

УДК 725.1(510)

Бо Сяо,  
аспирант,  
Белорусский национальный технический университет

**БЫСТРОВЗВОДИМЫЕ ЗДАНИЯ В КИТАЕ:  
ТЕХНОЛОГИЯ, КОНСТРУКЦИИ, АРХИТЕКТУРА  
PREFABRICATED BUILDINGS IN CHINA:  
TECHNOLOGY, STRUCTURES, ARCHITECTURE**

*Аннотация:* Сборные здания ранее использовались в Китае, но в то время уровень индустриализации Китая был низким, и им было трудно соответствовать строительным стандартам. Они исчезли с рынка строительных услуг. В последние годы, в связи с быстрым развитием строительной отрасли Китая, повышением уровня производства и все более строгими нормами по охране окружающей среды, быстровозводимые здания вернулись в сферу строительной деятельности. Но еще предстоит преодолеть много трудностей, чтобы это возвращение было полноценным.

*Abstract:* Prefabricated buildings have been promoted in China, but at that time China's level of industrialization was low, and it was difficult for them to meet building standards. They disappeared from the construction services market. In recent years, due to the rapid development of China's construction industry, increasing production levels and increasingly stringent environmental standards, prefabricated buildings have returned to the field of construction activities. But there are still many difficulties to overcome in order for this return to be complete.

*Ключевые слова:* быстровозводимые здания, индустриализация зданий, новые материалы.  
*Key words:* prefabricated buildings, construction industrialization, new materials.

Долгое время строительная индустрия Китая в основном применяла методы возведения зданий на месте строительства, то есть от установки строительных лесов, опорных шаблонов, крепления стальных прутьев до заливки бетона, большая часть работы выполняется строителями на строительной площадке. Такие методы строительства сопряжены с высокой трудоемкостью и высокими рисками для безопасности работников; коэффициент эффективного использования материалов на стройплощадке низкий, а во время строительства образуется больше строительных отходов; это оказывает большее воздействие на окружающую среду и шумовое загрязнение окружающей среды. С увеличением затрат на рабочую силу в последние годы этот метод строительства, основанный на дешевой рабочей силе, становится экономически невыгодным, и индустриализация строительной отрасли неизбежна.

В январе этого года Министерство строительства КНР опубликовало «14-й пятилетний план развития строительной отрасли». План предусматривает энергичное развитие быстровозводимых зданий, создание стандартизированной системы проектирования и производства зданий, а также содействие модернизации промышленности. На долю быстровозводимых зданий приходится более 30 % новых зданий [1].

Согласно статистике, площадь вновь построенных домов в Китае в 2018 году составила около 2 миллиардов квадратных метров, из которых доля быстровозводимых зданий составляла всего 9 %, и это направление строительных работ все еще находилась на начальной стадии развития. В то же время уровень его использования в развитых странах с высокой степенью индустриализации достиг более 70 % [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. Из-за высокого энергопотребления традиционных железобетонных зданий энергопотребление

строительной отрасли составляет 33 % от энергопотребления страны, а загрязнение окружающей среды является серьезной проблемой [Ошибка! Источник ссылки не найден.].

В 1950-х годах Китай использовал опыт Советского Союза и стран Восточной Европы для внедрения быстровозводимых зданий в архитектуру и строительство своей стране. В то время интерес к отечественному промышленному строительству был высок, и направление архитектуры быстровозводимых зданий быстро развивалось, особенно использование бетонных конструкций. Однако из-за несовершенной технологии изготовления и сборки в то время конструкции здания были непрочными, их сейсмостойкость была низкой, и часто возникали проблемы с гидроизоляцией и звукоизоляцией. В 1980-х годах развитие быстровозводимых зданий вступило в период спада. Особенно после землетрясения в городе Таншань в 1976 году людям было трудно согласиться с использованием быстровозводимых зданий. С реализацией китайской политики реформ и открытости в 1979 году большое количество сельских жителей переехало в город в поисках работы, что обеспечило дешевую рабочую силу для городского строительства. В сочетании с развитием оборудования для монолитного бетона и влиянием других факторов, например прогресс в применении опалубки, такое строительство заняло доминирующее положение в Китае. Однако в последние годы, когда Китай постепенно вступил в эпоху постиндустриального развития, число рабочих резко сократилось, затраты на рабочую силу продолжали расти. Получили новое понимание отношение к прогрессу производственных технологий и ужесточению правил охраны окружающей среды.

Быстровозводимые здания, по сравнению со строительной технологией с применением опалубки и выполнением строительства зданий на месте, более выгодно, поскольку основные компоненты сборных зданий производятся на заводах и только собираются на месте, они обладают преимуществами более высокой скорости строительства; обеспечивается стабильное качество строительных компонентов; сборка зданий в основном выполняется машинами, строители более профессиональны, а точность строительства высока; снижаются требования к условиям строительной площадки, меньшее воздействие на окружающую среду и т. д.

Однако из-за несовершенства технических стандартов и технических систем стоимость быстровозводимых зданий в Китае на данном этапе все еще выше, чем у традиционных опалубочных зданий. В качестве примера можно взять шестиэтажное здание общей площадью застройки около 3900 м<sup>2</sup> в городе Шаоян. Стоимость основных конструкций здания, оборудования, рабочей силы, дизайна, материалов, транспорта и т. д. увеличилась на 30 долларов США / 1 м<sup>2</sup> по сравнению зданием, возведенным методом опалубки, а общая стоимость увеличилась более чем на 120 тысяч долларов США [3]. Следовательно, этот метод строительства все еще необходимо оптимизировать с точки зрения архитектурного проектирования, координации строительства и крупномасштабного производства компонентов, что будет содействовать устранению трудностей в его крупномасштабном продвижении.

Однако в некоторых местах, где суровые климатические условия и сложный рельеф местности затрудняют проведение крупномасштабного строительства, быстровозводимые здания обладают беспрецедентными преимуществами. Более того, при поддержке национальной политики все больше и больше предприятий участвуют в разработке быстровозводимых зданий. Уже разработаны новые материалы, с учетом возможностей местных ресурсов. Например, основные конструктивные решения и внутренние и наружные отделочные материалы, в том числе даже изготовленные из бамбука в качестве сырья; панели отделки наружных стен, сделанные из строительных отходов; бетонные стеновые панели, изготовленные из прессованной пшеничной соломы в качестве заполнителя и т. д. Существуют также комбинации с традиционными методами строительства, с использованием сборных технологий для производства компонентов традиционных зданий в больших количествах, которые используются для строительства зданий с традиционными конструкциями и при реставрации старых домов. В других странах разрабатываются решения превращения контейнеров в строительные компоненты для строительства новых зданий. Эти новые процессы и материалы предоставляют более широкие возможности для архитектурного проектирования, а так-

же выдвигают более высокие требования к архитектурному дизайну. Архитекторам необходимо уделять больше внимания выбору вариантов конструкции здания, материалов и методов строительства, сбалансировать экономические выгоды от строительства и предлагать оптимальные решения.

Индустриализация – это естественный этап в процессе развития современной архитектуры. Несмотря на то, что она по-прежнему сталкивается со многими неблагоприятными факторами, под руководством национальной политики в отношении сборных зданий, совершенствования отраслевых норм и стандартов, а также улучшения стандартизации производства компонентов и повышения уровня индустриализации, сборные здания Китая также вступят в новую стадию развития.

#### *Литература:*

1. 14-й пятилетний план развития строительной отрасли [Электронный ресурс]: приказ, январь 2022 г., № 2022–11 // М-во жилья, городского и сельского строительства КНР. – Режим доступа: [http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-01/27/content\\_5670687.htm](http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-01/27/content_5670687.htm). – Дата доступа: 01.04.2022 (на китайском яз.).
2. Анализ рынка быстровозводимых конструкций Китая в 2021 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cnec.com/ht/s/2895-9778-53018.html>. – Дата доступа: 01.04.2022 (на китайском яз.).
3. Текущая ситуация и перспективы развития зеленых зданий в Китае [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.xatrm.com/cjgdzbzcydt/281345.jhtml>. – Дата доступа: 01.04.2022 (на китайском яз.).
4. Цзоу, Лин. Обсуждение разницы в стоимости, снижении затрат и эффективности между сборными зданиями и традиционными зданиями / Лин Цзоу, Чен И // Инженерная экономика. – 2019. – № 2019–12. – С. 43–46 (на китайском яз.).

УДК 625

Тан Дунян,  
магистр,  
Ван Минюань,  
магистр,  
С. Н. БОНДАРЕНКО,  
кандидат химических наук,  
С. Н. КОВШАР,  
кандидат технических наук,  
Белорусский национальный технический университет

### **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ САМОВОСТАНАВЛИВАЮЩИХСЯ ЦЕМЕНТНЫХ ОСНОВАНИЙ PERFORMANCE EVALUATION OF SELF-HEALING CEMENT SUBSTRATES**

*Аннотация: В этой статье описывается разработка круглой самовосстанавливающейся микрокапсулы с материалом ядра в качестве основной стенки капсулы и дополненная физическим методом. Чтобы проверить ее эффективность, микрокапсула была смешана с цементным субстратом для подготовки теста*

*Abstract: In this paper, a circular self-healing microcapsule with core material as the main capsule wall and supplemented by a physical method was designed in this paper. In order to verify its performance effect, the microcapsule was mixed into the cement substrate to prepare a test block.*

*Ключевые слова: самовосстанавливающиеся микрокапсулы, механические свойства, ремонт цементного основания, неорганическая химия.*