

УДК 624.01

Кузменко Игорь Михайлович

ГУВПО «Белорусско-Российский университет»
Республика Беларусь, Могилев¹
Доцент кафедры «Сопротивление материалов»
Кандидат технических наук
E-Mail: kuzmenko_im43@mail.ru

Фридкин Владимир Мордухович

ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет путей сообщения»
Россия, Москва
Профессор кафедры «Мосты и тоннели»
Доктор технических наук, доцент
E-Mail: fvm38.38@mail.ru

Сыса Николай Степанович

Холдинг «Группа компаний Протос»
Республика Беларусь, Могилевская область, Могилевский район, населенный пункт
Салтановка
Собственник холдинга «Группа компаний Протос»
E-Mail: protos@protos.by

Марков Станислав Николаевич

ОАО «Мостострой»
Республика Беларусь, Минск
Начальник проектного отдела ГИП
E-Mail: most77@tut.by

**Опыт применения в Республике Беларусь новых
конструктивных решений пролетных строений
автодорожных мостов**

¹ пр-т Мира, 43, Могилев, Республика Беларусь, 212005

Аннотация. В статье дано описание конструкции композитного несущего элемента, созданного в Государственном учреждении высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет» (г. Могилев, Республика Беларусь). Получен ряд патентов на конструкцию. Он представляет собой композицию из стальных элементов, определенным образом соединенных между собой и бетона.

Статья содержит сведения о пешеходном мосте и путепроводах, построенных в Республике Беларусь на основе композитных элементов. Конструктивно-технологические преимущества при использовании этого элемента, выявленные при проектировании, строительстве и эксплуатации пролетных строений путепроводов, позволяют рекомендовать композитные несущие элементы для использования их в конструкциях различного назначения.

Данная разработка является примером плодотворного сотрудничества науки, проектных организаций и производства: Белорусско-Российский университет - Московский государственный университет путей сообщения - Открытое акционерное общество «Мостострой» - Холдинг «Группа компаний Протос».

Результаты исследований и практического применения отмечены Дипломами и Золотыми медалями IX Московского салона инноваций и инвестиций (Москва, 2009 г.) и Петербургской технической ярмарки (Санкт-Петербург, 2013 г.).

В статье обсуждаются возможные направления совершенствования известных и разработки новых конструктивных форм инженерных сооружений, что позволит генерировать новые технические решения для различных классов сооружений.

Холдингом «Группа компаний Протос» в 2014 г. реализован инновационный проект по строительству завода мостовых металлоконструкций. Объем инвестиций составил 15 млн. \$, проектная мощность предприятия - 3000 т/месяц готовой продукции.

Статья содержит список основных публикаций, в которых рассматриваются различные вопросы, связанные с проектированием и строительством сооружений на базе композитных несущих элементов строительных конструкций.

Ключевые слова: Мосты; путепроводы; пролетные строения; несущие элементы; композитные элементы; объединённые композиции стали и бетона; несущие конструкции мостового полотна автодорожных путепроводов; инновации в строительстве.

В результате поисковых инновационных исследований и разработок, проведенных в Государственном учреждении высшего профессионального образования (ГУВПО) «Белорусско-Российский университет» (г. Могилев, Республика Беларусь) с участием ученых Московского государственного университета путей сообщения (МГУПС-МИИТ), создан композитный (сталежелезобетонный) несущий элемент строительных конструкций (КНЭСК), на конструкцию которого получены патенты Республики Беларусь и Российской Федерации [1, 2].

Основными элементами КНЭСК (рис. 1) являются: стальной опорный лист 1, пластинчатая (фасонная) арматура 2, стержневая арматура 3, бетон 4. Фасонная арматура 2, лист 1 и бетон 4 определяют несущую способность композитного элемента, а стержневая арматура 3 выполняет монтажные функции и способствует сцеплению металлического каркаса с бетонным заполнителем.

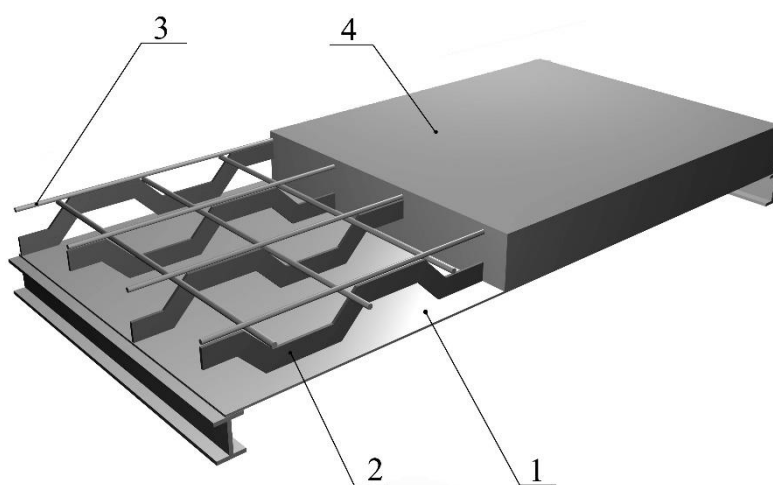


Рис. 1. Пример конструктивного исполнения КНЭСК

Изобретения носят базовый характер и в значительной мере свободны от недостатков, присущих известным классическим вариантам конструктивного исполнения пролётных строений мостов. Основы проектирования, примеры расчетов и реализации в производстве достаточно широко представлены в печати, например, [3-15].

К основным преимуществам КНЭСК можно отнести:

- снижение трудоемкости и стоимости изготовления за счет использования стального листового проката, подкреплённого рёбрами жёсткости из безотходного раскроя стального листа в качестве опалубки;
- жёсткое (на сварке) прикрепление арматурной сетки к рёбрам жёсткости;
- повышенное сцепление металлической и бетонной составляющих;
- высокая несущая способность объединённой композиции стали и бетона при действии временных нагрузок от транспортных средств и несущего стального каркаса на стадии возведения пролётных строений при укладке бетона независимо от порядка бетонирования плиты проезжей части;

- разнообразие конструктивных форм сооружений, в которых возможно эффективное применение КНЭСК.

КНЭСК может выступать в качестве базового элемента для широкой гаммы конструкций, поэтому конструктивно-технологические требования к нему должны определяться при разработке проектной документации на конкретную конструкцию.

Большой выбор геометрии полостей, форм и расположения упрочняющих элементов обеспечивает благоприятные конструктивные условия для образования в заполнителе пустот и каналов, что в ряде случаев ведет к снижению веса несущих элементов и открывает возможность устройства внутри них различных коммуникаций.

К настоящему времени на территории Беларуси спроектированы и возведены три объекта. Научное сопровождение осуществлялось сотрудниками кафедр «Сопротивление материалов» ГУВПО «Белорусско-Российский университет» и «Мосты и тоннели» МГУПС-МИИТ, проектные работы выполнены ведущей организацией Республики Беларусь в области мостостроения - ОАО «Мостострой», г. Минск.

Впервые, по инициативе Могилевского облисполкома, на базе КНЭСК в 2005 г. спроектирован и возведен пешеходный мост через реку Дубровенка в городе Могилеве (рис. 2).



Рис. 2. Пешеходный мост через реку Дубровенка в г. Могилеве (2005 г.)

В г. Минске, в районе железнодорожной станции Минск-Северный (1-ое городское транспортное кольцо - пр. Машерова - ул. Харьковская), построен уникальный автодорожный путепровод (рис. 3). Введен в эксплуатацию 30 июня 2008 г. В качестве несущего элемента мостового полотна этого путепровода впервые в Республике Беларусь приняты сталежелезобетонные плиты из КНЭСК в соответствии с Патентом РБ № 4082. Путепровод имеет длину 200 м и 6 полос движения.

В ноябре 2011 г. открыто движение на первой очереди путепровода над железнодорожными путями по ул. Полесской в г. Гомеле (рис. 4). На рисунке 4 б (слева) - движение транспорта по старой части путепровода. В конструкции проезжей части также использованы плиты на базе КНЭСК.

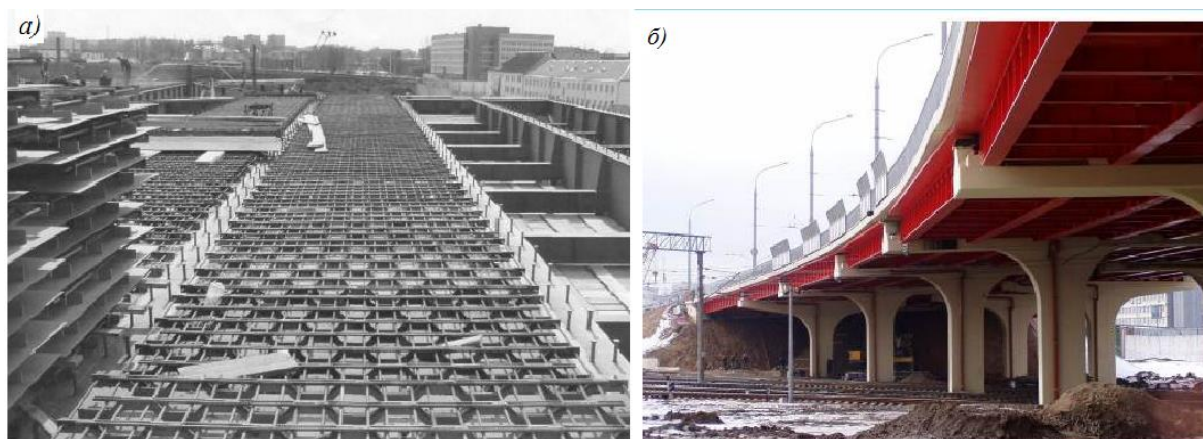


Рис. 3. Путепровод над железнодорожными путями ст. Минск-Северный (2008 г.): фрагмент мостового полотна в процессе монтажа а) и общий вид путепровода б)



Рис. 4. Путепровод (первая очередь) по ул. Полесской в г. Гомеле (2011 г.): общий вид путепровода (а) и фрагмент мостового полотна на этапе монтажа (б)

Применение КНЭСК в несущих конструкциях мостового полотна автомобильных путепроводов над путями железнодорожных линий имеет следующие преимущества:

- более безопасное строительство путепроводов в условиях ведения работ над действующими, в том числе электрифицированными, путями на перегонах и станциях с минимальным количеством «окон» в движении поездов;
- более благоприятные условия ведения монтажных работ в зимний период при отрицательных температурах металлоконструкций, что существенно сокращает сроки строительства;
- снижение трудозатрат на строительной площадке по сравнению с известными и широко распространёнными в практике мостостроения конструктивными формами цельнометаллических, железобетонных и сталежелезобетонных пролётных строений мостовых сооружений;
- меньшая, по сравнению с железобетонными конструкциями, строительная высота пролётных строений и возможность эффективно использовать КНЭСК для кривых и сложных в плане мостов и транспортных развязок;
- повышенная долговечность пролётных строений при минимальных эксплуатационных затратах на поддержание необходимого уровня антикоррозионной защиты.

На производственных площадях Холдинга «Группа компаний Протос» при участии Белорусско-Российского университета изготовлен опытный образец конструкции КНЭСК (рис. 5). Сметная стоимость его изготовления оказалась в 2,5 раза ниже, чем стоимость конструкций для пролетных строений первой очереди гомельского путепровода (эти конструкции изготавливались на Днепропетровском заводе металлоконструкций, Украина).

Расширение применения КНЭСК приводит к совершенствованию известных и разработке новых конструктивных форм инженерных сооружений, позволяет генерировать новые технические решения для различных классов надземных, подземных и подводных сооружений, чем создаётся важная предпосылка дальнейшего научно-технического прогресса в различных отраслях техники.



*Рис. 5. Опытный образец КНЭСК (март 2012 г.)
для второй очереди путепровода по ул. Полесской в Гомеле*

Применение конструкций на базе КНЭСК позволит, например, создавать инженерные барьеры при долговременном хранении и окончательном захоронении отработавшего ядерного топлива в недрах Земли. При этом возможно решение инженерно-экологических и конструктивно-технологических проблем их создания [6, 7, 16].

В Белорусско-Российском университете создана научно-теоретическая база применения КНЭСК в мостостроении [9-15, 18], получены новые результаты по исследованию монтажных стыков КНЭСК [17, 19, 20], успешно защищена кандидатская диссертация [21], выполнены и защищены две магистерские диссертации.

Удобное географическое расположение, значительный опыт по изготовлению сварных конструкций позволили Холдингу «Группа компаний Протос», при поддержке ГУВПО «Белорусско-Российский университет», МГУПС-МИИТ и ОАО «Мостострой» начать подготовку производства стальных мостовых конструкций, а также ряда других конструкций: каркасов пространственных зданий, ферм и резервуаров. В 2014 году Холдингом реализован инновационный проект по строительству завода мостовых металлоконструкций. Объем инвестиций составил 15 млн. \$, проектная мощность предприятия - 3000 т/месяц готовой продукции, планируемая - 1500 т/месяц.

На предприятии планируется внедрение системы контроля качества ISO 9001:2001, будет установлена двойная система контроля качества мостовых конструкций.

После запуска производства будет проведена сертификация продукции на соответствие техническим требованиям (сертификат соответствия), а для осуществления экспортных поставок будет получен сертификат соответствия по нормам ЕЭС и DIN, и сертификат происхождения продукции. Кроме того, предполагается обучение и сертификация персонала по нормам ЕЭС (Германия).

Сбыт продукции ориентирован на рынки Беларуси, России, Казахстана, Украины, а также на рынки стран ЕС.

Результаты работы докладывались и получили высокую оценку на I Форуме Союзного государства ВУЗов инженерно-технологического профиля (Минск, 2012 г.) и VII Форуме проектов программ Союзного государства (Москва, 2012 г.). Они отмечены также Дипломами и Золотыми медалями IX Московского салона инноваций и инвестиций (Москва, 2009 г.) и Петербургской технической ярмарки (Конкурс «Лучший инновационный проект и лучшая научно-техническая разработка года» в номинации «Новые высокотехнологические разработки оборудования и наукоемкие технологии», Санкт-Петербург, 2013 г.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент 4082 РБ, МПК⁷ Е 04 С 2/28. Композитный несущий элемент строительных конструкций / В. М. Фридкин, А.В. Носарев, С.К. Павлюк, А.В. Семенов, В.А. Попковский, А.А. Филатенков; заявитель и патентообладатель Могилевский машиностроительный институт. - № 970421; заявл. 29.07.97; опубл. 19.04.01, Бюл. № 3. - 3 с.: ил.
2. Патент 2181406 РФ, МПК⁷ Е 01 Д 12/00, Е 04 С 2/24. Композитный несущий элемент строительных конструкций / В. М. Фридкин, А.В. Носарев, С.К. Павлюк, А.В. Семенов, В.А. Попковский, А.А. Филатенков; заявитель и патентообладатель Могилевский машиностроительный институт. - № 97121947; заявл. 29.07.97; опубл. 20.04.02, Бюл. № 11. - 6 с.: ил.
3. Кузменко И.М. Новые направления в конструировании композиционных структур с высокой экономической эффективностью и несущей способностью / И.М. Кузменко, В.А. Попковский, А.В. Семенов, В.М. Фридкин // «Nove smery vo vyrobnych technologiach». Сб. статей IV межд. конф. - Presov, 1999. - С. 83-86.
4. Кузменко И.М. Совершенствование конструктивных форм сварных сталежелезобетонных строительных конструкций / И.М. Кузменко, А.В. Семенов, И.А. Леонович «Сварка и родственные технологии» // Республиканский межведомственный сб. науч. тр. БГНПК ПМ. НИКТИ СП с ОП. - Мн., 1999. - № 2. - С. 24-26.
5. Кузменко И.М. Применение сварных несущих элементов в новых композитных строительных конструкциях / И.М. Кузменко, С.К. Павлюк, В.М. Фридкин // «Сварочное производство». - М., 2003. - № 9 - С. 47-50.
6. Фридкин В.М. Инженерно-экологические и конструктивно-технологические проблемы создания инженерных барьеров при долговременном хранении и окончательном захоронении отработавшего ядерного топлива в недрах Земли / В.М. Фридкин, С.А. Чесноков, И.М. Кузменко, А.В. Носарев, Л.Б. Максименко, И.Л. Писарев, А.Э. Кокосадзе // Горный информационно-аналитический бюллетень. Изд-во Московского государственного горного университета. - М., 2005. - № 4. - С. 88-94.
7. Чесноков С. А. Новые возможности создания инженерных сооружений для обеспечения экологической и антитеррористической безопасности промышленной утилизации некоторых видов технической продукции / С.А. Чесноков, А.В. Носарев, В.М. Фридкин, И.М. Кузменко, О.В. Карманова, А.Э. Кокосадзе // Сб. статей Международного научно-технического конгресса по безопасности. - М., 2005. - С. 57-61.
8. Фридкин В.М. Принципы формообразования в теории линейно-протяженных сооружений / В.М. Фридкин. - М., Изд. «Ладья», 2006. - 510 с.
9. Кузменко И.М. Применение метода конечных элементов при расчете композитного несущего элемента строительных конструкций / И.М. Кузменко, М.Э. Подымако, В.Н. Медведев // Вестник МГТУ. - Могилев, 2006. - № 1. - С. 109-113.
10. Кузменко И.М. Аспекты проектирования композитного несущего элемента средствами САПР / И.М. Кузменко, В.М. Фридкин, М.Э. Подымако, О.В. Леоненко, В.Н. Медведев // Вестник БРУ. - Могилев, 2006. - № 4. - С. 198-202.
11. Кузменко И.М. Анализ влияния параметров металлической составляющей композитного несущего элемента строительной конструкции на его несущую

- способность / И.М. Кузменко, М.Э. Подымако, О.В. Леоненко, В.Н. Медведев // Вестник БРУ. - Могилев, 2007. - № 1. - С. 157-166.
12. Кузменко И.М. Методика моделирования напряженно-деформированного состояния металлоконструкций с учетом остаточных сварочных напряжений / И.М. Кузменко, Т.В. Цыкунова, С.В. Богданов, М.Э. Подымако // Вестник БРУ. - Могилев, 2007. - № 4. - 180 с., - С. 47-54.
 13. Кузменко И.М. Воздействие нагрузок подвижного состава (НК-80 и А-11) на мостовое полотно пролетных строений, выполненных из КНЭСК / И.М. Кузменко, В.Н. Медведев // «Вестник Полоцкого госуд. унив.». Серия Ф. Прикладные науки. Строительство, Изд-во ПГУ. - Новополоцк, - 2007. - № 12.- 180 с. - С. 63-67.
 14. Разработка основ проектирования, расчета и оптимизации композитных несущих элементов строительных конструкций (КНЭСК): отчет о НИР (заключ.) / Бел.-Рос. ун-т; рук. И.М. Кузменко; исполн. М.Э. Подымако [и др.]. - Могилев, 2007. - 193 с. - Библиогр.: с. 77-78. - № ГР 20061425.
 15. Кузменко И.М. Инновационные конструктивные решения пролетных строений проезжей части мостов / И.М. Кузменко, В.М. Фридкин, С.Н. Марков, М.Э. Подымако, О.В. Леоненко, В.Н. Медведев, С.В. Богданов // «Автомобильные дороги и мосты» - Мн., - 2008. - № 1. - 142 с. - С. 37-41.
 16. Кедровский О.Л. Новые подходы к конструктивным решениям для создания подземных объектов атомной энергетики / О.Л. Кедровский, С.А. Дмитриев, В.М. Фридкин, И.М. Кузменко, С.А. Чесноков, О.В. Малькова, А.Э. Кокосадзе // Наука и технологии в промышленности - М., - 2009. - №1. - 120 с. - С. 94 - 97.
 17. Кузменко И.М. Использование композитных несущих элементов для быстровозводимых строительных конструкций, монтируемых сваркой / И.М. Кузменко, С.В. Богданов, С.К. Павлюк // Вестник БРУ. - Могилев, 2009. - №4. - 166 с. - с. 68-75.
 18. Богданов С.В. Области рационального применения композитных несущих элементов строительных конструкций по экономическим и прочностным показателям / С.В. Богданов, И.М. Кузменко // Научно-технический журнал «Строительная наука и техника», Офиц. инф. изд. Мин. арх. и стр. РБ. Мн., 2011. - №4. - 64 с. - с. 33-36.
 19. Богданов С.В. Обеспечение неразрывности сцепления заполнителя и металлической арматуры КНЭСК при выполнении сварных соединений монтажного стыка / С.В. Богданов, И.М. Кузменко // Вестник БРУ. - Могилев, 2013. - №3. - 180 с. - с. 13-22.
 20. Пат. 15480 РБ, МПК В 23 К 1/00. Сварное стыковое соединение строительных блоков / С. В. Богданов, С.К. Павлюк, И.М. Кузменко; заявитель и патентообладатель ГУВПО «Белорусско-Российский университет» - № а20090951; заявл. 26.06.2009; опубл. 28.02.2012, Бюл. № 1. - 4 с.: ил.
 21. Богданов С.В. Обеспечение работоспособности монтажных стыков сварных конструкций из композитных элементов с несущей металлической оболочечной арматурой: автореф. дис. канд. техн. наук. - Могилев, Белорусско-Российский университет, 2013. - 18 с.

Рецензент: Заместитель Председателя Поволжского отделения Российской академии транспорта, академик РАТ, доктор технических наук, профессор Овчинников Игорь Георгиевич.

Igor Kuzmenko

«Belarusian-Russian University»
The Republic of Belarus, Mogilev
E-Mail: kuzmenko_im43@mail.ru

Vladimir Fridkin

Moscow State University of Railway Engineering (MIET)
The Russian Federation, Moscow
E-Mail: fvm38.38@mail.ru

Nikolay Sysa

Holding «Protos Companies Group»
The Republic of Belarus, Mogilev
E-Mail: protos@protos.by

Stanislav Markov

Open Joint Stock Company "Mostostroy"
The Republic of Belarus, Minsk
E-Mail: most77@tut.by

Experience in the application of span structures new design solutions of road bridges in the Republic of Belarus

Abstract. The article describes the construction of the composite bearing element created in the State Institution of Higher Professional Education "Belarusian-Russian University" (Mogilev, the Republic of Belarus). A number of patents for the construction has been obtained. It is a composition of the steel elements and concrete interconnected in a certain way.

This article contains information about the pedestrian bridge and viaducts built in the Republic of Belarus on the basis of the composite elements. Design and technological advantages of using this element identified in the design, construction and operation of overpasses span structures, allow us to recommend composite bearing elements for use in various purposes constructions.

This development is an example of fruitful cooperation between science, engineering and manufacturing organizations: Belarusian-Russian University - Moscow State University of Railway Engineering - Open Joint Stock Company "Mostostroy" - Holding "Protos Companies Group".

The results of research and practical application are marked in Diplomas and with Gold medals of the IX Moscow Innovations and Investments Salon (Moscow, 2009) and at St. Petersburg Technical Fair (St. Petersburg, 2013).

Possible ways of improving well-known design forms of engineering structures as well as the development of new ones that will allow to generate new technical solutions for different structures classes are discussed in the article.

In 2014 Holding "Protos Companies Group" implemented an innovative project to build a bridge steel structures plant. Investment volume amounted to \$15 million, designed plant capacity is 3000 tons / month of finished products.

This article contains a list of key publications, which discuss various questions related to the design and construction of structures on the basis of the composite bearing construction elements.

Keywords: bridges; overpasses; span structures; axle components; composite elements; steel and concrete combined compositions; bearing structures of the road overpasses bridge deck; innovations in construction.

REFERENCES

1. Patent 4082 RB, MPK7 E 04 S 2/28. Kompozitnyj nesushhij jelement stroitel'nyh konstrukcij / V. M. Fridkin, A.V. Nosarev, S.K. Pavljuk, A.V. Semenov, V.A. Popkovskij, A.A. Filatenkov; zajavitel' i patentoobladatel' Mogilevskij mashinostroitel'nyj institut. - № 970421; zajavl. 29.07.97; opubl. 19.04.01, Bjul. № 3. - 3 s.: il.
2. Patent 2181406 RF, MPK7 E 01 D 12/00, E 04 S 2/24. Kompozitnyj nesushhij jelement stroitel'nyh konstrukcij / V. M. Fridkin, A.V. Nosarev, S.K. Pavljuk, A.V. Semenov, V.A. Popkovskij, A.A. Filatenkov; zajavitel' i patentoobladatel' Mogilevskij mashinostroitel'nyj institut. - № 97121947; zajavl. 29.07.97; opubl. 20.04.02, Bjul. № 11. - 6 s.: il.
3. Kuzmenko I.M. Novye napravlenija v konstruirovanii kompozicionnyh struktur s vysokoj jekonomicheskoj jeffektivnost'ju i nesushhej sposobnost'ju / I.M. Kuzmenko, V.A. Popkovskij, A.V. Semenov, V.M. Fridkin // «Nove smery vo vyrobnyh tehnologiach». Sb. statej IV mezhd. konf. - Presov, 1999. - S. 83-86.
4. Kuzmenko I.M. Sovershenstvovanie konstruktivnyh form svarnyh stalezhelezobetonnyh stroitel'nyh konstrukcij / I.M. Kuzmenko, A.V. Semenov, I.A. Leonovich «Svarka i rodstvennye tehnologii» // Respublikanskij mezhdedomstvennyj sb. nauch. tr. BGNPK PM. NIKTI SP s OP. - Mn., 1999. - № 2. - S. 24-26.
5. Kuzmenko I.M. Primenenie svarnyh nesushhih jelementov v novyh kompozitnyh stroitel'nyh konstrukcijah / I.M. Kuzmenko, S.K. Pavljuk, V.M. Fridkin // «Svarochnoe proizvodstvo». - M., 2003. - № 9 - S. 47-50.
6. Fridkin V.M. Inzhenerno-jekologicheskie i konstruktivno-tehnologicheskie problemy sozdaniya inzhenernyh bar'erov pri dolgovremennom hranenii i okonchatel'nom zahoronenii otrabotavshego jadernogo topliva v nedrah Zemli / V.M. Fridkin, S.A. Chesnokov, I.M. Kuzmenko, A.V. Nosarev, L.B. Maksimenko, I.L. Pisarev, A.Je. Kokosadze // Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten'. Izd-vo Moskovskogo gosudarstvennogo gornogo universiteta. - M., 2005. - № 4. - S. 88-94.
7. Chesnokov S. A. Novye vozmozhnosti sozdaniya inzhenernyh sooruzhenij dlja obespechenija jekologicheskoj i antiterroristicheskoj bezopasnosti promyshlennoj utilizacii nekotoryh vidov tehničkoj produkcii / S.A. Chesnokov, A.V. Nosarev, V.M. Fridkin, I.M. Kuzmenko, O.V. Karmanova, A.Je. Kokosadze // Sb. statej Mezhdunarodnogo nauchno-tehničkoj kongressa po bezopasnosti. - M., 2005. - S. 57-61.
8. Fridkin V.M. Principy formoobrazovaniya v teorii linejno-protjazhennyh sooruzhenij / V.M. Fridkin. - M., Izd. «Lad'ja», 2006. - 510 s.
9. Kuzmenko I.M. Primenenie metoda konechnyh jelementov pri raschete kompozitnogo nesushhego jelementa stroitel'nyh konstrukcij / I.M. Kuzmenko, M.Je. Podymako, V.N. Medvedev // Vestnik MGTU. - Mogilev, 2006. - № 1. - S. 109-113.
10. Kuzmenko I.M. Aspekty proektirovaniya kompozitnogo nesushhego jelementa sredstvami SAPR / I.M. Kuzmenko, V.M. Fridkin, M.Je. Podymako, O.V. Leonenko, V.N. Medvedev // Vestnik BRU. - Mogilev, 2006. - № 4. - S. 198-202.
11. Kuzmenko I.M. Analiz vlijaniya parametrov metallicheskoj sostavljajushhej kompozitnogo nesushhego jelementa stroitel'noj konstrukcii na ego nesushhuju

- sposobnost' / I.M. Kuzmenko, M.Je. Podymako, O.V. Leonenko, V.N. Medvedev // Vestnik BRU. - Mogilev, 2007. - № 1. - S. 157-166.
12. Kuzmenko I.M. Metodika modelirovanija naprjazhenno-deformirovannogo sostojanija metallokonstrukcij s uchetom ostatochnyh svarochnyh naprjazhenij / I.M. Kuzmenko, T.V. Cykunova, S.V. Bogdanov, M.Je. Podymako // Vestnik BRU. - Mogilev, 2007. - № 4. - 180 s., - S. 47-54.
 13. Kuzmenko I.M. Vozdejstvie nagruzok podvizhnogo sostava (NK-80 i A-11) na mostovoe polotno proletnyh stroenij, vypolnennyh iz KNJeSK / I.M. Kuzmenko, V.N. Medvedev // «Vestnik Polockogo gosud. univ.». Serija F. Prikladnye nauki. Stroitel'stvo, Izd-vo PGU. - Novopolock, - 2007. - № 12.- 180 s. - S. 63-67.
 14. Razrabotka osnov proektirovanija, rascheta i optimizacii kompozitnyh nesushhh jelementov stroitel'nyh konstrukcij (KNJeSK): otchet o NIR (zakljuch.) / Bel.-Ros. un-t; ruk. I.M. Kuzmenko; ispoln. M.Je. Podymako [i dr.]. - Mogilev, 2007. - 193 s. - Bibliogr.: s. 77-78. - № GR 20061425.
 15. Kuzmenko I.M. Innovacionnye konstruktivnye reshenija proletnyh stroenij proezzhej chasti mostov / I.M. Kuzmenko, V.M. Fridkin, S.N. Markov, M.Je. Podymako, O.V. Leonenko, V.N. Medvedev, S.V. Bogdanov // «Avtomobil'nye dorogi i mosty» - Mn., - 2008. - № 1. - 142 s. - S. 37-41.
 16. Kedrovskij O.L. Novye podhody k konstruktivnym reshenijam dlja sozdaniya podzemnyh ob#ektov atomnoj jenergetiki / O.L. Kedrovskij, S.A.Dmitriev, V.M. Fridkin, I.M Kuzmenko, S.A. Chesnokov, O.V. Mal'kova, A.Je. Kokosadze // Nauka i tehnologii v promyshlennosti - M., - 2009. - №1. - 120 s. - S. 94 - 97.
 17. Kuzmenko I.M. Ispol'zovanie kompozitnyh nesushhh jelementov dlja bystrovozvodimyh stroitel'nyh konstrukcij, montiruemyh svarkoj / I.M. Kuzmenko, S.V. Bogdanov, S.K. Pavljuk // Vestnik BRU. - Mogilev, 2009. - №4. - 166 s. - s. 68-75.
 18. Bogdanov S.V. Oblasti racional'nogo primenenija kompozitnyh nesushhh jelementov stroitel'nyh konstrukcij po jekonomicheskim i prochnostnym pokazateljam / S.V. Bogdanov, I.M. Kuzmenko // Nauchno-tehnicheskij zhurnal «Stroitel'naja nauka i tehnika», Ofic. inf. izd. Min. arh. i str. RB. Mn., 2011. - №4. - 64 s. - s. 33-36.
 19. Bogdanov S.V. Obespechenie nerazryvnosti sceplenija zapolnitelja i metallicheskoj armatury KNJeSK pri vypolnenii svarnyh soedinenij montazhnogo styka / S.V. Bogdanov, I.M. Kuzmenko // Vestnik BRU. - Mogilev, 2013. - №3. - 180 s. - s. 13-22.
 20. Pat. 15480 RB, MPK V 23 K 1/00. Svarnoe stykovoje soedinenie stroitel'nyh blokov / S. V. Bogdanov, S.K. Pavljuk, I.M. Kuzmenko; zajavitel' i patentoobladatel' GUVPO «Belorussko-Rossijskij universitet» - № a20090951; zajavl. 26.06.2009; opubl. 28.02.2012, Bjul. № 1. - 4 s.: il.
 21. Bogdanov S.V. Obespechenie rabotosposobnosti montazhnyh stykov svarnyh konstrukcij iz kompozitnyh jelementov s nesushhej metallicheskoj obolochečnoj armaturoj: avtoref. dis. kand. tehn. nauk. - Mogilev, Belorussko-Rossijskij universitet, 2013. - 18 s.