УДК 624.012:691.714:624.014

DOI 10.37153/2687-0045-2021-14-121-124

**РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВА, ИССЛЕДОВАНИЙ И ВНЕДРЕНИЯ
АРМАТУРНОГО ПРОКАТА С ВИНТОВЫМ ЧЕТЫРЕХРЯДНЫМ ПРОФИЛЕМ И
ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ СЕЙСМОСТОЙКИХ ЗДАНИЙ**

**THE RESULTS OF PRODUCTION, RESEARCH AND IMPLEMENTATION OF
REBAR ROLLED PRODUCTS WITH A FOUR-ROW SCREW PROFILE AND THE
PROSPECTS OF ITS APPLICATION IN THE DESIGN OF REINFORCED CONCRETE
STRUCTURES OF EARTHQUAKE-RESISTANT BUILDINGS**

Тихонов И.Н., д.т.н., начальник Отдела инновационных технологий и конструктивных решений проектно-конструкторского Центра № 25 НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство».

Кузьменко Н.В., заместитель директора по стратегическим проектам Тульского металлпрокатного завода.

Tikhonov I.N., Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Innovative Technologies and Design Solutions of the Design Center № 25 of NIIZhB n.a. A.A. Gvozdev JSC "SIC"Construction".

Kuzmenko N.V., Deputy Director for Strategic Projects of the Tula Metal Rolling Plant.

Аннотация: В докладе рассмотрено состояние вопроса по производству и применению инновационного арматурного проката с четырехсторонним (четырёхрядным) винтовым профилем, в том числе с муфтовыми соединениями арматуры, в строительстве из железобетона. Данный вид проката, запатентованный в Российской Федерации и ряде зарубежных стран, составляет конкуренцию винтовой арматуре GEWI-Stahl. Описываются проведенные испытания с данной арматурой, экономические преимущества ее внедрения.

Abstract: The report examines the state of the issue on the production and application of innovative rebar rolled products with a four-sided (four-row) screw profile, including with coupling joints of reinforcement in the construction of reinforced concrete. This type of rolled products, patented in the Russian Federation and a number of foreign countries, competes with GEWI-Stahl screw fittings. The tests carried out with this valve, the economic advantages of its implementation are described.

Ключевые слова: арматурный прокат, четырехсторонний (четырёхрядный) профиль, строительство, железобетон, стыкование, винтовой профиль

Keywords: rebar rolling, four-sided (four-row) profile, construction, reinforced concrete, joining, screw profile

В последнее время намечается значительный интерес к применению механических соединений стержней арматуры разных видов. Это связано, в значительной степени, с рекомендациями СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах» по применению этих соединений для арматуры диаметром 18 мм и выше.

Достаточно широкое применение нашли механические обжимные (опрессованные) и резьбовые муфтовые соединения стержневой арматуры.

К сожалению, эти соединения имеют ряд существенных ограничений для применения.

Недостатки опрессованных муфтовых соединений связаны с трудностями их сборки в стесненных условиях, контролем за расположением соединяемых стержней, усилием обжатия и точностью геометрических размеров муфт. Последние исследования опрессованных муфтовых соединений, выполненные во ВНИИЖелезобетон, показали, что для выявления большинства недостатков этих соединений при проведении контрольных испытаний их механических характеристик недостаточно проводить только оценку прочности, необходимо также учитывать показатели деформативности, как это принято для резьбовых муфтовых соединений арматуры.

Главным недостатком резьбовых муфтовых соединений обычной арматуры является трудоемкость их производства для обеспечения требуемых качественных показателей. Производство накатки резьбы на концевых участках соединяемых арматурных стержней требует наличия специального оборудования и высокой квалификации испытателей, а также организации специализированных участков для выполнения данных работ в построечных условиях.

Наиболее перспективным направлением являются муфтовые соединения арматуры с винтовым прокатным профилем.

Винтовая арматура с соединительными муфтами и анкерными гайками давно используется в Европе, а также в Японии, Вьетнаме, Китае и других странах в качестве крепежных элементов и для рабочего армирования при строительстве высотных зданий, мостовых конструкций, а также спецсооружений – как в обычных, так и в сейсмоопасных районах застройки.

Винтовая арматура, применяемая в этом случае (GEWI-Stahl), имеет однозаходную резьбу, образуемую на поверхности стержней двумя противоположно расположенными рядами поперечных ребер.

Недостатком винтовой арматуры любого вида является ее более высокая цена по сравнению с обычной из-за усложнения производства в результате необходимости синхронизации прокатных валков для образования винтовой резьбы на поверхности стержней.

Кроме этого, GEWI-Stahl из-за двухстороннего расположения поперечных ребер имеет высокую одноосную распорность, что снижает эффективность ее сцепления с бетоном, особенно в запредельной стадии деформирования, имеющей особо важное значение для перераспределения усилий, а следовательно, для обеспечения высокой живучести железобетонных конструкций при сейсмическом и других видах аварийного воздействия.

Новый вид винтовой арматуры, запатентованный в России и ряде зарубежных стран, имеет принципиально новые конструктивные особенности. Профиль этой винтовой арматуры отличается от известных четырехрядным расположением поперечных ребер, расположенных по поверхности в шахматном порядке и образующих при синхронизации прокатных валков двухзаходную винтовую резьбу. Данное конструктивное решение позволило обеспечить двухосную (четырёхнаправленную) распорность поперечных ребер, что значительно повысило прочность сцепления с бетоном не только в эксплуатационной, но и запредельной стадии деформирования. Это подтверждено экспериментальными исследованиями, выполненными в НИИЖБ им. А.А. Гвоздева и ВНИИЖелезобетон.

Производство винтовой арматуры с четырехрядным профилем освоено на Тульском металлопрокатном заводе.

По заданию Госкорпорации Росатом были выполнены опытные прокатки винтовой четырехрядной арматуры классов Ав500П и Ав600П диаметром 12, 16, 20, 25, 28, 32, 36, 40 мм, изготовлены соединительные нарезные и литые муфты, а также анкерные гайки.

В процессе изготовления опытной партии винтовой арматуры отрабатывалась технология нарезки валков, режимы термоупрочнения, синхронизация валков во время прокатки, соблюдение требований к геометрии профиля и его погонной массе в соответствии с требованиями ГОСТ 34028-2016.

Контрольные замеры и испытания образцов прокатанных опытных партий винтовой четырехрядной арматуры установили возможность ее изготовления на массово используемых в металлургическом производстве двухвалковых прокатных станах из рядовых марок сталей, принятых для производства обычного арматурного проката.

В НИИЖБ и ВНИИжелезобетон исследовались механические свойства новой арматуры, ее сцепление с бетоном, оценивалась выносливость при многократном циклическом нагружении, определялись прочность и деформативность муфтовых соединений арматуры разных диаметров, их сопротивление мало- и многократным динамическим воздействиям.

Исследования проводились как в свободном состоянии арматуры и ее соединений, так и на армированных сжатых и растянутых призмах, а также изгибаемых балочных элементах.

В процессе масштабных исследований установлена высокая эффективность использования новой винтовой арматуры в практике проектирования и строительства железобетонных конструкций. Полученные результаты исследований позволили рекомендовать арматуру класса А500СП с шестирядным расположением поперечных ребер, А_у500СП с четырехрядным профилем без образования винтовой резьбы, а также класса Ав500П с винтовым четырехрядным профилем для предпочтительного применения в сейсмостойком строительстве.

Внедрение арматуры класса А_у500СП и Ав500П в практику строительства в результате снижения погонной массы, высокой прочности и эффективности сцепления с бетоном в эксплуатационной и запредельной стадии деформирования, использования муфтовых соединений арматуры взамен сварных и нахлесточных соединений позволит повысить безопасность сейсмостойкого строительства и его технико-экономические показатели в результате армирования на 10 – 15% и трудозатрат на производство соединений арматуры в два – четыре раза.

Заключение

Подводя итоги сказанному, можно констатировать:

1. Арматура с инновационным четырехсторонним (четырёхрядным) винтовым профилем внесена в базу НДТ Центра Трансфера Технологий АО ИК «АСЭ» Инжиниринговый дивизион Госкорпорации «Росатом».
2. Получен статус инновационного продукта для арматуры с четырехсторонним (четырёхрядным) винтовым профилем от Российской академии архитектуры и строительных наук.
3. Проведены опытные прокатки и лабораторные испытания на статические и динамические нагрузки (заводские – в НИИЖБ им. А.А. Гвоздева, ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство», ВНИИжелезобетон) арматуры с четырехсторонним (четырёхрядным) винтовым профилем и ее муфтовых соединений. Подписаны Акты внедрения технологии проката инновационной арматуры диаметром 12 – 40 мм, технологии создания соединительных муфт для арматуры диаметром 16 – 40 мм.
4. Апробирована технология создания плоских (сетки) и пространственных каркасов из новой арматуры с четырехсторонним (четырёхрядным) профилем.

5. Внесены изменения в нормативную документацию (включен и рекомендован к применению тип профиля): в СП №35.13330, СП 64.13330, СП 382.1325800, СП 14.13330.2018.

6. Конечный продукт проекта (арматура с четырехсторонним (четырёхрядным) винтовым профилем диаметром до 40 мм) вошел в технологию ВСТБА – высокоскоростную технологию бетонирования и армирования, внедряемую Госкорпорацией «Росатом».

7. За разработку, освоение и внедрение в производство арматурного проката с новым инновационным профилем коллективу Тульского металлопрокатного завода в 2021 году указом губернатора Тульской области присуждена премия им. Б.С. Стечкина.