

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ БЫСТРОВОЗВОДИМЫХ ОБЪЕКТОВ МАССОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

С.М. АНПИЛОВ¹, Н.М. ЗАЙЧЕНКО², Л.Р. МАИЛЯН³

¹ д.т.н., профессор кафедры ЖБК ФГБОУ ВО Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета «НГАСУ (Сибстрин)», советник РААСН,

Заслуженный изобретатель РФ, Почетный строитель РФ
г. Новосибирск, Российская Федерация

² д.т.н., профессор ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академии строительства и архитектуры» ФГБОУ ВО «ДОННАСА»

г. Макеевка, Российская Федерация

³ д.т.н., профессор кафедры Автомобильные дороги ФГБОУ ВО Донского государственного технического университета (ДГТУ) академик РААСН, Заслуженный строитель РФ, Почетный строитель РФ, Лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники,

Лауреат серебряной медали РААСН
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация. В работе обобщен практический опыт внедрения прогрессивной, инновационной технологии для быстровозводимых объектов массового строительства с энергоэффективными, высокотехнологичными системами ЛСТК (легкие стальные тонкостенные конструкции), обладающих новизной и способностью для возведения объектов капитального строительства и обновления старой жилой застройки с продлением жизненного цикла зданий и сооружений. Показаны примеры эффективных технических решений по возведению быстровозводимых зданий. При этом важным фактором внедрения стальных тонкостенных конструкций является полная совместимость с местными сырьевыми ресурсами, что позволяет существенно повысить технико-экономические показатели строительно-монтажных работ.

Ключевые слова: строительство, технологии, местные сырьевые ресурсы и материалы, прогрессивная технология быстровозводимых объектов, инновации, инновационные строительные конструкции и

изделия из ЛСТК, практическая реализация программ развития, ВИМ, ТИМ.

INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR PREFABRICATED BUILDINGS MASS CONSTRUCTION FACILITIES

S.M. ANPILOV¹, N.M. ZAICHENKO², L.R. MAILYAN³

¹ Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Housing and Communal Services of the Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering «NGASU (Sibstrin)», Adviser to the Russian Academy of Sciences, Honored Inventor of the Russian Federation, Honorary Builder of the Russian Federation
Novosibirsk, Russian Federation

² Doctor of Technical Sciences, Professor of the Donbass National Academy of Construction and Architecture of the FGBOU VO «DONNASHA»
Makeyevka, Russian Federation

³ Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Highways of the Don State Technical University (DSTU) Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Builder of the Russian Federation, Honorary Builder of the Russian Federation, Laureate of the Russian Government Prize in the field of science and technology, Winner of the silver medal of the Russian Academy of Sciences
Rostov-on-Don, Russian Federation

Annotation. The paper summarizes the practical experience of introducing progressive, innovative technology for prefabricated mass construction facilities with energy-efficient, high-tech LSTC systems (light thin-walled steel structures), which have novelty and the ability to erect capital construction facilities and upgrade old residential buildings with an extension of the life cycle of buildings and structures. Examples of effective technical solutions for the construction of prefabricated buildings are shown. At the same time, an important factor in the introduction of thin-walled steel structures is full compatibility with local raw materials, which makes it possible to significantly improve the technical and economic performance of construction and installation works.

Keywords: local raw materials and materials, progressive technology of prefabricated facilities, innovative building structures and products from LSTK, practical implementation of development programs, BIM, TIM.

Введение

*«Нужно искать те варианты, где мы можем выиграть соревнование с другими странами. Иного пути для развития страны нет и быть не может. Двигателем благосостояния страны являются образованные люди и наука»¹[1].
Жорес Алферов*

На современном этапе государством в лице Минстроя России уделяется повышенное внимание укреплению экономики РФ и инновационному развитию строительной отрасли. Программами восстановления и развития экономики новых территорий предусмотрено широкое внедрение в практику проектирования и строительства прогрессивных технологий, в том числе быстровозводимых объектов массового строительства с использованием местных сырьевых ресурсов.

Цель настоящей работы, продолжение исследований по анализу и комплексной систематизации научного и практического опыта внедрения в строительной отрасли прогрессивных инновационных технологий.

Задача анализа результатов научных инновационных исследований, выбор и внедрение инновационных технологий.

Результаты научных исследований

Энергосберегающим, быстровозводимым, инновационным технологиям в строительстве посвящено достаточное количество научных работ [2-28]. Заслуживают дальнейшего исследования работы, которые соответствуют на дату настоящего исследования цели и задачам работы, прошли практическую апробацию и внедрены в реальный сектор экономики.

¹ URL: <https://www.culture.ru/themes/475/zhores-alfеров-dvigatелем-blagosostoyaniya-strany-yavlyayutsya-obrazovannyye-lyudi-i-nauka>. Дата обращения: 29.11.2024

Работы [7-28] посвящены исследованиям опыта методологии внедрения во многих регионах страны инновационных технологий быстровозводимых зданий и сооружений, строительных материалов и изделий.

Например, сборный строительный элемент выполнен модульным из легких стальных компонентов, каркас выполнен из С-образного профиля, а внешние панели выполнены из листового материала, причем листовый материал закреплен с обеих сторон сборного строительного элемента с симметричным сдвигом наружу не более, чем на $\frac{1}{2}$ ширины С-образного профиля, а внутри каркаса и между внешними панелями размещен утеплитель, защищен Патентом 147452 [11].



Рисунок 1 – Система конструкций в виде фермы из С – образного профиля ЛСТК заводской готовности



Рисунок 2 – Система конструкций из С – образного профиля ЛСТК заводского изготовления

На рисунках 1-7 показаны практические результаты исследований и внедрения высокотехнологичных оптимизированных

конструктивных систем на основе ЛСТК из С-образного оцинкованного профиля и оцинкованного настила силового для перекрытий и покрытий, который широко используется в сталежелезобетонных конструкциях и в качестве несъемной опалубки [7-10, 12 -28].

В заводских условиях, в автоматическом режиме на С-образных профилях выполняются и или создаются:

- запрограммированные отверстия для инженерных систем (электросеть, слабые токи, водоснабжение);

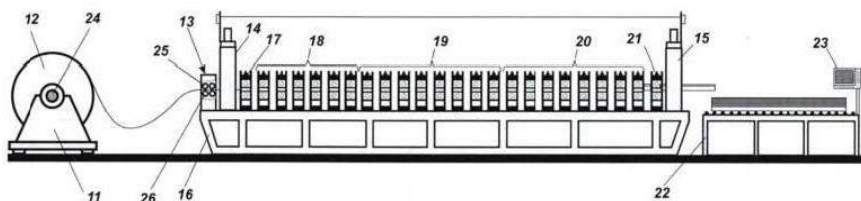
- в местах крепления пробиваются отверстия под саморезы, вокруг отверстий зиговка («пуклёвка»), т.е. образуется специальное углубление. Затем в «пуклёвку» «заподлицо» укрыты стандартные шляпки от саморезов, что позволит крепить плитные (листовые) материалы утеплителя без обрешетки, напрямую к несущему металлическому каркасу. Результат – экономия металла на 15-20%;

- специальные обжимы профиля в местах будущего соединения, что позволяет соединять профиля вручную, без дополнительных операций;

- в местах угловых соединений в автоматическом режиме срезаются необходимые 2-е поля, что увеличивает скорость монтажа;

- встроенный в автоматическую линию принтер маркирует индивидуально каждую деталь, в полном соответствии с проектом и монтажной схемой, что увеличивает скорость сборки конструкций.

Новизна результатов научных исследований по изготовлению системы конструкций из ЛСТК на инновационных высокотехнологичных автоматических линиях (рисунок 4) защищены Патентами [16 -18].



- 13 – приемно-правильно-подающее устройство;
 14 – дополнительное отрезное устройство;
 15 – основное отрезное устройство
 16 – многоклетевой профилегибочный стан;
 17, 18, 19, 20 – набор профилегибочных клеток;
 21 – калибрующая клеть; 22 – стол приема готовой продукции;
 23 – компьютерный пульт управления; 24 – сменные оправки;
 25, 26 – валки

Рисунок 3 – Автоматическая линия для изготовления системы конструкций «БИЗОН» из ЛСТК [16], где: 11 – размотыватель;

Многоклетевой профилегибочный стан 16 предназначен для изготовления профиля (Рис.4) холодным способом и состоит из набора профилировочных клеток (Рис. 3).

Аварийная остановка линии предусмотрена в виде кнопки «Аварийный стоп» на контрольном пульте управления и тросика «аварийной остановки», натянутого на эргономически обоснованной для оператора высоте.

В целях безопасной работы операторов на оборудовании автоматической линии, в том числе все ее вращающиеся профилегибочные элементы и отрезающие устройства защищены съёмными свето-прозрачными кожухами.

Автоматическая линия для изготовления профиля работает следующим образом, подробнее изложено в описании Патента [16].

Перед запуском линии в работу необходимо загрузить в размотыватель 11 рулоном 12 ленты. Для этого ось траверсы грузочного устройства 10 вводят во внутрь сменной оправки 24, лопасти которой сжаты. Затем, установленную таким образом на траверсе

сменную оправку 24 вводят во внутрь рулона 12 до упора, после чего траверсу убирают, а лопасти оправки разводят – сменная оправка 24 установлена внутри рулона 12, которую вместе с рулоном 12 с помощью строп транспортируют и устанавливают на опоры разматывателя 11.



Рисунок 4 – Настил силовой НС 600 - 260 «БИЗОН»



Рисунок 5 – Вид автоматической линии для изготовления системы конструкций «БИЗОН» из ЛСТК

Далее рулон 12 разматывают и край размотанной ленты направляют в приемно-правильно-подающее устройство 13.

При необходимости, край заправленной ленты выравнивают посредством дополнительного отрезного устройства 14.

Затем приемно-правильно-подающее устройство 13 перемещает ленту дальше, и она поступает в узел 17 начальной профилировочной клетки, где накатывают ребра жесткости, пробивают отверстия под саморезы, а также формируют загиб кромок 5 полочек 4 профиля.

Лента проходит между валами нижним 29 и верхним 35, где шипы 39 верхнего вала 35, пробивая ленту, входят в глухие отверстия 37 на нижнем 29 валу и таким образом получают отверстия под саморезы на ленте. А также продольные выступы 38 верхнего вала 35, выполненные по форме поперечных ребер жесткости 7 и 9 профиля, входят в зацепление с углублениями 36 на нижнем валу 29, также выполненные по форме поперечных ребер жесткости 7 и 9 профиля и таким образом, прокатывают ребра жесткости на ленте металла. А также одновременно формируют загибы кромок 5 для полочек 4 профиля.

После этого ленту направляют в профилировочные клетки многоклетьевого профилигибочного стана 16, где посредством профилирующего инструмента, а именно, профилирующих роликов осуществляют последовательное непрерывное деформирование металла до получения профиля заданной формы.

В начальной профилирующей клетки посредством узла 17 накатки ребер жесткости, пробивки отверстий под саморезы и формирования загиба кромок полочек профиля выполняют не только отверстия, используемые для дальнейшего соединения профилей в полотно, например, опалубки, посредством шипов 39 в виде пробойников, размещенных на поверхности верхнего вала 35, и глухих отверстий 37, выполненных на нижнем валу 29, но и выполняют поперечные ребра жесткости на элементах будущего профиля посредством выступов 38, выполненных по форме поперечных ребер жесткости на поверхности верхнего вала 35, и углублений 36, выполненных на поверхности нижнего вала 29.

А также, выполняют продольные ребра жесткости 6 и 8,

соответственно, на средней 2 выступающей части плоскости основания профиля и на каждой боковой части 1 плоскости основания профиля посредством кольцевых выступов 40 и кольцевых канавок 41, выполненных соответственно на валах 29 и 35. И одновременно накатывают поперечные ребра жесткости 7 и 9, соответственно, на средней 2 выступающей части плоскости основания профиля и на боковинах 3 профиля. Кроме того, одновременно с уже перечисленными операциями и заодно с ними, осуществляют формирование загиба кромок 5 полочек 4 профиля, которые выполняют посредством профилированных рабочих концов нижнего вала 29 и верхнего вала 35.

Далее лента поступает в ряд клеток поэтапного профилирования основания профиля, группу 18. В группе 18 профилировочных клеток многоклетьевого профилегибочного стана 16 осуществляют поэтапное формирование средней 2 выступающей части плоскости основания профиля посредством постоянного комплекта профилирующих роликов 33, размещенных на центральном валу 32, и сменных профилирующих роликов 42, размещенных на нижнем приводном валу 29 профилировочных клеток группы 18.

После этого заготовка формируемого профиля переходит в ряд клеток поэтапного загиба боковин 3 профиля, в группу 19. В группе 19 профилировочных клеток многоклетьевого профилегибочного стана 16 осуществляют поэтапный загиб боковин 3 профиля посредством постоянного комплекта профилирующих роликов 33, размещенных на центральном валу 32, сменных профилирующих роликов 43 и двух опорно-калибровочных роликов 42, размещенных на нижнем приводном валу 29 профилировочных клеток группы 11.

Затем, для окончательного получения формы профиля, заготовка поступает в ряд клеток поэтапного загиба полочек 4 профиля, в группу 20. В группе 20 профилировочных клеток многоклетьевого профилегибочного стана 16 осуществляют поэтапный загиб полочек 4 профиля посредством сменных профилирующих роликов 44, размещенных на кронштейнах 45, и опорных роликов 46, размещенных на кронштейнах 47 (фиг. 5).

В последней из клеток многоклетьевого профилегибочного стана 16, а именно, в калибрующей клетке 21 полученный

профиль проходит контроль прямолинейности и, при необходимости, правку посредством пары калибрующих роликов 48, размещенных на кронштейнах 49, постоянного комплекта профилирующих роликов 33, установленных на центральном валу 32, и двух опорно-калибровочных роликов 42, размещенных на нижнем приводном валу 29, а также посредством кольцевых выступов 40, выполненных на нижнем приводном валу 29 (фиг. 6).

После профилирования готовый профиль обрезают основным отрезным устройством 15 требуемой длины по команде с контроллера. Внешний вид ножа гильотины совпадает с контуром отрезаемого профиля. Отрезка производится под углом 90° к оси подачи профиля.

Готовый профиль подают на стол 22 приема готовой продукции, где происходит его накопление, а именно стапелирование в пакет.

Готовый профиль из рулонного материала изготовлен высокополочным, усиленным с высотой полочки более $1/3$ ширины готового профиля. Такой профиль возможно использовать в качестве несъемной опалубки для изготовления монолитных стен и перекрытий малоэтажных зданий, коттеджей и других сооружений с различными планировочными решениями.

Предельные нагрузки, кПа, воспринимающие настилом силовым НС 600-260 «БИЗОН» при однопролетной схеме нагружения приведены в таблице 1 [7].

Таблица 1 – Предельные нагрузки, кПа, воспринимающие настилом силовым НС 600-260 «БИЗОН» при однопролетной схеме нагружения

Шаг опор, м	Предельные нагрузки, воспринимаемые НС 600-260, при однопролетной схеме нагружения, R_{max} кПа сталь 350 МПа, толщина заготовки мм				
	0,8	1	1,2	1,5	1,6
1	2	3	4	5	6
3	20, 48	29, 61	38, 64	48, 57	52, 54
4	11, 53	16, 65	21, 74	27, 45	29, 56
5	7, 38	10, 66	13, 91	17, 56	18, 92
6*	5, 13	7, 40	9, 96	12, 20	13, 14
7,2	3, 55	5, 14	6, 71	8, 47	9, 12

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
7,5	3, 28	4, 74	6, 18	7, 81	8, 41
8,4	2, 61	3, 77	4, 93	6, 22	6, 70
9	2, 28	3, 29	4, 29	4, 87	5, 84
<i>Примечание*:</i> нормативная равномерно распределенная нагрузка по СП 20.13330 для пролёта $L = 2$ кПа, сосредоточенная – 1,5 кПа					

По результатам научных исследований создано инновационное техническое решение в виде высокотехнологичной автоматической линии для безотходного изготовления системы конструкций из ЛСТК, не имеющего аналогов в мире по воспринимаемым предельным нагрузкам, настила силового «БИЗОН» (рисунок 4) с широкими эксплуатационными возможностями, без переналадки механизмов профилировочных клеток, сократить материалоемкость каждой клетки и линии в целом [16].

Предлагаемые инновационные технологии строительства с применением конструктивных систем ЛСТК и монолитных сталежелезобетонных большепролетных перекрытий и покрытий с использованием как несъемной опалубки НС 600 - 260 «БИЗОН», так и самостоятельно для устройства покрытий зданий и обеспечивают при внедрении значительное сокращение затрат на объектах капитального строительства [2-28].

По результатам научных исследований с 2016 года разработаны, произведены, обеспечены комплексные поставки и внедрены на объектах капитального строительства инновационные конструктивные системы полного заводского изготовления:

- только в декабре 2023 года поставлено в ЛНР и Запорожскую область 17 комплектов конструкции для объектов почтовых отделений, МФЦ, 5 комплектов конструкций для объектов медицинского назначения;

- комплекты объектов автосалонов, автомойки на 6–12 постов, СТО, офисы: Бузулук, Кемерово, Оренбургская обл., Самара, Тольятти, Уфа;

- комплекты для гостиниц в – Абхазию, Башкирию, Крым, Самарскую область;

- домо-комплекты для индивидуальных и многоквартирных жилых зданий в: Крым, Оренбургскую область (Первомайский, Ясный), Самарскую, Саратовскую область, г. Сочи;
- комплекты конструктивных систем для кафе, ресторанов, сети торговых центров «Миндаль» в Казань, Самарскую область;
- для объектов медицинского назначения (площадью 150–1500 кв. м.), модули ангиограф, КТ, МРТ, рентген, ФАП, стоматологической поликлиники в: Волгоградскую обл., Краснодарский край, Крым (Севастополь, Симферополь), Москву, Московскую обл., Мурманскую обл., Пензу, Самарскую область, Самару, Сочи, Тольятти, Челябинскую обл., Элисту;
- комплекты конструктивных систем для производственных, административных, складских объектов в: Казань, Самару, Сызрань, Уфу, Новокуйбышевск, Тольятти, Читу, и др.



Рисунок 6 – Системы конструкций каркаса здания из ЛСТК. Мойка автомобилей в г. Самара, ноябрь 2024 г.



Рисунок 7 – Внешний вид каркаса быстромонтируемого здания.
Мойка автомобилей в г. Самара, ноябрь 2024 г.

Выводы

1. Подтвержден высокий коэффициент полезного действия в углубленном изучении, точном анализе и практическом решении задач авторами, для достижения фундаментальных целей исследования:

1.1. В получении реальном сектором экономики высокоэффективных результатов от практического внедрения, выполненных авторами многолетних теоретических, экспериментальных научных исследований;

1.2. По комплексному научному подходу к исследованиям новых конструктивных систем и технологий, которые жизненно необходимы, востребованы для практического внедрения реальным сектором экономики.

2. Предложенные авторами инновационные технологии и стале-железобетонные конструкции обеспечили возможность круглогодичного выполнения строительно-монтажных работ, с применением «сухого метода строительства», максимального использования строительных материалов местного производства в комплексе с несъемной инновационной опалубочной системой из ЛСТК, заполненной монолитными легкими конструкционными бетонами промышленного производства.

На объектах капитального строительства показаны результаты практического внедрения в реальный сектор экономики

быстромонтируемых технологий по методу «сухого строительства» из высокоточных конструктивных систем заводского изготовления (ЛСТК), производимых с применением компьютерных технологий информационного моделирования на инновационном высокотехнологичном промышленном производстве в Самарской области Российской Федерации.

В работе отмечены конкурентные преимущества исследуемых технологий и конструктивных систем, включая:

- Высокая производительность, высокая технологичность, производительность и надежность авторских автоматических линий по выпуску конструктивных систем из ЛСТК;

- Высокое качество производимой продукции на автоматических линиях;

- Высокая заводская готовность, комплектность конструктивных систем из ЛСТК;

- Высокая производительность монтажа конструктивных систем из ЛСТК, обеспечивающих сокращение сроков возведения объектов капитального строительства;

- Конкурентные преимущества по логистике – доставке конструкций заводского изготовления на объекты строительства (легкий вес, компактность упаковки);

- Конкурентная цена объектов строительства из авторских конструктивных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алферов Ж. И. Власть без мозгов. Отделение науки от государства /Ж. И. Алферов – «Алгоритм», 2012 – (Политические тайны XXI века)

2. Сычев С.А. Высокотехнологичные, эффективные и адаптивные (роботизированные) системы для строительства в сложных климатических условиях // *Жилищное строительство*. 2019. № 8. С.26-34. DOI: <https://doi.org/10.31659.0044-4472-2019-8-26-34>

3. Сычев С.А. Перспективные высокотехнологичные строительные системы быстровозводимых трансформируемых многоэтажных зданий // *Жилищное строительство*. 2019. № 8. С.26-34.

4. Сычев С.А. [и др.] Роботизированный монтаж быстровозводимых высотных зданий из модульных трансформируемых

строительных систем повышенной заводской готовности // *Вестник гражданских инженеров*. 2017. № 2 (61). С.163-177.

5. Казаков Ю.Н. Технология быстрого строительства экономических малоэтажных жилых домов на основе оптимизированных легких сэндвич-панельных систем // *Строительные науки*. 2017. № 4. С.95-102.

6. Авторское свидетельство SU 1092255 А1, Е 04 В 1/343 Сборно-разборное здание. Н.Н. Карасев [и др.].

7. Анпилов С. Пути прогресса и развития в науке / С. Анпилов. – Тольятти: Автономная Некоммерческая Организация «Институт судебной строительно-технической экспертизы», 2021. – 186 с. – ISBN 978-5-6044616-2-4. – DOI 10.51608/9785604461624. – EDN YTOIRW.

8. Инновационные технологии строительства быстровозводимых зданий и сооружений / С. М. Анпилов, В. Т. Ерофеев, В. И. Римшин [и др.] // *Промышленное и гражданское строительство*. – 2024. – № 8. – С. 5-13. – DOI 10.33622/0869-7019.2024.08.05-13. – EDN CXDPSN.

9. Опыт практической реализации инновационных строительных материалов и изделий / С. М. Анпилов, В. Т. Ерофеев, В. И. Римшин [и др.] // *Строительные материалы*. – 2024. – № 8. – С. 31-39. – DOI 10.31659/0585-430X-2024-827-8-31-39. – EDN DDPCZE.

10. Способы продления жизненного цикла зданий с деревянными перекрытиями / Ю. Л. Сколубович, С. М. Анпилов, Д. А. Добровольский [и др.] // *Известия высших учебных заведений. Строительство*. – 2024. – № 9(789). – С. 88-103. – DOI 10.32683/0536-1052-2024-789-9-88-103. – EDN JDYWRB.

11. Патент на полезную модель № 147452 U1 Российская Федерация, МПК E04C 1/00. Сборный строительный элемент : № 2014127996/03 : заявл. 08.07.2014 : опубл. 10.11.2014 / С. М. Анпилов, В. А. Ерышев, М. М. Гайнуллин [и др.]. – EDN FVXNNX.

12. Патент на промышленный образец № 92911 Российская Федерация. Опалубочный элемент : № 2014500646 : заявл. 20.02.2014 : опубл. 16.04.2015 / С. М. Анпилов, М. С. Анпилов. – EDN FOUAII.

13. Патент на полезную модель № 163881 U1 Российская Федерация, МПК E04G 9/00, E04B 1/16. Опалубочный элемент : № 2016109562/03 : заявл. 16.03.2016 : опубл. 10.08.2016 / С. М. Анпилов, М. С. Анпилов. – EDN GIGZHO.

14. Патент № 2669635 С1 Российская Федерация, МПК E04G 9/06. Опалубочный элемент сталежелезобетонных перекрытий : № 2017139847 : заявл. 15.11.2017 : опубл. 12.10.2018 / С. М. Анпилов, М. С. Анпилов, А. Н. Китайкин. – EDN HJHQKJ.

15. Патент на промышленный образец № 101354 Российская Федерация. Опалубочный элемент : № 2016500922 : заявл. 16.03.2016 : опубл. 10.01.2017 / С. М. Анпилов, М. С. Анпилов. – EDN EYBAVD.

16. Патент № 2586367 С1 Российская Федерация, МПК B21D 13/00. Автоматическая линия для изготовления профиля : № 2015104515/02 : заявл. 10.02.2015 : опубл. 10.06.2016 / С. М. Анпилов, М. С. Анпилов. – EDN SKFIJI.

17. Патент на полезную модель № 156248 U1 Российская Федерация, МПК B21D 5/08. Многоклетевой профилирующий стан : № 2015107766/02 : заявл. 05.03.2015 : опубл. 10.11.2015 / С. М. Анпилов, В. А. Ерышев, М. М. Гайнуллин [и др.]. – EDN WEXUNG.

18. Патент № 2587701 С2 Российская Федерация, МПК B21D 5/06. Роликогибочная линия для изготовления элементов С-образного профиля для сборной каркасной конструкции из рулонной стали : № 2014143216/02 : заявл. 27.10.2014 : опубл. 20.06.2016 / С. М. Анпилов, М. С. Анпилов, М. М. Гайнуллин [и др.]. – EDN AXMHOD.

19. Патент № 2720548 С1 Российская Федерация, МПК E04B 2/86. Несъёмная опалубочная система для крупноблочного строительства сооружений : № 2019117537 : заявл. 05.06.2019 : опубл. 12.05.2020 / С. М. Анпилов, М. С. Анпилов, А. Н. Китайкин [и др.]. – EDN GZWWCP.

20. Патент № 2734511 С1 Российская Федерация, МПК E04B 5/40. Способ возведения большепролётных перекрытий и покрытий : № 2020118464 : заявл. 26.05.2020 : опубл. 19.10.2020 / С. М. Анпилов. – EDN TPZZWJ.

21. Патент № 2735793 С1 Российская Федерация, МПК E04C 5/08, E04B 2/86, E04G 11/00. Крупноблочный монтажный модуль и способ возведения сооружений из крупноблочных монтажных модулей : № 2020107220 : заявл. 17.02.2020 : опубл. 09.11.2020 / С. М. Анпилов. – EDN PCCNUN.

22. Патент № 2706288 С1 Российская Федерация, МПК E04B 2/86, E04H 5/02. Способ строительства сооружения : № 2019102554 : заявл. 30.01.2019 : опубл. 15.11.2019 / С. М. Анпилов, М. С. Анпилов. – EDN FZQPNA.

23. Патент № 2652402 С1 Российская Федерация, МПК E04B 5/32. Способ возведения облегченных перекрытий многоэтажных зданий : № 2017117403 : заявл. 18.05.2017 : опубл. 26.04.2018 / С. М. Анпилов, В. А. Ерышев, М. М. Гайнуллин [и др.]. – EDN ZEEHLF.

24. Патент № 2637248 С Российская Федерация, МПК E04B 5/19, E04B 5/10, E04B 1/30. Способ возведения большепролётных монолитных железобетонных перекрытий : № 2016136065 : заявл. 06.09.2016 : опубл. 01.12.2017 / С. М. Анпилов, М. С. Анпилов, М. М. Гайнуллин [и др.]. – EDN ТTBADS.

25. Патент № 2552506 С1 Российская Федерация, МПК E04B 2/86. Способ возведения монолитных конструкций зданий и несъемная универсальная модульная опалубочная система : № 2014105016/03 : заявл. 11.02.2014 : опубл. 10.06.2015 / С. М. Анпилов, М. С. Анпилов. – EDN FNUUAY.

26. Патент № 2561127 С1 Российская Федерация, МПК E04G 11/40, E04B 5/40. Несъемная опалубка монолитного перекрытия : № 2014111706/03 : заявл. 26.03.2014 : опубл. 20.08.2015 / С. М. Анпилов, В. А. Ерышев, М. С. Анпилов [и др.]. – EDN ZFJZED.

27. Патент № 2563858 С1 Российская Федерация, МПК E04B 2/84. Способ возведения монолитных стен в несъемной опалубке : № 2014121030/03 : заявл. 23.05.2014 : опубл. 20.09.2015 / С. М. Анпилов, М. С. Анпилов, Н. Г. Барцева [и др.]. – EDN ZFKOUX.

28. Патент № 2561135 С2 Российская Федерация, МПК E04B 2/84. Комплект несъемной опалубки, способ ее сборки и способ возведения монолитных стен здания и сооружения в несъемной опалубке из модульных элементов : № 2013156220/03 : заявл. 17.12.2013 : опубл. 20.08.2015 / С. М. Анпилов, В. А. Ерышев, М. С. Анпилов [и др.]. – EDN ULIPZO.

REFERENCES

1. Alferov Z.I. Power without brains. Separation of science from the state / Z.I. Alferov – «Algorithm», 2012 - (Political secrets of the XXI century).

2. Sychev S.A. High-tech, efficient and adaptive (robotized) systems for construction in difficult climatic conditions // Housing Construction. 2019. No. 8. Pp.26-34. DOI: <https://doi.org/10.31659.0044-4472-2019-8-26-34>.

3. Sychev S.A. Prospective high-tech construction systems for quick-built transformable multi-storey buildings // *Housing Construction*. 2019. No. 8. Pp.26-34.

4. Sychev S.A. et al. Robotic installation of quickly built tall buildings from modular transformable building systems with increased factory readiness // *Bulletin of Civil Engineers*. 2017. No. 2 (61). Pp.163-177.

5. Kazakov Yu.N. The technology of rapid construction of economical low-rise residential buildings based on optimized lightweight sandwich panel systems // *Building Sciences*. 2017. No. 4. Pp.95-102.

6. Author's certificate SU 1092255 A1, E 04 B 1/343 Demountable building. N.N. Karasev et al..

7. Anpilov S. Paths of progress and development in science / S. Anpilov. - Togliatti: Autonomous Non-Commercial Organization «Institute of Forensic Construction and Technical Expertise», 2021. - 186 p. - ISBN 978-5-6044616-2-4. - DOI 10.51608/9785604461624. - EDN YTOIRW.

8. Innovative technologies for the construction of rapidly erected buildings and structures / S.M. Anpilov, V.T. Erofeev, V.I. Rimshin et al. // *Industrial and civil engineering*. - 2024. - No. 8. - Pp. 5-13. - DOI 10.33622/0869-7019.2024.08.05-13. - EDN CXDPSN.

9. Experience in practical implementation of innovative building materials and products / S.M. Anpilov, V.T. Erofeev, V.I. Rimshin et al. // *Building Materials*. - 2024. - No. 8. - Pp. 31-39. - DOI 10.31659/0585-430X-2024-827-8-31-39. - EDN DDPCZE.

10. Methods for extending the life cycle of buildings with wooden floors / Yu.L. Skolubovich, S.M. Anpilov, D.A. Dobrovolsky et al. // *Proceedings of higher educational institutions. Construction*. - 2024. - No. 9(789). - Pp. 88-103. - DOI 10.32683/0536-1052-2024-789-9-88-103. - EDN JDYWRB.

11. Patent for utility model No. 147452 U1 Russian Federation, IPC E04C 1/00. Prefabricated building element: No. 2014127996/03: filed 08.07.2014: publ. 10.11.2014 / S.M. Anpilov, V.A. Erishev, M.M. Gainullin et al.. - EDN FVXNNX.

12. Patent for industrial design No. 92911 Russian Federation. Formwork element: No. 2014500646: filed 20.02.2014: publ. 16.04.2015 / S.M. Anpilov, M.S. Anpilov. - EDN FOUAII.

13. Patent for utility model No. 163881 U1 Russian Federation, IPC E04G 9/00, E04B 1/16. Formwork element: No. 2016109562/03: filed

16.03.2016: publ. 10.08.2016 / S.M. Anpilov, M.S. Anpilov. - EDN GIG-ZHO.

14. Patent No. 2669635 C1 Russian Federation, IPC E04G 9/06. Formwork element for steel-reinforced concrete slabs: No. 2017139847: filed 15.11.2017: publ. 12.10.2018 / S.M. Anpilov, M.S. Anpilov, A.N. Kitaykin. - EDN HJHQKJ.

15. Patent for industrial design No. 101354 Russian Federation. Formwork element: No. 2016500922: filed 16.03.2016: publ. 10.01.2017 / S.M. Anpilov, M.S. Anpilov. - EDN EYBAVD.

16. Patent No. 2586367 C1 Russian Federation, IPC B21D 13/00. Automatic line for profile manufacturing: No. 2015104515/02: filed 10.02.2015: publ. 10.06.2016 / S.M. Anpilov, M.S. Anpilov. - EDN SKFIJI.

17. Patent for utility model No. 156248 U1 Russian Federation, IPC B21D 5/08. Multi-cell profile bending machine: No. 2015107766/02: filed 05.03.2015: publ. 10.11.2015 / S.M. Anpilov, V.A. Erishev, M.M. Gainullin et al.. - EDN WEXUNG.

18. Patent No. 2587701 C2 Russian Federation, IPC B21D 5/06. Roll-bending line for the manufacture of elements of a C-shaped profile for a prefabricated frame structure made of coiled steel: No. 2014143216/02: filed 27.10.2014: publ. 20.06.2016 / S.M. Anpilov, M.S. Anpilov, M.M. Gainullin et al.. - EDN AXMHOD.

19. Patent No. 2720548 C1 Russian Federation, IPC E04B 2/86. Permanent formwork system for large-block construction of structures: No. 2019117537: filed 05.06.2019: publ. 12.05.2020 / S.M. Anpilov, M.S. Anpilov, A.N. Kitaykin et al.. - EDN GZWWCP.

20. Patent No. 2734511 C1 Russian Federation, IPC E04B 5/40. Method for erecting long-span floors and roofs: No. 2020118464: filed 26.05.2020: publ. 19.10.2020 / S.M. Anpilov. - EDN TPZZWJ.

21. Patent No. 2735793 C1 Russian Federation, IPC E04C 5/08, E04B 2/86, E04G 11/00. Large-block assembly module and method for constructing structures from large-block assembly modules: No. 2020107220: filed 17.02.2020: publ. 09.11.2020 / S.M. Anpilov. - EDN PCCNUN.

22. Patent No. 2706288 C1 Russian Federation, IPC E04B 2/86, E04H 5/02. Method of building a structure: No. 2019102554: filed 30.01.2019: publ. 15.11.2019 / S.M. Anpilov, M.S. Anpilov. - EDN FZQPNA.

23. Patent No. 2652402 C1 Russian Federation, IPC E04B 5/32. Method for erecting lightened floors of multistorey buildings: No.

2017117403: filed 18.05.2017: publ. 26.04.2018 / S.M. Anpilov, V.A. Erushev, M.M. Gainullin et al.. - EDN ZEEHLF.

24. Patent No. 2637248 C Russian Federation, IPC E04B 5/19, E04B 5/10, E04B 1/30. Method for erecting large-span monolithic reinforced concrete floors: No. 2016136065: filed 06.09.2016: publ. 01.12.2017 / S.M. Anpilov, M.S. Anpilov, M.M. Gainullin et al.. - EDN TTBADDS.

25. Patent No. 2552506 C1 Russian Federation, IPC E04B 2/86. Method for erecting monolithic structures and non-removable universal modular formwork system: No. 2014105016/03: filed 11.02.2014: publ. 10.06.2015 / S.M. Anpilov, M.S. Anpilov. - EDN FNUUAY.

26. Patent No. 2561127 C1 Russian Federation, IPC E04G 11/40, E04B 5/40. Non-removable formwork for monolithic floor: No. 2014111706/03: filed 26.03.2014: publ. 20.08.2015 / S.M. Anpilov, V.A. Erushev, M.S. Anpilov et al.. - EDN ZFJZED.

27. Patent No. 2563858 C1 Russian Federation, IPC E04B 2/84. Method for erecting monolithic walls in non-removable formwork: No. 2014121030/03: filed 23.05.2014: publ. 20.09.2015 / S.M. Anpilov, M.S. Anpilov, N.G. Bartseva et al.. - EDN ZFKOUX.

28. Patent No. 2561135 C2 Russian Federation, IPC E04B 2/84. Set of non-removable formwork, method of its assembly and method of erecting monolithic walls of a building and structure in non-removable formwork from modular elements: No. 2013156220/03: filed 17.12.2013: publ. 20.08.2015 / S.M. Anpilov, V.A. Erushev, M.S. Anpilov et al.. - EDN ULIPZO.