

УДК 693.554.6

СНИЖЕНИЕ РЕСУРСОЁМКОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ФУНДАМЕНТОВ И ПЕРЕКРЫТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ВЯЗКИ АРМАТУРНЫХ СЕТОК

Шаленный¹ В.Т., Акимов² С.Ф., Селимов³ М.Э.

^{1,2,3}Крымский Федеральный университет им. В.И. Вернадского, институт «Академия строительства и архитектуры»
295943, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 181,
e-mail: ¹ v_shalennyj@mail.ru, ²seyran-23@mail.ru,
³kuron9088kit@gmail.com

Аннотация. В статье изложена сущность усовершенствованной технологии производства арматурных работ для снижения трудоёмкости и ресурсоёмкости монолитных железобетонных конструкций фундаментов и плит перекрытий. Совершенствование заключается в разработке и патентовании ручного механизированного инструмента для вязки арматурных сеток и каркасов с одновременным обеспечением защитного слоя бетона установкой фиксаторов из бетона или пластмассы.

Предмет исследования: технологические операции вязки крестообразных соединений арматурных стержней сеток плитных фундаментов и перекрытий для снижения их трудоёмкости и тяжести, как перспективное направление экономии трудовых ресурсов и стоимости железобетонных работ.

Материалы и методы: анализ производственного опыта, патентных и литературных источников, обоснование цели и направлений совершенствования технологии и организации производства арматурных работ, разработка и патентование усовершенствованного инструмента для вязки крестообразных соединений сеток для фундаментов и перекрытий, описание предлагаемой технологии производства арматурных работ.

Результаты: обоснованно предложена и представлена технология вязки арматурных сеток для монолитных железобетонных фундаментов и перекрытий с оценкой ожидаемой социально-экономической эффективности.

Выводы: Предложенное усовершенствование устройства для позиционирования арматурных стержней для их вязки, заключающееся в применении не постоянного, а электрического магнита с блоком его питания и отключения, позволяет, с одной стороны, как и в прототипе, обеспечить нужное позиционирование, а с другой, при отключении питания электромагнита, намного легче извлечь данное устройство. Следовательно, достигается заявленный положительный эффект снижения тяжести и трудоёмкости производства арматурных работ, как слабо изученного направления снижения затрат ресурсов при устройстве монолитных железобетонных фундаментов и плит перекрытий.

Ключевые слова: ресурсоёмкость, трудоёмкость и тяжесть, арматурные работы, вязка, инструмент.

ВВЕДЕНИЕ

Из публикации авторитетнейшего ученого и организатора, профессора Лapidуса А.А. следует, что «... в последние 20 лет темпы роста производительности труда в строительстве значительно отстают от темпов роста в других секторах. Так, в общеэкономическом разрезе, производительность труда ежегодно растёт в среднем на 2,8% (в некоторых отраслях данный показатель достигает уровня 3,6%), в то время как в строительстве темпы роста не превышают 1%, а в ряде стран эти показатели и вовсе не изменяются или даже снижаются (как, например, в России в период с 2008 г.)» [1]. И хотя в 2022 году, «... согласно различным оценкам и статистическим данным, прирост производительности труда строительной сферы России составил 1,8%, что крайне мало для стабильного развития строительного комплекса страны» [2]. Ведь дефицит рабочих кадров в 2023 году составил 1,2 млн. чел. [3]. Кроме дефицита кадров, насущной проблемой остаются вопросы экономии других видов ресурсов, таких как материалы, энергия, финансовые затраты, снижение труда рабочих, в том числе, за счёт применения инновационного инструмента и др.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА, ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕЛИ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

В современном монолитном строительстве приоритетной задачей является уменьшение материалоёмкости конструкции путём применения технологических приёмов рационального использования материалов, а также снижение трудозатрат на весь период строительства, а затем и эксплуатации объекта. Продолжаются и теоретические разработки методологии выбора эффективных и даже оптимальных организационно-технологических решений при проектировании и осуществлении проектов современных строительных объектов [4].

Общепризнано, что материалоёмкость конструкций фундаментов в значительной части предопределяется весом вышележащих вертикальных и горизонтальных конструкций, к которым, прежде всего, относятся железобетонные перекрытия. Наиболее распространёнными сейчас считаются монолитные плитные или ребристые железобетонные перекрытия. Но недостатком такого перекрытия является высокий собственный вес конструкции. Из-за этого требуется усилить

все несущие элементы каркаса здания. Данная необходимость приводит к увеличению расхода материалов, трудозатрат, и, как следствие, увеличение финансовых расходов на строительство. Исходя из этого, в последнее время разрабатываются эффективные конструктивно-технологические решения облегчённых сборно-монолитных перекрытий.

Например, расположение в толще железобетонных перекрытий лёгких вкладышей из пенополистирола приводит к снижению их собственного веса и, как следствие, к уменьшению нагрузок на перекрытия, вертикальные конструкции и фундаменты, что позволяет снизить материалоемкость данных конструктивных элементов. А использование несъёмной опалубки позволяет сократить трудозатраты на сборку-разборку опалубки. Таким образом, за счёт применения несъёмной опалубки и вкладышей из пенополистирола, устроенная конструкция сразу будет иметь повышенную степень строительной готовности, что, в свою очередь, приведёт к экономии трудозатрат и других ресурсов.

Исходя из этого, достичь снижения ресурсоемкости можно путём уменьшения собственного веса плоских плит перекрытий и фундаментов в монолитном каркасе здания за счёт замены части бетона пластиковыми вкладышами различной формы: шарами и подобными им телами вращения (технология Bubble Deck), прямоугольными параллелепипедами (технология NAUTILUS) и др. В своих проектах, разработчики показывают до 35%, и даже до 50% экономии железобетона с вытекающими отсюда другими улучшенными технико-экономическими показателями (стоимость, сроки) [5, 6]. Проводились и аналитические исследования сравнительных прочностных и деформационных свойств таких систем по сравнению со сплошной железобетонной плитой [7]. Однако эти исследования в упомянутой работе не доведены до уровня оценки экономической эффективности внедрения технологии на конкретных объектах.

Известные российские специалисты также обратили внимание на перечисленные конструктивные системы, и предложили их использование для замены деревянных перекрытий, как наиболее материалоемких конструкций гражданских зданий, в частности, при их капитальном ремонте [8]. Авторами разработаны и рекомендованы для реконструкции перекрытий технологии с использованием не извлекаемых шаровидных и призматических вкладышей из пластика и пенополистирола, обеспечивающие сокращение продолжительности работ на 18-20% с соответствующим улучшением других экономических и эксплуатационных показателей. Рассматривается возможность использования облегчённых конструкций, в том числе и при замене перекрытий в реконструируемых зданиях и в статьях [9, 10]. Отмечается, что это позволяет снизить нагрузки на существующие конструкции

стен и фундаментов, а также снизить материалоемкость самих перекрытий.

Рассмотрена также возможность использования пустотных форм при устройстве монолитных фундаментов. Так запроектирована фундаментная плита средней части стилобата жилого комплекса в Московской области, где расчёт базовой пластины был проведён в SCAD Office пакета программного обеспечения. Экономия бетона составила 22,3%, армирования – 5% [11].

После проведения патентного поиска, изучения сведений из сети Интернет и, частично представленного здесь, литературного обзора, с нашим участием, синтезирована и запатентована оригинальная конструкция плоского монолитного перекрытия, имеющая отличительные признаки и новый технический результат, заключающийся в снижении расхода железобетона за счёт учёта действительной работы сечения этой железобетонной конструкции [12]. Указанный технический результат достигается тем, что конструкция монолитного перекрытия, имеющая верхнюю и нижнюю, расположенные в горизонтальных плоскостях, проволочные сетки, между которыми расположены ряды каркасов, чередующиеся с вкладышами. Пространство между этими вкладышами заполнено бетоном, а сами вкладыши выполнены с ножками, разъёмными, состоящими не менее чем из двух частей (рис. 1). Как видно из этого рисунка, вкладыши представляют собой пространственные объёмные тела вращения по форме близкие к форме груши.

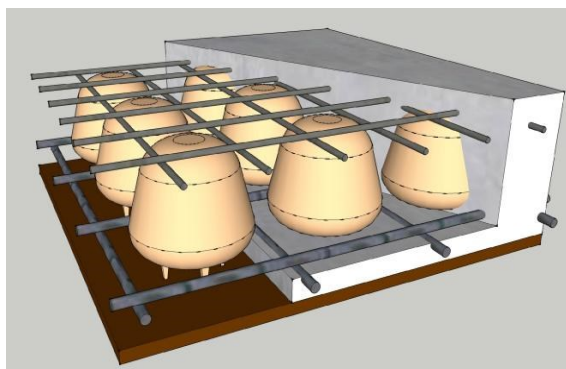


Рис. 1. Фрагмент конструкции перекрытия с заменой части тяжёлого бетона вкладышами из пластмассы
Fig. 1. Fragment of the floor structure with the replacement of part of the heavy concrete with plastic inserts

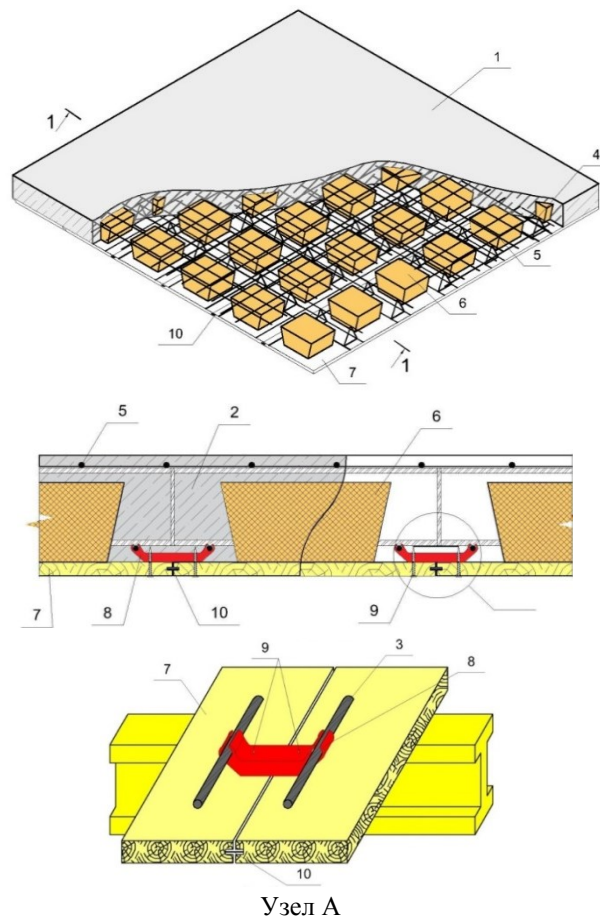
Перспективными нам представляются и конструкции железобетонных междуэтажных перекрытий с несъёмной опалубкой со сборно-монолитными несущими балками, между которыми располагают всевозможные вкладыши, заменяющие железобетон более лёгким строительным материалом, например, пенополистиролом, поверх которого затем бетонируется тонкая железобетонная плита. Чем достигается существенная экономия тяжёлого бетона, уменьшается собственный вес перекрытия, сокращается тем самым и расчётная постоянная нагрузка от перекрытия, под которую

проектируются несущие конструкции и снижаются расходы на отделочно-изоляционные работы полученной поверхности потолка. Дальнейшим её ресурсосберегающим развитием нам представляется использование также плитной сборно-монолитной конструкции перекрытия, опирающейся на все четыре стороны. В таком варианте системы, сочетание монолитного железобетонного пояса и сборно-монолитного перекрытия по усовершенствованной таким образом технологии VELOX с опиранием на все его стороны, даст более весомый синергетический эффект экономии материалов, прежде всего, тяжёлого железобетона. Для решения поставленной задачи предлагается сборно-монолитное железобетонное перекрытие, состоящее из выполненных заодно плиты и балок с арматурой, расположенных по двум направлениям и образующих сетку с соотношением сторон менее двух. При этом арматурные каркасы балок имеют треугольную форму в плоскости, перпендикулярной их продольным осям, а арматурная сетка плиты связана с арматурным каркасом каждой балки, имеющим треугольную форму. Между упомянутыми балками размещены не заполняемые бетоном ячейки, находящиеся в пространстве между балками до плиты (рис. 2), патент РФ на полезную модель №190006 [13].

Применяя предложенную конструкцию перекрытия, ещё в технологическом процессе её изготовления, удастся получить конструктивную систему, обеспечивающую выполнение несущих, изолирующих и отделочных функций без необходимости последующего выполнения большинства трудоёмких и тяжёлых отделочных и изоляционных работ. Это обеспечивается предварительно создаваемой герметичной сплошной несъёмной опалубкой. Предложенные фиксаторы одновременно выполняют роль жёстких соединений отдельных щитов в геометрически устойчивую и не изменяемую систему [14]. Таким образом, устроенная конструкция сборно-монолитного перекрытия будет иметь повышенную степень строительной готовности сразу же после её изготовления в одном комплексном строительно-технологическом процессе. А следовательно, предлагаемая технология интенсифицирует комплексный строительный процесс, снижает его трудоёмкость и стоимость.

В самом фундаментастроении проблемам конструкций, технологии и организации работ по устройству подземной части зданий и сооружений посвящены работы профессоров из Санкт-Петербурга, Москвы, Перми, Волгограда и других городов России. Доктор технических наук, заведующий кафедрой технологии строительного производства Санкт-Петербургского архитектурно-строительного университета доцент Гайдо Антон Николаевич проанализировал различные качественные показатели, характерные для современных способов устройства свайных фундаментов и ограждений котлованов [15]. Они в

различной степени проявляются в зависимости от конкретных инженерно-геологических условий. Прогнозировать эффект от их реализации – трудноосуществимая задача. Автором разработана методика оценки их качественных характеристик в единой цифровой шкале.



Узел А

Рис. 2. Усовершенствованное сборно-монолитное железобетонное перекрытие по базовой VELOX-технологии:
 1 – сборно-монолитная плита; 2 – монолитная балка; 3 – арматура; 4 – арматурные каркасы; 5 – арматурная сетка плиты; 6 – трапециевидные вкладыши из пенополистирола; 7 – несъемная дощатая опалубка; 8 – фиксаторы положения нижней арматуры; 9 – винты-саморезы; 10 – шпунтовое соединение досок из арболита или фанеры

Fig. 2. Improved precast-monolithic reinforced concrete floor using basic VELOX technology:
 1 – precast-monolithic slab; 2 – monolithic beam; 3 – reinforcement; 4 – reinforcement cages; 5 – reinforcement mesh of the slab; 6 – trapezoidal inserts made of expanded polystyrene; 7 – permanent plank formwork; 8 – lower reinforcement position fixators; 9 – self-tapping screws; 10 – tongue and groove connection of wood concrete or plywood boards

Ресурсосберегающему совершенствованию конструкций и технологии производства строительных и реконструкционных работ посвящена монография известных специалистов из Волгограда [16]. Для уменьшения потребления стали в конструкции фундаментов предлагают использовать стеклокомпозитные стержни в

качестве основного армирующего материала [17]. В процессе научно-исследовательских работ разработана специальная методика проектирования с учетом уникальных характеристик стеклокомпозитной арматуры, адаптированная для конкретной строительной компании. Судя по последним публикациям, в этом направлении работают и специалисты нашей академии [18].

Большое внимание специалисты обращают и на устройство новых ресурсоэкономных фундаментов вблизи существующих объектов, а особенно, в местах исторически ценной застройки [19, 20]. Основные способы защиты существующей застройки от влияния нового строительства предусматривают недопущение дополнительных деформаций. В Москве и Санкт-Петербурге несколько объектов построено по методу «сверху - вниз» [21]. Такую технологию и организацию работ развивалась и с нашим участием - предложены запатентованная конструкция и технология устройства монолитных железобетонных свай-колонн повышенной несущей способности [22]. В развитие этих предложений, позже выполнена и защищена магистерская выпускная работа, где устройство свай-колонн дополнено технологией и организацией устройства ребристых монолитных железобетонных перекрытий в направлении «сверху-вниз» или декельный метод [23]. Имеются и выполненные с обучающимися разработки по одновременному усилению грунтов основания и ленточных фундаментов в процессе реконструкции гражданских объектов [24]. Серьезные публикации и реализованные проекты в области ресурсоэкономного фундаментостроения имеет и заведующий кафедрой геотехники и конструктивных элементов зданий нашей академии, доцент Дьяков Игорь Михайлович [25 -27].

Таким образом, анализ состояния вопроса по доступным источникам из литературы и практики подтвердил, что ресурсосбережение декларируется как одно из ключевых направлений развития как строительной отрасли в целом, так и монолитного строительства в частности. Существует множество прогрессивных конструктивно-технологических решений и апробированных строительной наукой методов, позволяющих добиться существенной экономии денежных, материальных и трудовых ресурсов при их использовании. Однако вопросы совершенствования технологии и организации арматурных работ для снижения их трудоемкости и стоимости, в отличие от других направлений, должного разрешения до сих пор не получили в строительной науке и практике.

Цель исследований – снижение трудоёмкости и стоимости производства арматурных работ путем совершенствования ручных технологических операций вязки сеток и каркасов.

Задачи:

1) проанализировать отечественный и зарубежный опыт снижения ресурсоёмкости при устройстве железобетонных монолитных

перекрытий и фундаментов зданий и сооружений для определения цели и мало изученных направлений исследований;

2) предложить и запатентовать технологию и организацию арматурных работ с использованием инновационного инструмента для крестообразного соединения стержней арматуры плитных железобетонных конструкций фундаментов и перекрытий;

3) изложить сущность и перспективы внедрения предложенной технологии с предварительной оценкой ее сравнительной социально-экономической эффективности.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗРАБОТКИ

В монолитном строительстве после раскладки арматурных стержней нижнего слоя существует проблема подкладки под арматурную сетку фиксаторов, для организации защитного слоя бетона (рис. 3). Также применяется способ, когда рабочие, разложив, например, продольную арматуру нижнего слоя, должны выполнить вязку поперечных стержней с продольными, одновременно организовывая необходимую по проекту защитный слой. Этот контролируемый процесс еще называют позиционированием.

Известно множество устройств позиционирования арматурных стержней в узле их крестообразного соединения с обеспечением проектного защитного слоя бетона между опалубкой и самими стержнями. Одним из вариантов считаем фиксирующее устройство по патенту США № US 7322158, опубл. 29.01.2008, содержащее стойку и разжимающиеся взаимно перпендикулярные фиксаторы арматурных стержней на ней [28]. Но в этом устройстве не рассматривается и не решается задача снижения трудозатрат и мускульной энергии арматурщика,



Рис. 3. Фото армирования фундаментной железобетонной плиты

Fig. 3. Photo of the reinforcement of the reinforced concrete foundation slab

необходимой для постановки самого устройства и заведения в него арматуры, невозможно сварное соединение перекрещивающихся стержней арматуры. А его отсутствие негативно влияет на

прочностные и деформативные свойства создаваемой железобетонной конструкции. Такой же принцип и те же недостатки прослеживаются и в аналогичном устройстве российских изобретателей по патенту RU №2581985 С2 [29].

Немного позже, российскими же изобретателями, предложено устройство для позиционирования арматурных стержней для их вязки [30]. Оно состоит из рукоятки и основания, в нижней части которого выполнен по меньшей мере один упор, а в средней части расположен зацеп и закреплена магнитная накладка. Использование постоянного магнита в накладке позволяет зафиксировать арматурные стержни для их вязки проволокой, но, после выполнения указанной операции, необходимо отделить узел накрест скрепленной арматуры от данного устройства позиционирования. А этому будет препятствовать как собственный вес находящейся на нем арматуры, так и усилие сцепления этой же арматуры с постоянным магнитом накладки. В связи с чем, устройство по выбранному прототипу имеет недостаток увеличенных затрат мускульной энергии арматурщиков, потраченной для его отделения от связанных арматурных стержней.

Поэтому в основу совершенствования устройства для позиционирования арматурных стержней для их вязки нами поставлена задача снижения тяжести труда арматурщиков за счет снижения преодолеваемых усилий при его извлечении после осуществления операции вязки.



Рис. 4. Общий вид и последовательность технологических операций вязки арматурных сеток с использованием инновационного инструмента
Fig. 4. General view and sequence of technological operations for knitting reinforcing meshes using an innovative tool

Для чего предлагается под магнитной накладкой смонтировать электрический магнит с системой его питания и отключения. Эту систему составляют блок питания, кнопочный выключатель и коммутационные элементы (провода) [31]. Сущность нашей полезной модели поясняется прилагаемой схемой устройства на рисунке 5а, а на рисунке 5б, представлен вид сбоку этого же устройства в момент фиксации соединения арматурных стержней. Устройство для позиционирования арматурных стержней для их вязки состоит из рукоятки 1 и основания 2, в нижней части которого выполнен, по меньшей мере, один упор 3, а несколько выше, в средней части основания 2 расположен зацеп 4 и закреплена магнитная накладка 5. Под накладкой 5, на основании 2 смонтирован электрический магнит 6, с блоком питания 7 и кнопкой 8 его включения и выключения.

Использование предлагаемого устройства заключается в ниже следующем. Перед фиксацией крест-накрест соединяемых стержней арматуры они раскладываются на поверхности опалубки

перекрытия или ранее выполненной бетонной подготовки будущего фундамента.

Под место пересечения стержней, удерживая устройство позиционирования рукояткой 1, рабочий-арматурщик подводит под нижний из них зацеп 4 так, чтобы этот стержень оказался на нем. Далее, поворачивая основание 2 на упоре 3 вниз, как стрелкой показано на рисунке 5б, кнопкой 8 на рукоятки 1, подают электрический ток на электромагнит 6 от блока питания 7. Накладка 5 при включенном электромагните 6 намагничивается и, в свою очередь, притягивает к себе арматурные стержни в необходимом для их вязки и установки на фиксаторы защитного слоя бетона, положении. Далее производят вязку проволокой или электросварку арматуры в приподнятом узле пересечения стержней, после чего, отключив электромагнит 6 той же кнопкой 8, извлекают устройство позиционирования из-под образованного узла пересечения арматуры. Поскольку электромагнит 6 отключен, накладка 5 легко отделяется от арматуры, находящейся в нужном проектом ее положении на установленных подкладках-фиксаторах будущего защитного слоя бетона.

В предложенном усовершенствовании, все элементы выполняют те же функции, что и в прототипе, но, после отключения электромагнита, усилие прихватки магнита к арматурным стержням многократно снижается. А за ним, соответственно снижаются и затраты арматурщиков для извлечения устройства из-под образованного вязанием узла пересечения арматурных стержней.

ВЫВОДЫ

Таким образом, предложенное усовершенствование устройства для позиционирования арматурных стержней для их вязки, заключающееся в применении не постоянного, а электрического магнита с блоком его питания и отключения, позволяет, с одной стороны, как и в прототипе, обеспечить нужное позиционирование, а с другой, при отключении питания электромагнита, намного легче извлечь данное устройство. Следовательно, достигается заявленный положительный эффект снижения тяжести и трудоемкости производства арматурных работ, как слабо изученного направления снижения затрат ресурсов при устройстве монолитных железобетонных фундаментов и плит перекрытий.

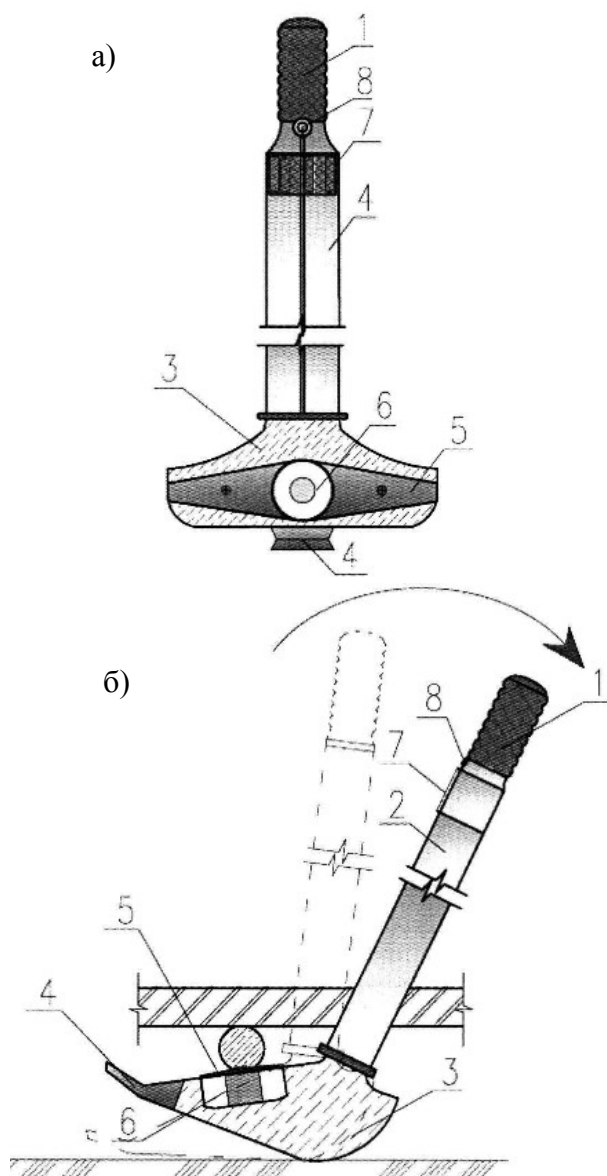


Рис. 5. Усовершенствованное устройство-инструмент для позиционирования арматурных стержней: а – вид спереди; б – вид сбоку

Fig. 5. Improved device-tool for positioning reinforcement bars: a – front view; b – side view

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лapidус, А.А. Факторы производительности труда при строительстве складской инфраструктуры: концептуальные основы. Построение концептуальной системы факторов производительности труда при строительстве складов / А.А. Лapidус, А.М. Кардава // Строительное производство. – 2024. – №2. – С. 65-71. – DOI 10.54950/26585340_2024_2_65. – EDN GYUBTZ.
2. Фатуллаев, Р.С. Оценка влияния степени механизации на трудоёмкость работ по капитальному ремонту в России и Испании / Р.С. Фатуллаев, А.Е. Боровкова, Д.С. Седов // Строительное производство. – 2024. – №2. – С. 94-100. – DOI 10.54950/26585340_2024_2_94. – EDN GPGQJP.
3. Олейник, П.П. Ключевые задачи развития строительного производства / П.П. Олейник // Актуальные проблемы строительной отрасли и образования – 2023: Сборник докладов IV Национальной научной конференции, Москва, 15 декабря 2023 года. – М.: Московский государственный строительный университет (национальный исследовательский университет), 2024. – С. 992-995. – EDN KILLQV.
4. Лapidус, А.А. Обоснование процесса выбора организационно-технологических решений / А.А. Лapidус, П.П. Олейник // Промышленное и гражданское строительство. – 2024. – № 4. – С. 70-74. – DOI 10.33622/0869-7019.2024.04.70-74. – EDN IHPPPR.
5. Bubbledeck Two-Way Hollow Deck. URL: <http://www.bubbledeck-uk.com/pdf/bdoverview9-03.pdf>.
6. Bubble Deck Technology Uses Less Concrete by Filing The Slab With Beach Balls. – URL: <https://www.treehugger.com/green-architecture/bubble-deck-technology-uses-less-concrete-filing-slab-beach-balls.html>.
7. Sameer Ali, Manoj Kumar. Analytical Study of Conventional Slab and Bubble Deck Slab under Various Support and Loading Conditions Using Ansysworkbench 14.0 // International Research Journal of Engineering and Technology. Volume: 04 Issue: 05. (2017). – Pp. 1467-1472.
8. Afanasyev, G. Replacement of floor structures in capital repair with the use of not extractable void formers / E3S Web of Conferences 97, 06045 (2019) and Serafima Selviyan Perfohttps://doi.org/10.1051/e3sconf/20199706045.
9. Павлов, В.В. Конструкции перекрытий реконструируемых зданий // Вестник гражданских инженеров. 2019. № 1 (72). – С. 38–42.
10. Топчий, Д.В. Техническое нормирование технологии устройства железобетонных плит перекрытия с применением неизвлекаемых вкладышей-пустотообразователей / Д.В. Топчий, А. С. Болотова, А.С. Воробьев, А.В. Атаманенко // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. – 2019. – Т.20, №2. – С.155-162. – DOI 10.22363/2312-8143-2019-20-2-155-162. – EDN RJORAU.
11. Chunyaev, D. Selviyan, A. Selviyan, S. Performance evaluation of the effectiveness of the use of core drivers in the construction of base plates / E3S Web of Conferences 97, 06029 (2019). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199706029>.
12. Пат. № 185868 U1, Российская Федерация, МПК E04B5/02, МПК E04B1/98 (2006.01). Конструкция монолитного перекрытия / В.Т. Шаленный, О.Л. Балакчина, А.А. Смирнов. – заявка № 2017147103. – Заявл. 29.12.2017; опубл. 20.12.2018, Бюл. №35.
13. Пат. № 190006 U1, Российская Федерация, СПК E04B 5/36 (2020.01), E04G11/40 (2020.01). Сборно-монолитное железобетонное перекрытие / В.Т. Шаленный, С.Ф. Акимов, К.А. Леоненко, И.М. Долгошапко, В.Д. Малахов. - заявка № 2019 141926. – Заявл. 13.12.2019; опубл. 13.02.2020, Бюл. №5. – 5 с.
14. S. Akimov, V. Shalenny, K. Leonenko and Vladimir Malahov. A resource-efficient development of VELOX-technologies during erection and reconstruction of prefabricated monolithic floor slabs. FORM-2020. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 869 (2020) 072043 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/869/7/072043.
15. Гайдо, А.Н. Оценка показателей надежности и качества способов производства работ нулевого цикла / А.Н. Гайдо // Вестник гражданских инженеров. – 2020. – № 1(78). – С.116-126. – DOI 10.23968/1999-5571-2020-17-1-116-126. – EDN ESYPPFS.
16. Абрамян, С.Г. Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии в строительстве / Абрамян, С.Г., Ишмаметов, Р.Х. // Волгогр. гос. техн. ун-т, 2018. – 232 с.
17. Застрелов, А.Н. Проектирование и возведение фундаментной плиты с композитной арматурой для многоэтажного дома / Застрелов А.Н., Какуша В.А., Корнев О.А., Ковалев М.Г., Лапишинов А.Е., Литвинов Е.А. // Промышленное и гражданское строительство. – 2024. – № 9. – С. 68-74. DOI: 10.33622/0869-7019.2024.09.68-74.
18. Родин, С.В. Применение неметаллической композитной арматуры в фундаментных конструкциях / Родин С.В., Богуцкий Ю.Г., Калафатов Д.А. // Методология безопасности среды жизнедеятельности: сборник научных трудов XVII Международной научно-практической конференции / научн. ред. Н.М. Ветрова; редкол.: О.Б. Жиленко. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2024. – С.295-298.
19. Бирюков, А.Н. Выбор свайных технологий для укрепления фундаментов при реконструкции исторических зданий гарнизона Санкт-Петербурга / А.Н. Бирюков, Ю.И. Тилинин // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2024. – № 2(30). – С. 330-336. – EDN DESSCF.
20. Осокин, А.И. Технологическое обеспечение подземного строительства в условиях городской застройки / А.И. Осокин, О.О. Денисова,

Т.Н. Шахтарина // Жилищное строительство. – 2014. – № 3. – С. 16-24. – EDN RXOKJB.

21. Афанасьев, А.А. Декельный метод возведения зданий и заглубленных сооружений в стесненных условиях городской застройки / А.А. Афанасьев // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2010. – № 9(140). – С. 30-33. – EDN BDXHNO.

22. Shalenny, V. T. Resource saving pile columns and slabs in top-down technology / V. T. Shalenny // Construction of Unique Buildings and Structures. – 2020. – No. 6(91). – P. 9105. – DOI 10.18720/CUBS.91.5. – EDN PMOSIL.

23. Шаленный, В.Т. Интенсификация и эргономика строительного производства / В.Т. Шаленный. – М.: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "КноРус", 2021. – 340 с. – ISBN 978-5-4365-8243-6. – EDN INGYRA.

24. Шаленный, В.Т. Ресурсоэкономная технология одновременного усиления ленточного фундамента и оснований с их частичной разгрузкой / В.Т. Шаленный, С.Ф. Акимов, К.Г. Никогосов // Инновационное развитие строительства и архитектуры: взгляд в будущее: сборник тезисов участников Международного студенческого строительного форума – 2022, Симферополь, 17–19 ноября 2022 года. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2022. – С. 314-319. – EDN JOZTBW.

25. Дьяков, И.М. Силовое взаимодействие отдельно стоящих фундаментов с основанием при быстром догружении / И.М. Дьяков, М.И. Дьяков // Строительство и реконструкция. – 2024. – № 3(113). – С. 21-30. – DOI 10.33979/2073-7416-2024-113-3-21-30. – EDN NKDLQE.

26. Колчунов, В.И. Способ усиления каркаса многоэтажного здания при неравномерных осадках фундаментов / В.И. Колчунов, И.М. Дьяков, С.В. Гречишников, М.И. Дьяков // Строительство и реконструкция. – 2019. – № 5(85). – С. 63-73. – DOI 10.33979/2073-7416-2019-85-5-63-73. – EDN OKFBCZ.

27. Дьяков, И.М. Исследование взаимодействия отдельно стоящих фундаментов с песчаным основанием при быстрых догружениях / И.М. Дьяков, М.И. Дьяков // Транспортные сооружения. – 2024. – Т. 11, № 2. – DOI 10.15862/12SATS224. – EDN TCLPYG.

28. Intersectional reinforcing bar support with c-shaped clamps (Поперечная опора из арматурных стержней с с-образными зажимами). // Inventor: Felix L. Sorkin, NO. 10/688,186 Filed: Oct. 20, 2003. United States Patent. Patent NO.: US 7,322,158 B1. Sorkin. Date of Patent: Jan. 29, 2008.

29. Патент №2581985 С2 Российская Федерация, МПК Е04С 5/16. Устройство для фиксации арматурных стержней: № 2014133239/03: заявл. 12.08.2014: опубл. 20.04.2016. /А.В. Коротунов, О.Б. Ушков; заявитель ИП Коротунов Алексей Викторович, ИП Ушков Олег Борисович.

30. Патент №2817880 С1 Российская Федерация, МПК Е04Г21/12. Устройство для позиционирования арматурных стержней для их вязки; № 2023127792: заявл. 27.10.2023: опубл. 22.04.2024. / Пронин Алексей Васильевич, Пронина Татьяна Арнольдовна, Пронин Евгений Алексеевич.

31. Патент на полезную модель № 230358 U1 Российская Федерация, МПК Е04Г 21/12 (2006.01). Устройство для позиционирования арматурных стержней для их вязки: № 2024127219: заявл. 13.09.2024: опубл. 28.11.2024 /В.Т. Шаленный, М.Э. Селимов, Э.Р. Герай]; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского"- 4с.

REFERENCES

1. Lapidus, A.A. Labor productivity factors in the construction of warehouse infrastructure: conceptual foundations. Building a conceptual system of labor productivity factors in the construction of warehouses / A.A. Lapidus, A.M. Kardava // Construction production. – 2024. – №2. – Pp. 65-71. – DOI 10.54950/26585340_2024_2_65. – EDN GYUBTZ.

2. Fatullaev, R.S. Assessment of the impact of the degree of mechanization on the complexity of major repairs in Russia and Spain / R.S. Fatullaev, A.E. Borovkova, D.S. Sedov // Construction production. – 2024. – №2. – Pp. 94-100. – DOI 10.54950/26585340_2024_2_94. – EDN GPGQJP.

3. Oleinik, P.P. Key objectives of the development of construction production / P.P. Oleinik // Current problems of the construction industry and education – 2023: Collection of reports of the IV National Scientific Conference, Moscow, December 15, 2023. – Moscow: Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), 2024. – Pp. 992-995. – EDN KILLQV.

4. Lapidus, A.A. Justification of the process of choosing organizational and technological solutions / A.A. Lapidus, P.P. Oleinik // Industrial and civil engineering. – 2024. – № 4. – Pp. 70-74. – DOI 10.33622/0869-7019.2024.04.70-74. – EDN IHPPPR.

5. Bubbledeck Two-Way Hollow Deck. – URL: <http://www.bubbledeck-uk.com/pdf/bdoverview9-03.pdf>.

6. Bubble Deck Technology Uses Less Concrete by Filing The Slab With Beach Balls. – URL: <https://www.treehugger.com/green-architecture/bubble-deck-technology-uses-less-concrete-filing-slab-beach-balls.html>.

7. Sameer Ali, Manoj Kumar. Analytical Study of Conventional Slab and Bubble Deck Slab under Various Support and Loading Conditions Using Ansysworkbench 14.0 // International Research Journal of Engineering and Technology. Volume: 04 Issue: 05. (2017). – Pp.1467-1472.

8. Afanasyev, G. Replacement of floor structures in capital repair with the use of not extractable void

- formers / E3S Web of Conferences 97, 06045 (2019) and Serafima Selviyan Perfohttps://doi.org/10.1051/e3sconf/20199706045.
9. Pavlov, V.V. Floor structures of reconstructed buildings // *Bulletin of Civil Engineers*. – 2019. – №1 (72). – Pp. 38–42.
10. Topchii, D.V. Technical regulation of the technology for the installation of reinforced concrete floor slabs with the use of non-removable void forming inserts / D.V. Topchii, A.S. Bolotova, A.S. Vorob'ev, A.V. Atamanenko // *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Engineering Research*. – 2019. – T.20, №2. – Pp.155-162. – DOI 10.22363/2312-8143-2019-20-2-155-162. – EDN RJORAU.
11. Chyunyuk, D. Selviyan, A. Selviyan, S. Performance evaluation of the effectiveness of the use of core drivers in the construction of base plates /E3S Web of Conferences 97, 06029 (2019). – URL: https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199706029.
12. Patent No. 185868 U1, Russian Federation, IPC E 04 In 5/02, IPC E04B1/98 (2006.01). The construction of a monolithic floor / V. Shalenny, O. Balakhchina, A. Smirnov. – application no. 2017147103. – Application no. 29.12.2017; publ. 20.12.2018, Issue no. 35.
13. Patent No. 190006 U1, Russian Federation, SEC E04B 5/36 (20.01), E04G 11/40 (20.01). Prefabricated monolithic reinforced concrete floor / V. Shalenny, S. Akimov, K. Leonenko, I. Dolgoshapko, V. Malakhov. – application No. 2019 141926. – Application. 13.12.2019; publ. 13.02.2020, Bul. No. 5. – 5 p.
14. Akimov S., Shalenny V., Leonenko K. and V. Malahov A resource-efficient development of VELOX-technologies during erection and reconstruction of prefabricated monolithic floor slabs. FORM-2020. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 869 (2020) 072043 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/869/7/072043.
15. Gaido, A.N. Evaluation of reliability and quality indicators of zero-cycle work methods / A.N. Gaido // *Bulletin of Civil engineers*. – 2020. – № 1(78). – Pp.116-126. – DOI 10.23968/1999-5571-2020-17-116-126. – EDN ESYDFS.
16. Abrahamyan, S.G. Energy-efficient and resource-saving technologies in construction / Abrahamyan, S.G., Ishmametov, R.H. // *Volgograd State Technical University*, 2018. – Pp. 232.
17. Strelov, A.N. Design and construction of a foundation plate with composite reinforcement for a multi-storey building // *Industrial and civil construction*. – 2024. – No. 9. – Pp. 68-74. DOI: 10.33622/0869-7019.2024.09.68-74.
18. Rodin, S.V. Application of non-metallic composite reinforcement in foundation structures / Rodin S.V., Bogutsky Yu.G., Kalafatov D.A. // *Methodology of environmental safety: collection of scientific papers of the XVII International Scientific and practical Conference / scientific ed. by N.M. Vetrova; editorial board: O.B. Zhilenko*. – Simferopol: "ARIAL", 2024. – Pp. 295-298.
19. Biryukov, A.N. The choice of pile technologies for strengthening foundations during the reconstruction of historical buildings of the garrison of St. Petersburg / A.N. Biryukov, Yu.I. Tilinin // *Actual problems of military scientific research*. – 2024. – № 2(30). – Pp. 330-336. – EDN DESSCF.
20. Osokin, A.I. Technological support of underground construction in urban conditions / A.I. Osokin, O.O. Denisova, T.N. Shakhtarina // *Housing construction*. – 2014. – No. 3. – Pp. 16-24. – EDN RXOKJB.
21. Afanasyev, A.A. Dekelny method of erecting buildings and buried structures in cramped conditions of urban development / A.A. Afanasyev // *Building materials, equipment, technologies of the XXI century*. – 2010. – № 9(140). – Pp. 30-33. – EDN BDXXHO.
22. Shalenny, V.T. Resource saving pile columns and slabs in top-down technology / V.T. Shalenny // *Construction of Unique Buildings and Structures*. – 2020. – No. 6(91). – Pp. 9105. – DOI 10.18720/CUBS.91.5. – EDN PMOSIL.
23. Shalenny, V.T. Intensification and ergonomics of construction production / V.T. Shalenny. – Moscow: "KnoRus Publishing House", 2021. – 340 p. – ISBN 978-5-4365-8243-6. – EDN INGYRA.
24. Shalenny, V.T. Resource-efficient technology of simultaneous reinforcement of strip foundations and foundations with their partial unloading / V.T. Shalenny, S.F. Akimov, K.G. Nikogosov // *Innovative development of construction and architecture: a look into the future: a collection of abstracts of participants of the International Student Construction Forum – 2022, Simferopol, November 17-19, 2022*. – Simferopol: "Arial", 2022. – pp. 314-319. – EDN JOZTBW.
25. Dyakov, I.M. Force interaction of free-standing foundations with the base during rapid reloading / I.M. Dyakov, M.I. Dyakov // *Construction and reconstruction*. – 2024. – № 3(113). – Pp. 21-30. – DOI 10.33979/2073-7416-2024-113-3-21-30. – EDN NKDLQE.
26. Kolchunov, V.I. A method for strengthening the frame of a multi-storey building with uneven precipitation of foundations / V.I. Kolchunov, I.M. Dyakov, S.V. Grechishnikov, M.I. Dyakov // *Construction and reconstruction*. – 2019. – № 5(85). – Pp. 63-73. – DOI 10.33979/2073-7416-2019-85-5-63-73. – EDN OKFBCZ.
27. Dyakov, I.M. Investigation of the interaction of free-standing foundations with a sandy base during rapid reloading / I.M. Dyakov, M.I. Dyakov // *Transport facilities*. – 2024. – Vol. 11, No. 2. – DOI 10.15862/12SATS224. – EDN TCLPYG.
28. Intersectional reinforcing bar support with c-shaped clamps. // Inventor: Felix L. Sorkin, NO. 10/688,186 Filed: Oct. 20, 2003. United States Patent. Patent NO.: US 7,322,158 B1. Sorkin. Date of Patent: Jan. 29, 2008.
29. Patent No.2581985 C2 Russian Federation, IPC E04C 5/16. Device for fixing reinforcing rods: No. 2014133239/03: application. 08/12/2014: publ. 04/20/2016. /A.V. Kortunov, O.B. Ushkov; applicant Individual entrepreneur Alexey Kortunov, Individual entrepreneur Oleg Ushkov.
30. Patent No.2817880 C1 Russian Federation, IPC E04G 21/12. A device for positioning reinforcing rods

for their binding; No. 2023127792: application 27.10.2023; publ. 22.04.2024. / Pronin Alexey, Pronina Tatyana, Pronin Evgeny.

31. Utility model patent No. 230358 U1 Russian Federation, IPC E04G 21/12 (2006.01). Device for

positioning reinforcing bars for their binding; No. 2024127219: application 13.09.2024; publ. 28.11.2024 / V.T. Shalenny, M.E. Salimov, E.R. Gerai; "V.I. Vernadsky Crimean Federal University" – 4 p.

REDUCING THE RESOURCE INTENSITY OF REINFORCED CONCRETE WORKS DURING THE CONSTRUCTION OF FOUNDATIONS AND FLOORS USING A NEW TOOL FOR KNITTING REINFORCING GRIDS

Shalenny V.T., Akimov S.F., Selimov M.E.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University,
Institute «Academy of construction and architecture»,
181, Kievskaya str., Simferopol, 295050, Russian Federation

Abstract. The article describes the essence of the improved technology for the production of reinforcement works to reduce the labor intensity and resource intensity of monolithic reinforced concrete structures of foundations and floor slabs. The improvement consists in the development and patenting of a manual mechanized tool for knitting reinforcing nets and frames while providing a protective layer of concrete with the installation of fixators made of concrete or plastic.

Subject of research: technological operations of knitting cruciform joints of reinforcing bars of grids of slab foundations and ceilings to reduce their labor intensity and severity, as a promising direction of saving labor resources and the cost of reinforced concrete works.

Materials and methods: analysis of production experience, patent and literary sources, justification of the purpose and directions of improving the technology and organization of reinforcement work, development and patenting of an improved tool for knitting cruciform joints of grids for foundations and floors, description of the proposed technology for the production of reinforcement work.

Results: proposed and presented the technology of binding reinforcing grids for monolithic reinforced concrete foundations and floors with an assessment of the expected socio-economic efficiency.

Conclusions: the proposed improvement of the device for positioning reinforcing rods for their binding, which consists in using not a permanent, but an electric magnet with its power supply and disconnection unit, allows, on the one hand, as in the prototype, to provide the necessary positioning, and on the other, when the electromagnet is powered off, it is much easier to remove this device. Consequently, the stated positive effect of reducing the severity and complexity of the production of reinforcement work is achieved, as a poorly studied direction of reducing resource costs in the construction of monolithic reinforced concrete foundations and floor slabs.

Key words: resource intensity, labor intensity and severity, reinforcement work, binding, tool.