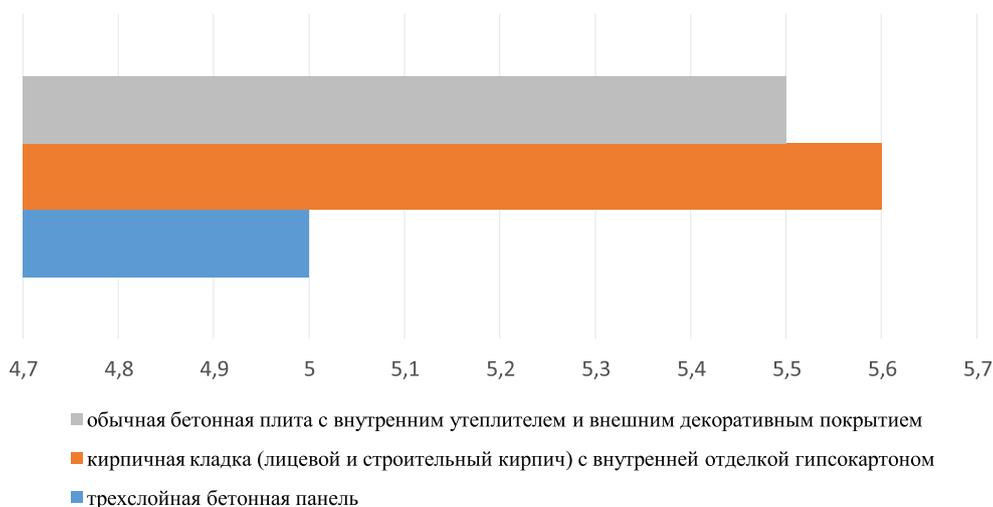


Рис. 1. Стоимость 1 м² ограждающих конструкций в зависимости от применения различных типов строительных материалов

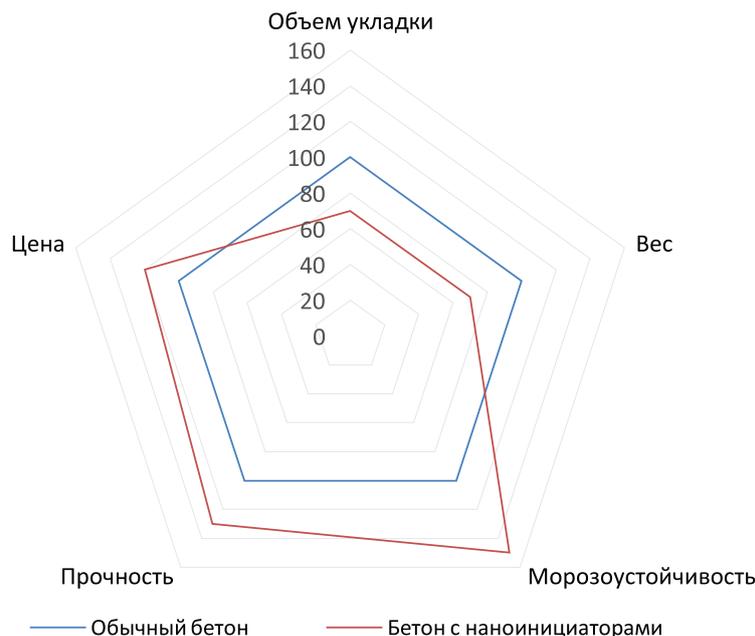


Рис. 2. Влияние нанопластификаторов на эксплуатационные характеристики бетона

Повысить эксплуатационные свойства строительных материалов можно с помощью нанотехнологий [8]. Инновационные пластифицирующие добавки позволяют кардинально изменить физические характеристики бетона: сделать его более прочным, долговечным или задать дополнительные свойства. В роли катализатора в данном случае выступают наноициаторы, которые вносят в смесь вместо пластификаторов для моделирования необходимой наноструктуры.

Наноинициаторы представляют собой микроскопические трубки диаметром всего в несколько микрон. При застывании углеродные полимеры образуют прочнейшую кристаллическую решетку, выступая в роли армирующего каркаса. Благодаря использованию нанотрубок всего в несколько атомных слоев в готовой конструкции можно полностью отказаться от использования привычного армирующего каркаса.

В зависимости от типа нанопластификаторов строители могут получить:

- легкий нанопенобетон, который за несколько месяцев покорила рынок частного домостроительства;
- наноструктурированный бетон средней плотности, внедряемый в сфере коммерческого, многоэтажного жилого и промышленного строительства;
- наноструктурированный бетон повышенной прочности, используемый для

производства несущих конструкций жилых зданий и промышленных объектов повышенной опасности.

Внедрение нанотехнологий в процесс производства бетона позволяет улучшить сразу несколько заданных характеристик (рис. 2). Как видно из рис. 2, использование наноициаторов позволяет увеличить прочность готовых конструкций на 150%, а морозоустойчивость – на 50%. При этом вес готовых бетонных изделий и объем укладки снижаются примерно на 30%. Любые показатели можно варьировать в зависимости от цели проекта, при этом пластифицирующий эффект можно менять в диапазоне 30–100%, равно как и прочность – с повышением последней возрастает плотность и вес изделия.

Несмотря на заметный рост физико-механических свойств нового нанобетона, его цена лишь незначительно выше, чем у обычного бетона, и все текущие затраты гарантированно окупаются в будущем. Если смоделировать применение нанобетона на рассмотренном ранее объекте в г. Электросталь, то затраты на 1 м² ограждающих конструкций составили бы в пределах 5,3–5,5 тыс. руб. Указать более точные цифры не представляется возможным, в силу того, что разработки технологии на сегодняшний день не завершены.

Заключение

В настоящее время в российском ООО «НТЦ прикладных нанотехнологий» ведут-

ся разработки, связанные с целенаправленным изменением надмолекулярной структуры цементных бетонов [8]. Ученые пока могут утверждать лишь то, что стоимость российской продукции будет выгоднее, чем западные аналоги. В это можно верить, учитывая, что первые серии легких пенобетонов отличаются сравнительно небольшой стоимостью и заявленными теплоизоляционными свойствами.

Выгодно ли будет использование нанобетона для российских строителей? Наверняка – да: в отличие от классических бетонных плит нанобетон [9] показывает значительно более высокий уровень прочности и долговечности, ему можно придать дополнительные теплоизоляционные свойства, он отлично подходит для реализации объектов любой степени сложности. Уже сейчас можно с уверенностью сказать, что будущее многоэтажного жилого строительства останется за нанотехнологиями.

Список литературы

1. Бузырев В.В., Селютина Л.Г., Мартынов В.Ф. Современные методы управления жилищным строительством. – Учебное пособие. – М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2016. – 240 с.
2. ГОСТ 31310-2015 Панели стеновые трехслойные железобетонные с эффективным утеплителем. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2016.
3. Егорова М.А. Селютина Л.Г. Финансовый аспект теории эффективного управления // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). – 2009. – № 3. – С. 11–17.
4. Зеленский О.А. Прикладные основы строительной теплофизики. Методические указания к практическим занятиям. – Владимир, 2014.
5. Инновации в строительстве: сайт. – URL: <http://www.vestsnab.ru> (дата обращения: 08.06.2017).
6. Инновации, проблемы и философия в строительстве: сайт. – URL: <http://www.stroyka74.ru> (дата обращения: 08.06.2017).
7. Костецкий Д.А., Веселков В.В., Кириченко К.Р. Исследование процессов самоорганизации в инвестиционно-строительной сфере региона // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 5–4. – С. 613–615.
8. Нанобетон одна из передовых разработок российских ученых: сайт. – URL: <http://www.kirovsp43.ru> (дата обращения: 06.06.2017).
9. Пономарев А.Н. Нанобетон: концепция и проблемы. Синергизм наноструктурирования цементных вяжущих и армирующей фибры // Строительные материалы. – 2007. – № 5.
10. Пономарев А.Н. Техничко-экономические аспекты и результаты практической модификации конструкционных материалов микродобавками нанодисперсных фуллероидных модификаторов // Вопросы материаловедения. – 2003. – № 3(35).
11. Рязов М.Л. Справочник строителя. – М., 1989.
12. Селютина Л.Г. Организация строительного производства. Учебник: Изд-во СПбГИЭУ. – СПб., 2012. – 534 с.
13. Селютина Л.Г. Системный подход к решению задач в сфере проектирования и управления строительством // Kant. – 2015. – № 2 (15). – С. 71–72.
14. Селютина Л.Г., Голубев А.Н., Фомина Н.Ю. Актуальные аспекты проблемы совершенствования системы управления строительными предприятиями // Актуальные проблемы современной науки. – 2017. – № 1 (92). – С. 23–24.
15. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий (взамен СНиП II-3-79). – М., 2004.
16. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. – М., 2015.
17. СНиП 12-01-04. Организация строительства. – М., 2004.
18. Твисс Б. Управление научно-техническими нововведениями. – М.: Экономика, 2007.