

*проф., доктор, академик МАНЭБ, аккредитованной с ООН,
Е. ШАМИС, Технический университет Молдовы*

ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МЕТОДОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

Rezumat

În lucrare sunt prezentate și fundamentate idei inovative pentru crearea unei metode noi de construcții clădiri din blocuri, din materiale cu întărire rapidă. Tehnologia a fost cretă în Rep. Moldova, obținind aprobări. Aceasta asigură o hidro- și energo-eficiență și o economie generală. Metoda este ecologică și nu prezintă pericol pentru viață. O astfel de producție poate asigura cu locuințe păturile social vulnerabile și prezintă interes pentru export.

Abstract

We present and justify innovative ideas to create a new method of bulk industrial housing units in the fast-hardening materials. Technology was established in Moldova, was a multi-year trials. It provides energy, water-efficiency and overall profitability. Method environmentally perfect, safe for life. Such production can provide the construction of social housing and the replacement of old, is of interest for export.

Резюме

В работе представлены и обоснованы инновационные идеи для создания нового метода индустриального домостроения из объёмных блоков на быстротвердеющих материалах. Технология создана в Молдове, прошла многолетнюю апробацию. Она обеспечивает энерго-, гидро-эффективность и общую экономичность. Метод экологически безупречен, безопасен для жизнедеятельности. Такое производство может обеспечить строительство социального и замену ветхого жилья, представляет интерес для экспорта.

Общая характеристика работы

Актуальность работы. В девяностые годы прошлого столетия строительная отрасль экономики Молдовы прошла через сложные испытания. Резко сократились объёмы строительных работ, практически перестало существовать крупнопанельное домостроение и т.д. По техническому уровню строительство возвратилось на позиции 40-50-ых годов, а его стоимостные характеристики резко увеличились.

Необходимо учитывать, что более половины населения республики живёт в сельской местности, а современные технологии позволяют в несколько раз сократить затраты труда в аграрном секторе. Следовательно, неизбежный отток граждан в промышленно развитые центры приведет к необходимости количественных и качественных изменений в строительной отрасли.

В последние годы значительно возросли технические требования к строительству. Для всего мира стала предельно актуальной задача энергосбережения. В Молдове эта проблема особенно усложняется тем, что страна не имеет своих топливно-энергетических ресурсов. Кроме того, республика относится к числу сейсмоопасных регионов. Здесь возможны и другие стихийные бедствия (оползни, наводнения и др.).

Для строительной отрасли в глобальном масштабе, конечно, и для Молдовы, в последнее время определились в качестве особо актуальных такие проблемы, как недостатки используемых методов повышения энергоэффективности зданий и сооружений, отсутствие оптимальных технических решений по стеновым материалам, недоиспользование потенциальных прочностных характеристик минеральных вяжущих веществ, неоправданно большие расходы пресной воды на приготовление строительных смесей, значительные трудовые затраты и др. Всё это существенно сказывается на итоговых экономических показателях строительства.

Для решения проблем увеличения объёмов производства и технологического совершенствования строительства, отрасль будет вынуждена осваивать новые методы. Здесь следует учитывать, что наиболее апробированными и перспективными направлениями для достижения таких целей являются индустриальные строительные технологии.

Идея индустриального строительства предусматривает два пути реализации: использование машин и механизмов в сочетании с поточными методами организации работ на строительной площадке; перенос на завод большей части построечных работ. При бесспорной правомерности обоих путей, второй даёт наибольшие возможности развития.

Акт переноса строительных работ в заводские условия позволяет применить новые материалы, технологии, технику, найти иные, более

эффективные конструктивные решения, то есть выйти на новый качественный уровень. Доминирующее значение второго пути ни в коей мере не исключает необходимости комплексной механизации и современных методов организации работ непосредственно на строительной площадке.

Индустриализация строительства в высокой степени воплощена в полносборных вариантах - крупноблочном (КБД), крупнопанельном (КПД) и объёмно-блочном (ОБД) видах домостроения. В то же время, отдельные крупные сборные элементы, включая объёмные блоки, успешно используются в традиционных формах домостроения совместно с общеизвестными строительными материалами и изделиями.

ОБД имеет свою специфику и принципиальные отличия от всех других методов строительства. Сущность различия заключается в том, что здесь основной монтажной единицей является изготавливаемый в заводских условиях элемент объёма здания, а не его плоскостей. Это создает преимущества, выражающиеся в повышении заводской готовности изделий, скорости построечных работ, снижении зависимости от погодноклиматических условий и т.д.

К примеру, по опыту массового строительства на территории бывшего СССР, для КПД себестоимость работ, выполняемых на заводе, составляла 45%, а трудовые затраты - 40%. Те же показатели для ОБД имели значения соответственно 75% и 70%, но из-за значительных внутренних проблем себестоимость строительно-монтажных работ в ОБД была выше на 3%, а капитальные вложения в базу ОБД больше на 23%, нежели в КПД. Таким образом, наиболее перспективное направление индустриального домостроения стало серьёзно отставать от более упрощенного, но на конкретный момент более эффективного КПД, которое само по себе нуждается в серьёзном переосмыслении технологической основы.

Отсюда возникает крупная технико-экономическая проблема, заключающаяся в несоответствии метода индустриального домостроения, учитывая его потенциальные преимущества перед традиционными технологиями, тем фактическим техническим возможностям, на основе которых он реализовывался.

Дополнительные усложнённые требования к строительству в нашем веке определяют настоятельную необходимость пересмотра

основных технических решений, применявшихся в индустриальном строительстве, и разработки новых принципиальных путей решения данной проблемы. Учитывая приведённые выше данные, можно предположить, что наиболее трудные проблемы индустриального домостроения, прежде всего, самой перспективной формы - ОБД, находятся в сфере заводского производства изделий, где используется в основной мере медленноотверждающийся портландцементный бетон, а также в сложных методах перевозки и монтажа.

В качестве рабочей гипотезы можно принять, что многие проблемы индустриального домостроения могут быть решены при разработке технологий заводского производства элементов с применением быстротвердеющих материалов и совершенствовании методов их перевозки и монтажа.

Изложенное определяет сущность ключевой проблемы современного индустриального домостроения и рабочей гипотезы его совершенствования, что позволяет сформулировать цель настоящей работы.

Целью настоящей работы является создание и научное обоснование методов определения и систематизации проблем, применительно к индустриальному домостроению, а также разработки вариантов их решений, предусматривающих переход к усовершенствованным формам строительства на обновлённой технологической основе.

Научную новизну работы составляют:

- разработка и обоснование новых направлений в теории и практике методологии системного анализа проблемных ситуаций, создающих возможность их использования для создания и исследования инновационных технологий;
- представление ключевой проблемы индустриального домостроения в форме сложной динамической системы и рассмотрение на основе методологии системного анализа комплекса взаимосвязанных факторов и альтернативных решений, направленных на достижение научной цели работы;
- разработка, научное обоснование и исследования технологий изготовления и применения новых эффективных индустриальных элементов, в том числе стеновых ограждений, с достижением при

этом повышения прочностных характеристик строительных смесей на основе минеральных вяжущих и улучшения энергоэффективности зданий.

Реализация в строительстве результатов исследований обеспечивает:

- создание новых наукоёмких технологии эффективных строительных материалов и изделий для индустриального и других видов строительства;
- создание усовершенствованной формы объёмно-блочного домостроения;
- значительное снижение затрат всех видов ресурсов, в первую очередь энергетических, в производстве изделий и в эксплуатации построенных зданий, а как следствие, снижение себестоимости и сроков выполнения работ.

Результаты исследований внедрены:

- в форме массового производства цельноформуемых объёмных блоков на быстротвердеющих материалах для санузлов и инженерных коммуникаций, то есть фактически создана подотрасль промышленности строительных материалов;
- в форме серийного промышленного производства разнообразных индустриальных строительных изделий, включая блоки и плиты, в том числе на быстротвердеющих материалах с плотностью и прочностью на сжатие и изгиб, которые регулируются физическими методами;
- в составе инновационного инвестиционного проекта предприятия для массового производства аналогичных изделий (Кишинёв).

Постановка цели и задач настоящей научной разработки позволила установить её масштабность и комплексность, что в значительной степени предопределено самим характером строительства как сложной, большой, динамической и вероятностной системы. При всей громоздкости, противоречивости внутренних интересов и консервативности строительной отрасли экономики, включающей немалое количество подотраслей со своими частными целями, для неё существует общая конечная цель - своевременная сдача законченных строительством объектов в заданных объемах и при должном качестве.

Именно это обстоятельство, с учётом абсолютной необходимости строительства для существования и развития цивилизации, стало определяющим фактором в привлечении к исследованиям по теме данной разработки основных положений по технологии и организации строительства, технологиям строительных материалов и изделий, строительным машинам и механизмам, экономики и организации строительства и другим научным дисциплинам. При определяющей инженерной направленности работы, автор внес свой вклад в теорию указанных выше и других необходимых дисциплин, создавая научные основы совершенствования инновационных строительных технологий в перспективной области индустриального домостроения.

Основные теоретические положения и практические результаты настоящей работы опубликованы в ряде научных трудов (6 монографий, статьи в специализированных сборниках и журналах и т.д.) в Молдове, Украине, России, США и др., защищены рядом патентов на изобретения, сертификатами авторских и других смежных прав на интеллектуальную собственность, докладывались на региональных и международных научных конференциях, представлялись на специализированных выставках в Молдове, России, Венгрии.

Основные положения работы

1. Анализ проблем совершенствования индустриального домостроения

1.1. Методология системного анализа проблем, применительно к теме

В качестве базовой методологии выявления, анализа и выбора альтернативных методов решения проблем индустриального домостроения в настоящей работе принят системный анализ. С целью использования системных методов, автором были проведены соответствующие исследования и внесены предложения, использованные в настоящей разработке.

Системный анализ деловых и промышленных проблем, как научный метод, сложился в 40-ых годах прошлого века в США. Наибольшее развитие он получил в 50-ых годах, в основном, для оценки и выбора вариантов военно-промышленных проектов, а затем и для решения проблем делового мира, чем и ограничивалось его влияние.

Начиная с 70-ых годов, были опубликованы наши предложения по системному анализу в исследованиях технологий, применительно к индустриальному строительству. При этом разрабатывались направления на основе предложенной нами новой технологической системы - генеральной технологии, развивались идеи системно-морфологического анализа проблем маркетинга и реинжиниринга.

Мощное развитие инновационных технологий в конце прошлого - начале нынешнего веков, рывок ряда передовых отраслей экономики и отставание громоздких, сложных, консервативных, но абсолютно необходимых для общества отраслей (строительство и др.), потребовали иного подхода к содержанию и определению важнейших методов системного анализа проблемных ситуаций.

На уровне технологий требуются другие подходы к решению проблем, вытекающие из самой сущности осознания технологии как системы. Понятие технологическая система включает научно-технические решения, диктующие последовательность и режим процессов, определяющих облик и экономические характеристики выхода системы. В зависимости от заданных объёмов конечной продукции, параметров сырья, конкретных технических требований, обусловленных спецификой региональных условий, количественные и некоторые качественные данные конечного продукта - выхода системы - могут меняться, но принципы технологии при этом не изменяются.

Следовательно, основные проблемы технологий, рассматриваемых в качестве систем, применяемых в различных отраслях промышленности, будут во многом идентичны. Для таких систем, которые предназначены для практической реализации в период, отдалённый от момента разработки, достаточно серьёзны риски, связанные с точностью предвидения будущего.

Кроме того, необходимо учитывать, что инновационные технологические решения формируются в первую очередь на творческом, неординарном подходе к возникшей проблеме. Именно такие, эвристические методы порождают решения на уровне научных открытий, изобретений. Однако принятые сегодня решения должны эффективно работать в завтрашних условиях, в чём и заключаются технические и экономические риски новых технологий. Поэтому системно-аналитические исследования проблем технологий позволяют точно

определить направленность поиска разработчиков в создании принципиально новых решений.

Проблемы, возникающие в технологиях, определённых в качестве систем, также относятся к категории слабо структуризованных, качественно-количественных проблем. Действительно, когда выясняется, что реальный выход не совпадает с желаемым результатом, то это обычно выражается в расхождении как между количественными, так и качественными характеристиками готового продукта технологии.

Ключевая проблема технологической системы деструктуризуется на **основные** проблемы на первом низшем уровне иерархии дерева, а затем из них выделяются наиболее весомые по количественной и качественной оценке **доминирующие** проблемы. Они перемещаются вверх на первый высший уровень иерархии. При выборе наиболее эффективных решений доминирующих проблем некоторые из них могут решить и другие основные, **одновременно решаемые** проблемы (второй уровень). Однако при этом могут возникнуть и **вторичные** проблемы (третий уровень), требующие своих методов решения.

1.2. Системно-аналитические исследования проблем совершенствования индустриального домостроения

Любые индустриальные изделия, производимые на заводах, кроме элементов объёма здания, становятся частью его плоскостей. Это отличие от объёмных блоков принципиально.

Наиболее эффективные заводские изделия такого рода - крупные панели. В то же время, при бесспорных достижениях в КПД существует ряд проблем, решение которых в рамках данного вида индустриального домостроения невозможно по объективным причинам. Сюда относятся ограничения уровня заводской отделки панелей, устройства покрытий полов, установки элементов инженерных коммуникаций и т.д., то есть всего того, что должно находиться внутри строящегося здания.

Нецелесообразность выполнения на заводах таких работ, то есть неразрешённость упомянутых проблем ограничивает уровень сборности домов из подобных панельных изделий. Как следствие, образуется своеобразный **организационно-технический барьер (ОТБ)**, для преодоления которого стереотипные методы неприемлемы.

История техники знает такие примеры (авиация, космонавтика и т.д.). В отличие от КБД и КПД основная идея ОБД состоит в том, что элемент объёма здания, изготавливаемый в заводских условиях, может быть доведен до намного более высокой степени готовности. Это позволяет преодолеть ОТБ в индустриальном домостроении, улучшив его технико-экономические показатели. Поэтому в качестве основного и перспективного объекта исследования в настоящей работе приняты объёмно-блочные технологии индустриального домостроения.

Обзорный анализ известных конструктивных разновидностей объёмных блоков и зданий с их применением, методов заводского производства изделий, их транспортирования и монтажа с учётом технико-экономических характеристик показал, что для преодоления отставания от КПД необходимы продуманные и обоснованные радикальные инновационные решения. При этом учитывалось, что на первых этапах ОБД его проблемы были недостаточно изучены, а это создало технический тупик.

Разработки велись по системе, порождающей варианты решения проблем. Нами были определены 14 основных проблем ОБД, обуславливающих в конечном итоге характеристики ключевой проблемы. Из их состава были выделены наиболее значимые по качественным и количественным параметрам, то есть доминирующие проблемы: медленное твердение портландцементного бетона - основного материала индустриальных изделий заводского изготовления (в нашем случае - объёмных блоков); грузогабаритные ограничения транспорта и дорог; ограничение экономически целесообразного радиуса действия домостроительного комбината (ДСК); организационные противоречия по технологическим переделам; механизация и автоматизация производственных процессов.

В оценке значимости проблем мы исходили из таких критериев, как ёмкость, отсутствие обоснованных решений, количественная составляющая в виде доли затрат на единицу общей площади дома и пр. Для оценки учитывались литературные данные и мнения экспертов.

Высокая качественно-количественная оценка доминирующих проблем совершенствования индустриального домостроения в ОБД, сосредоточенных в сфере заводского производства и транспортирования изделий, решение которых взял на себя автор, позволит в значительной

мере улучшить технико-экономические показатели ОБД в целом без полного решения других вопросов, влияющих на формирование ключевой проблемы.

Доля затрат на принятую единицу, приходящаяся на доминирующие проблемы, в целом составила 0,71 (71%). При этом наибольшая часть в размере 0,23 (23%) пришлось на медленное твердение портландцементного бетона.

Известные методы решения подобных проблем существенных результатов инновационного уровня не дают.

Таким образом, системный подход позволяет определить направления поиска нетрадиционных технологических решений, то есть установить тематику создания решений на уровне изобретений.

2. Основные изделия и материалы

2.1. Базовые изделия заводского производства

Как было высказано выше, наиболее перспективной формой индустриального домостроения представляется ОБД, что и стало главным направлением настоящего исследования. Объёмный блок является самым ресурсоёмким элементом ОБД, что определило его в качестве базового изделия.

При выборе рациональной конструкции объемного блока нами была применена методика, предполагающая дифференциацию его основных деталей по их эксплуатационным, функциям в законченном строительстве здания. Это позволило подразделить детали на группы с несущими и ограждающими функциями, а затем объединить однородные детали в пространственный элемент, цельноформуемый из одного материала.

В такой элемент были объединены плита потолка, стены, перегородки (тип «колпак»). Плита пола, на которую приходится немалые нагрузки, и элементы несущего каркаса здания выделены отдельно.

В наиболее известных формах ОБД для изготовления деталей подобных пространственных элементов применяются портландцементные бетоны, медленно набирающие распалубочную прочность. Логично предположить, что для этого рационально подобрать быстротвердеющие материалы, соответствующие заданным технологическим и эксплуатационным характеристикам.

Размеры объёмных блоков диктуют грузогабаритные ограничения дорог для соответствующего вида транспорта. Учитывая, что основным видом транспорта в ОБД является автомобильный, максимальными размерами блоков можно принять: длину - на ширину здания и высоту - на один этаж (на две комнаты). Однако, как показывает мировой опыт, размеры блоков могут быть увеличены до уровня суперблоков - объёмных модулей, перевозимых речными, морскими, специальными сухопутными, воздушными и иными перспективными транспортными средствами.

2.2. Материалы для индустриальных элементов

Прежде всего, сообразуясь с методикой выбора конструктивных решений объёмных блоков и модулей, были определены требования к материалам для их изготовления:

- экологичность;
- достижение распалубочной прочности естественным путем в короткие, технологические приемлемые сроки;
- соответствие прочностных, тепло-, звукоизоляционных и других технических характеристик функциональному назначению деталей пространственного элемента;
- удобоукладываемость рабочей строительной смеси из быстротвердеющих материалов в формы;
- бездефектность поверхностей деталей отформованного пространственного элемента;
- долговечность материалов и изготовленных из них блоков без изменения технических свойств, как минимум, в пределах срока эксплуатации зданий;
- деформативная стойкость (трещиностойкость, отсутствие прогибов и пр.);
- обеспеченность нормируемого уровня комфортности ограждаемых помещений дома;
- энергоэффективность в производстве и эксплуатации;
- устойчивость в экстремальных ситуациях;
- экономическая эффективность.

Несущие элементы объёмных блоков (плиты пола, вертикальные и горизонтальные элементы) должны выполнять свое основное

предназначение. Для их изготовления могут быть приняты известные технологии сборных железобетонных изделий.

Учитывая предназначение быстротвердеющих материалов в ОБД для создания пространственных элементов с ограждающими функциями в составе объемных блоков, представляется целесообразным использовать для этой цели предложенные и отработанные А.В. Волженским и его сотрудниками гипсоцементно-пуццолановые вяжущие (ГЦПВ). Они содержат 50-70% полуводного гипса, 20-25% портландцемента и 15-20% активной минеральной добавки (трепела, диатомита, опоки и т.д.). При твердении в нормальных условиях лёгкие бетоны на их основе набирают через 4 часа 20-30%, через сутки 50-60%, через трое суток 80-90% от 28-дневной прочности.

ГЦПВ сохраняет важнейшее технологическое свойство гипса - быстрое схватывание и твердение. В то же время материал является водо-, огне-, морозо-, био-, атмосферостойким, то есть обладает всеми качествами, необходимыми для использования его в производстве всевозможных строительных индустриальных изделий.

В развитие исследований по ГЦПВ в наше время был создан быстротвердеющий материал - композитное гипсовое вяжущее (КГВ). Оно также может быть использовано для аналогичных целей.

С ГЦПВ и КГВ успешно могут быть использованы полуфабрикаты и материалы из базальтового сверхтонкого волокна (БСТВ). Исследования в этом направлении проводились нами совместно с Государственным унифицированным предприятием НИИГрафит в рамках Московской городской программы «Базальт» в 1998 году.

Гипс, ГЦПВ, КГВ относятся к негорючим и взрывобезопасным материалам. Они не содержат токсичных составляющих, обладают кислотностью, близкой к кислотности человеческого тела, лишены неприятных запахов. Они, как и материалы на БСТВ, обладают способностью «дышать», то есть поглощать, а затем выделять в окружающую среду избыточную влагу. Они слабо восприимчивы к радиационному излучению и практически не дают вторичного излучения, электрически нейтральны.

Близость свойств в сочетании с тем, что между гипсосодержащими и другими минеральными вяжущими и БСТВ обеспечивается хорошее сцепление, стали технической основой объединения этих материалов в

одних изделиях. БСТВ может быть использовано для изготовления теплоизоляционных элементов и в качестве фибры в дисперсно армируемых индустриальных изделий на гипсосодержащих минеральных вяжущих.

Как известно, минеральные вяжущие, используемые в изготовлении строительных смесей требуют значительного расхода пресной воды, в основном для обеспечения удобоукладываемости смесей в формы изделий. При этом только несколько более 15% воды используется в химических процессах образования структуры конечного продукта. Количество воды, вводимой в смесь значительно больше. Так, для производства гипсовых изделий по современным технологиям известной фирмы „KNAUF” (картон, плиты) используется смесь с водовяжущим отношением 0,63-0,65. Оставшуюся часть воды надо удалять при интенсивной термообработке с затратой значительного количества энергоресурсов.

Исходя из изложенного, нами был разработан способ и выполнены предварительные исследования по использованию для изготовления строительных смесей на минеральных вяжущих воды с повышенным содержанием минеральных солей, в том числе морской. Образцы из мелкозернистых бетонов на портландцементе, изготовленные на этой воде, достигли через 28 суток прочности на сжатие примерно на 30% выше, чем такие же, но на обычной пресной воде.

3. Организационно-технологические аспекты производства и транспортирования индустриальных изделий

3.1. Концепция оценки и выбора технологий индустриального домостроения

Концептуальный подход автора отражен в методике, которая позволяет объективно оценить выбор конкретных технологий.

Эффективность технологий предложено определять по их соответствию комплексу критериев, приведенных ниже. Среди них выделены особо значимые стратегические критерии. Расхождение с любым из них означает неприемлемость рассматриваемой технологии. Группа менее значимых основных критериев подразделяется на две подгруппы - обязательных и дополнительных. Кроме того, установлены региональные критерии.

3.2. Научно-инженерные основы технологий индустриального домостроения

В качестве организационно-технологической основы заводского производства индустриальных изделий на быстротвердеющих материалах (средних и крупных блоков, плит, панелей, объемных элементов) нами был принят поточно-агрегатный метод. При этом были разработаны и апробированы в практике основные варианты запатентованных технологических решений:

- стационарные формы изделий в комплексе с перемещающейся над ними смесеприготовительной самоходной установкой с периодической или непрерывной дозправкой её сырьем, при этом установка включает нижнюю тележку для движения вдоль рядов форм и верхнюю тележку со смесителем, передвигающуюся возвратно-поступательно по нижней в направлении, перпендикулярном направлению движения;
- стационарная смесеприготовительная установка с непрерывной дозправкой её сырьём и перемещаемые под ней на тележках формы изделий, направляемые после укладки смеси к постам распалубки, а затем обратно.

Одновременно нами были разработаны запатентованные конструкции форм для индустриальных изделий, включая формы для объёмных элементов.

Основным преимуществом разработанных смесительных устройств последних лет является обеспечение кавитационно-струйного смешивания ГЦПВ, КГВ и других минеральных вяжущих с водой. При этом в процессе приготовления смеси происходит ее активация, что позволяет в заданном порядке получать материалы запрограммированной прочности и плотности. Кроме того, разработаны оригинальные устройства, обеспечивающие непрерывное и равномерное перемешивание активированной смеси вяжущего и воды с заполнителя, включая фибру.

Технологии характеризуются простотой и лаконичностью используемых методов, партерным размещением оборудования технологических линий, значительной экономической эффективностью использования изготавливаемых изделий в зданиях и сооружениях, построенных в различных климатических зонах планеты.

При формировании сложных изделий - пространственных элементов объёмных блоков (типа «колпак»), включающих потолок, стены, перегородки из быстротвердеющих материалов, возникают определённые технологические сложности. Это предъявляет к машинам такого рода ряд условий:

- непрерывная подача дозированных компонентов формовочной смеси из стационарных емкостей для их хранения;
- непрерывная одновременная работа смесителя и бетоноукладчика с перемещением их над формой до полного окончания технологического цикла;
- укладка бетонной строительной смеси в форму до начала ее схватывания;
- послышная укладка смеси во избежание заторов её в отсеках форм;
- равномерная укладка смеси в формы;
- возможность укладки смеси по контуру форм любых конфигураций и размеров в пределах рабочей зоны формования;
- оптимизация по минимуму длины пути и количества перемещений бетоноукладчика при формировании повторяющихся партий блоков различных типов.

Известные формовочные устройства не приспособлены к выполнению такого сложного комплекса задач. Поэтому автором были предложены принципиально новые, патентно защищённые технические решения роботизированных устройств, апробированные в практике при работе над первой диссертацией. Все материалы исследований того периода в сочетании с наиболее поздними разработками в полном объёме стали основополагающим элементом и неотъемлемой частью новой подотрасли строительства - производство, транспортирование и монтаж объёмных блоков на быстротвердеющих материалах для санузлов и инженерных коммуникаций.

Материалы настоящей разработки стали органическим продолжением предыдущих научно-исследовательских работ, материалы, которых стали по сути их первым этапом.

3.3. Сборка и отделка объёмных блоков

В объёмно-блочном домостроении, применительно к конструкции изделия с «колпаком», к операциям сборки в укрупненном виде относят

установку на плите пола отдельных перегородок, соединение с «колпаком» и наружной стеновой панелью, а к отделке - сантехнические, электромонтажные, столярные работы, устройство полов, заделку швов, стыков, окраску, оклейку обоями, ускоренную сушку и т.п. Уровень заводской готовности перечисленных работ различен, он зависит от ряда факторов, не имеющих прямого отношения к технологии и организации их выполнения.

Сборка и отделка (последняя трактуется очень широко) выполняются по стендовой или конвейерной технологии. При этом для сборки рекомендуется преимущественно стендовый способ, а для отделки - конвейерный. Ритм движения конвейеров отделки составляет 2-3,5 ч.

Неизбежные, в связи с использованием быстротвердеющих материалов, требования интенсификации процессов сборки и отделки блоков вынуждают нас пересмотреть сложившуюся технологию и организацию данных работ, что и было одним из направлений в настоящей научной разработке. Анализ опыта машиностроения показывает, что ряд достижений этой отрасли можно с успехом использовать в ОБД, улучшив тем самым его технико-экономические показатели. Здесь основой являются аналогичные принципы и содержание технологических процессов сборки и отделки изделий.

Исходя из изложенного, нами были предложены для предприятий ОБД следующие организационно-технические основы сборки и отделки объемных блоков:

- в качестве организационной формы производственного процесса принимается поточная многономенклатурная линия (стендовая или конвейерная);
- из-за многотипия изделий применяют переменную-поточную сборку и отделку, при которой за каждым постом закреплено несколько операций для однотипных блоков, запускаемых в производство партиями попеременно;
- объёмные блоки проектируются для сборки по принципу «шасси», то есть включают базовый элемент - панель пола, к которому крепятся остальные узлы и детали;
- методы соединения элементов блоков не должны значительно увеличивать время сборки;

- на сборку блоков должны поступать максимально законченные и отделанные узлы и детали;
- с целью сортировки, контроля и приемки, ремонта, распределения, накопления элементов для обеспечения бесперебойной работы последующих участков, комплектования, складирования и транспортирования деталей, узлов и готовых изделий к рабочим местам, нами предлагается параллельно линиям общей сборки и отделки создать в составе предприятия ОБД специальный модуль для выполнения этих операций - **технологический терминал, разделенный на организационно связанные между собой участки - терминальные секции (ТС)**;
- технологическая линия общей сборки и отделки объемных блоков разделяется по структуре на три участка-секции с жесткой межагрегатной связью внутри их и гибкой межучастковой связью с накопителями межоперационных заделов.

При серийном производстве изделий периодически сменяемыми партиями должна быть обеспечена высокая загрузка рабочих мест, что можно регулировать подбором операций на каждом месте. В составе данной комплексной технологической линии сборки и отделки объёмных блоков предложено предусмотреть три участка-секции с разнохарактерными операциями по обработке изделий.

Гибкая межучастковая связь в структуре линии обеспечивается за счёт накопителей, содержащих межучастковый задел изделий в размере E . При нормальной работе двух смежных участков $E = const$, и может быть в пределах $0 < E < E_{max}$. Если отказ возникает на одном из участков, то другой может работать до устранения отказа или на заполнение накопителя ($E \rightarrow E_{max}$), или за счёт его запаса ($E \rightarrow 0$). Таким образом, отказ на одном из участков не вызовет простоя на соседних и всей линии в целом.

Технологический терминал также выполняет функции накопителя между участками-секциями сборочно-отделочной (по сути - главной) технологической линии завода и другими производственно-технологическими комплексами, поставляющими для каждого из них узлы и детали блоков. Однако роль его значительно шире, так как в

каждой терминальной секции могут сосредотачиваться узлы и детали не только для участка-секции главной технологической линии, но и для других цехов и участков.

Последняя по направлению технологического процесса терминальная секция является выпускной, куда направляется продукция не только главной линии, но изделия и полуфабрикаты, входящие в транспортируемый на стройке комплект. Общими для всех секций технологического терминала является подсистема управления, склады запчастей, горючесмазочных материалов для транспортно-подъемных средств, ремонтные службы.

Конечно, мы представляем, что предложенная технологическая линия наиболее эффективна для предприятий большой производственной мощности, продукция которых может быть востребована не в полном объеме. Однако, строительство всегда необходимо, хотя его объемы и качественные характеристики видоизменяются во времени.

Индустриальное домостроение, прежде всего, необходимо для массового особенно социального, строительства, а оно нужно будет всегда, при любых формах общественного устройства государств. Кроме того, предложенная технологическая линия универсальна в плане возможности сборки и отделки на ней различных строительных изделий, а не только объемных блоков.

3.4. Транспортирование индустриальных изделий

Как известно, наиболее распространённым видом транспорта для перевозок индустриальных изделий является автомобильный. В то же время для таких перевозок могут быть использованы и другие виды транспорта - железнодорожный, водный, воздушный и др. Преимуществом автомобильных транспортёров является то, что они обеспечивают доставку индустриальных изделий напрямую со склада завода на строительную площадку.

Для организационно-технических расчётов и установления количества транспортёров, необходимых для нормальной ритмичной работы завода и строительного-монтажных потоков, предлагается воспользоваться нижеприведенной зависимостью:

$$N_{mc} = \frac{t_{noz.} + t_{np.} + t_{paz.}}{t_{mont.} + t_{org.}}$$

где:

N_{mc} - численность парка транспортных средств;

$t_{noz.}$ - время погрузки транспортного комплекта изделий;

$t_{np.}$ - время проезда с завода на объект и обратно;

$t_{mont.}$ - время на монтаж изделий;

$t_{org.}$ - время на организационно-технологическую подготовку к приёму очередного комплекта изделий.

Особый интерес представляет возможность использования воздушных транспортных средств - вертолетов и аэростатических летательных аппаратов (АЛА). Над возможностями использования АЛА для перевозки и монтажа крупных объемных блоков автор работал со специалистами Ленинградского ОКБ и Московского авиационного института. Следует отметить, что в ряде стран (США, Германия и др.) подобные разработки продолжают, причём используются решения, подобные опубликованным нами раньше, в частности в трудах | международной конференции Массачусетского технологического института в СUIA.

При использовании воздушных аэростатических транспортеров можно воспользоваться следующей зависимостью:

$$N_{mc} = \frac{2 \times t_m + t_{noz.} + t_{mont.} + t_{np.}}{t_{mont.} + t_{org.}}$$

где:

t_m - время маневрирования аппарата перед погрузкой и разгрузкой промышленных строительных элементов

Научное обобщение приведённых выше разработок привело к идее генеральной технологии промышленного домостроения с применением аэростатических летательных аппаратов строительство, как большая сложная динамическая система, в отличие от наукоёмких отраслей

экономики, может успешно развиваться не путём болезненной для отрасли резкой смены технологий, а методикой мощного, нёотвратимого, но постоянного внедрения генеральных технологий, включающих традиционные усовершенствованные и новые наукоёмкие технологии.

4. Реализация результатов научных разработок в практике производства

В процессе настоящего исследования автор принимал участие в организации производства различных индустриальных изделий. В частности, нами было начато пионерное производство в Молдове крупных гипсобетонных панелей размерами на комнату для применения в жилых и сельскохозяйственных зданиях и сооружениях. Были предложены также ряд изделий из железобетона и устройства для их производства и других материалов.

Нами проводились исследования ГЦПВ из сырья Молдовы для производства различных изделий, в том числе для объемных блоков санузлов и инженерных коммуникаций, в результате чего впервые в мировой практике строительства было организовано производство таких блоков на Кишиневском заводе ЖБИ №1.

В частности, изучалась возможность использования стальной арматуры без защиты ее от коррозии. Учитывая, что арматура таких блоков предназначена только для восприятия транспортно-монтажных нагрузок, опасность представляет возможность проникания продуктов коррозии металла на поверхность. Предварительные исследования показали, что продукты коррозии заполняют пограничный с арматурой 2-3 мм слой ГЦП блока, защищая её от дальнейшего образования ржавчины. Таким образом, обеспечивается ЭСКМ бетона и арматуры в данных изделиях.

В 1991 году некоторые блоки были использованы гражданами в качестве дачных домиков на садово-огородных участках. Как показало обследование в 2005-2006 годах, установленные без фундаментов, неокрашенные и ничем не защищенные блоки с толщиной стенок всего 40 мм эксплуатируются до настоящего времени и продолжают использоваться, причём арматура оказалась практически неповрежденной. Отметим, что погодно-климатические условия республики, отличаются нестабильностью даже в течение одних суток, особенно в осенне-зимнее

время. Здесь характерны резкие перепады температуры, дожди, а затем - мороз, в летнее время - высокая температура до 33-35°C.

В 70-е годы в Киеве в НИИСК с нашим участием были изготовлены объёмные блоки размерами на комнату из ГЦПВ и керамзита. Блоки (6х3х3 м) были успешно испытаны на прочность (нагрузка 100 т по контуру) на огнестойкость и транспортабельность.

В 90-е годы, в Москве нами была продолжена работа по модернизации технологии с использованием ГЦПВ, цель которой заключалась в увеличении прочности при одновременной поризации строительной смеси физическими методами путём кавитационно-струйного смешивания компонентов. Метод и соответствующие устройства для их осуществления были запатентованы и реализованы в виде опытно-промышленной технологической линии, производившей средние стеновые блоки и плиты перегородок.

На все изделия были разработаны и утверждены нормативные документы, имеются заключение Главгосэкспертизы России №3-1/17-463 от 25.12.1997 года и соответствующие сертификаты. Результаты контрольных сертификационных испытаний, проведенных в 1998 году Научно-техническим центром Московского государственного строительного университета, приведены в таблице.

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Норматив ТУ 5742-001-01422789-97	Фактически	То же, на изделия фирмы „Knauf”
1.	Плотность	кг/м ³	не более 1000	980	1000
2.	Прочность на сжатие	МПа	не менее 6,0	17,2	4,5
3.	Прочность на изгиб	МПа	не менее 2,7	4,7	2,2

В 80-ых - начале 90-ых годов совместно с Московским авиационным институтом нами интенсивно велись разработки генеральной технологии модульного строительства с применением АЛА типа «Термоплан». Аппарат такого типа в отличие от сигарообразных аэростатических машин имеет форму диска, верхняя половина которого наполнена гелием, а в нижнюю подается горячий воздух от двигателей.

Это позволяет «Термоплану» маневрировать по высоте, то есть осуществлять не только перевозку, но и монтаж объемных модулей. Первые аппараты были рассчитаны на грузоподъёмность 600 т, а в дальнейшем до 2000 т. В 1991 году в Ульяновске был построен опытный образец диаметром 40 м и начаты первые испытания. Однако дальнейшее финансирование проекта было приостановлено.

Некоторые идеи, заложенные нами в «Термоплане», были использованы в запатентованной конструкции промышленного здания. Нарботки в области изготовления модернизированных быстротвердеющих строительных материалов для генеральной технологии также нашли применение в опытно-промышленном производстве.

5. Основные экономические результаты разработок

Объёмные блоки санузлов и инженерных коммуникаций по разработанной и реализованной нами технологии начали производиться серийно с начала 70-х годов в Москве, Кишинёве, Риге, Новомосковске и др. Экономический эффект по приведённым затратам от замены железобетонного цельноформуемого блока на блок из ГЦПВ составлял 63 руб. по расчётам общесоюзного НИИЭкономики строительства (см. Болдырев А.С., Добужинский В.И., Рекитар Я.А. Технический прогресс в промышленности строительных материалов. - М.: Стройиздат, 1980).

К тому времени по стране общий экономический эффект за первые 10 лет составил 80 млн. руб., что в пересчёте на валюту по действующему тогда официальному курсу соответствует 125 млн. долларов США. В Молдове по справке Кишинёвского комбината строительных материалов, объём производства за период 1971-85 годы составил 84402 блока, общий экономический эффект - более 5317 тыс. руб., что в пересчёте соответствует более 8 млн. долларов США.

Строительный опыт подтверждает, что наиболее эффективным методом решения многочисленных технических и организационных проблем отрасли является индустриальный, предполагающий монтаж зданий преимущественно из крупных изделий заводского изготовления. При этом наиболее перспективной формой является сборка из элементов объёма здания. Однако использование для их изготовления традиционных медленнотвердеющих бетонов и общепринятых методов

транспортирования промышленных изделий породили крупную технико-экономическую проблему, суть которой заключается в несоответствии прогрессивной идеи метода фактическим техническим возможностям его реализации.

Базой для разработки научных положений по теме исследований была принята методология системного анализа проблемных ситуаций. Автор внёс свой вклад в теорию системного анализа, расширив при этом представления о системах до уровня технологий, предложив методику ранжирования проблем и декомпозиции главной (ключевой) проблемы. Кроме того, нами была разработана обновленная методика выбора альтернатив решений проблем, включая превентивный поиск противоречий в системе и нанесения по ним упреждающего удара, позволяющего в различной степени ликвидировать их, устранив, по возможности, образование ключевой проблемы.

На основе разработанной методики, позволяющей отработать и выбрать варианты решения проблем, в частности, для объемно-блочной формы домостроения, принятой в качестве объекта исследования, были определены основные проблемы и предложены альтернативы их решения. Наиболее весомыми были признаны проблемы заводского производства (медленное твердение материала блоков), а также транспортирования и монтажа промышленных изделий.

В порядке конкретизации научных положений по теме нами была создана методика конструирования базовых промышленных изделий - объемных блоков и определены технико-экономические параметры материалов для их изготовления.

В качестве наиболее приемлемых материалов для промышленного домостроения использовались гипсоцементно-пуццолановые (ГЦПВ) и композитные гипсовые (КГВ) вяжущие. Кроме того, проведены исследования по совместному использованию в изделиях вышеупомянутых вяжущих и полуфабрикатов из базальтового сверхтонкого волокна (БСТВ). Материалы использовались в составе разработанных и теоретически обоснованных нами технологий совершенствования производства промышленных изделий, в которых применены новые запатентованные способы и оборудование, включая роботизированные устройства, а также устройства для кавитационно-струйного смешивания компонентов.

В данном исследовании выполнены разработки по транспортированию на строительную площадку и монтажу индустриальных изделий. При этом рассматривались варианты по применению перспективных воздушных аэростатических летательных аппаратов, разработанных специализированными организациями, в том числе и с нашим участием.

Научные исследования по теме являются основой для разработки и совершенствования технологий индустриального домостроения, а также реализованного в практике массового производства объемных блоков санузлов и инженерных коммуникаций, технологий, панелей и блоков из быстротвердеющих материалов для домов различных типов. Техно-экономические показатели по реализованным в практике научным разработкам составили значительный эффект. Кроме того, созданы научные и конкретные технологические наработки на будущее.

Это позволит, используя данный научно-практический потенциал, создавать в дальнейшем новые и совершенствовать существующие технологии индустриального домостроения. При этом, по нашему мнению, наиболее приемлемой формой могут стать генеральные технологии, сочетающие в одной системе с общей целью традиционные и новые наукоёмкие технологии.

6. Общие выводы

Таким образом, системно-морфологическое исследование, представленное в настоящей разработке, показало следующее:

- современные ТБ имеют серьёзные противоречия, которые практически уже переросли в проблемы, касающиеся не только внутренних процессов, но и взаимоотношений с внешней средой;
- выполненное исследование показывает возможность в значительной степени разрешить ключевую проблему существующих ТБ;
- предложение о коренном реформировании ТБ и самой продукции представляется научно и инженерно обоснованным и целесообразным.

Библиография

1. Бергаланфи Л. фон. Общая теория систем: критический обзор / Л. фон Бергаланфи // Исследования по общей теории систем. - М: Прогресс, 1969. - С. 23-82.
2. Д. Богданов А.А. Всеобщая организационная наука: Тектология. В 2-х кн. - М.: 1905 - 1924.
3. Винер Н. Кибернетика: Или управление и связь в животном и машине / Н. Винер; пер. с англ. Под ред. Поварова Н. - М: Изд. «Наука», 1983. - 340 с.
4. Волкова В.Н. Основы теории систем и системного анализа. Учебник / В.Н. Волкова, А.А. Денисов; 2-е изд. - СПб.: СПб ГТУ, 1999. - 512 с.
5. Выровой В.Н. Композиционные строительные материалы и конструкции. Структура, самоорганизация, свойства / В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев, В.Г. Суханов. - Одесса: ОГАС А, 2010. - 168 с.
6. Капустин В.М. Системно-морфологический анализ творческих процессов планирования / В.М. Капустин, Г.Г. Кузнецов, Ю.Г. Махотенко // Обзоры по электронной технике. Серия 9. Экономика и системы управления. Вып. 3 (501) - 77. - М: 1978. - 60 с.
7. Оптнер С. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем / С. Оптнер; пер. с англ. - М.: Сов. радио, 1969. - 216 с.
8. Шамис Е.Е. Исследования альтернатив решения проблем в системном анализе / Е.Е. Шамис // Доклады II-й международной НТК «Проблемы строительного и дорожного комплексов»: сб. - Брянск: БГИТА, 2004. - С. 471-472.
9. Шамис Е.Е. Системно-морфологический анализ проблем бизнеса / Е.Е. Шамис // Доклады II-й международной НТК «Проблемы строительного и дорожного комплексов»: сб. - Брянск: БГИТА, 2004. - С. 478-480.
10. Шамис Е.Е. Строительство XXI - инновационные идеи совершенствования индустриальных методов / Е.Е. Шамис. - Кишинёв: „ТЕННИСА-INFO”, 2010. - 262 с.
11. Шамис Е.Е. Строительство XXI - системный анализ проблемных ситуаций / Е.Е. Шамис, Н.Г. Цуркану, М.И. Холдаева (и др.). - Кишинёв: „ТЕННИСА-INFO”, 2011. - 160 с.
12. Шамис Е.Е. Строительство XXI - менеджмент инновационных проектов / Е.Е. Шамис, Н.Г. Цуркану, М.И. Холдаева. - Кишинёв: „ТЕННИСА-INFO”, 2011. - 110 с.

13. OȘ №2624/2814. Системный анализ проблемных ситуаций (структура системы выбора и исследования физических методов активации компонентов формовочных смесей) / Е.Е. Шамис, В.Д. Иванов, М.И. Холдаева. - AGEPI RM, 02.12.2010.
14. OȘ №975/3035. Эксплуатационная совместимость контактных материалов (структура системы исследования) / Е.Е. Шамис, М.И. Холдаева. - AGEPI RM, 21.04.2011.
15. OȘ №974/3034. Технологическая совместимость контактных материалов (общие представления и структура системы исследования) / М.И. Холдаева. - AGEPI RM, 21.04.2011.
16. OȘ №976/3036. Комплексная совместимость контактных материалов (общие представления и структура системы исследования) / Е.Е. Шамис, М.И. Холдаева, В.Д. Иванов. - AGEPI RM, 21.04.2011.
17. OȘ №3220. Системный анализ проблемных ситуаций (комплекс систем для подбора методов решения проблемы) / Е.Е. Шамис, И.Г. Цуркану, М.И. Холдаева. - AGEPI RM, 21.12.2011.
18. OȘ №3288. Активация преимущественно строительных формовочных смесей (теория и практика) / Е.Е. Шамис, М.И. Холдаева, В.Д. Иванов. - AGEPI RM, 21.12.2011.
19. Шамис Е.Е. Технология активированных формовочных смесей / Е.Е. Шамис, М.И. Холдаева, В.Д. Иванов. // ЖБИ и конструкции. - 2012, №1. - С. 22-25.
20. Шипов Г.И. Теория физического вакуума / Г.И. Шипов. – М.: «НТ-Центр», 1993. - 362 с.
21. Zwicky F. Morphology of Propulsive power, Monographs on Morphological Reserch, №1, Society for Morphological Reserch, Calif., 1962, 382 p.
22. Zwicky F. Entdecken, Erfinden, Forschen in morfologischen Welttbild, Droemer-Knaur, Munchen-Zurich, 1966, 288 p.