

УДК 69.002.5

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/43/32>

HADRIAN X - АВТОНОМНАЯ РОБОТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ КЛАДКИ КИРПИЧА

©*Быстрова А. С.*, ORCID: 0000-0003-4015-914X, Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия, bystrova22@gmail.com

©*Дембовский Н. Д.*, ORCID: 0000-0003-2054-0090, Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия, happyter@mail.ru

©*Сорокина С. П.*, ORCID: 0000-0002-3388-0572, Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия, svetlana.sorokina.l@mail.ru

©*Дедаев Д. Е.*, ORCID: 0000-0003-0604-3805, Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия, Denisdde@yandex.ru

©*Вакуров А. Е.*, ORCID: 0000-0001-7439-6122, Московский государственный строительный университет»
г. Москва, Россия, ar.vakurov@yandex.ru

HADRIAN X - AUTONOMOUS ROBOTIC SYSTEM FOR BRICKLAYING

©*Bystrova A.*, ORCID: 0000-0003-4015-914X, Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia, bystrova22@gmail.com

©*Dembovskii N.*, ORCID: 0000-0003-2054-0090, Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia, happyter@mail.ru

©*Sorokina S.*, ORCID: 0000-0002-3388-0572, Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia, svetlana.sorokina.l@mail.ru

©*Dedyayev D.*, ORCID: 0000-0003-0604-3805, Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia, Denisdde@yandex.ru

©*Vakurov A.*, ORCID: 0000-0001-7439-6122, Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia, ar.vakurov@yandex.ru

Аннотация. Рассматривается разработка инновационной системы для автономной кладки кирпича Hadrian X от компании Fastbrick Robotics, которая позволяет выстраивать дома из кирпича в автоматическом режиме без участия человека. Рассмотрены преимущества и недостатки данной разработки, а также области применения и перспективы развития в строительной области. Выявлены направления развития и совершенствования данной системы. Является лучшим способом строить типовое недорогое жилье за очень короткие сроки.

Abstract. Discusses the development of an innovative system Hadrian X for autonomous bricklaying from the company Fastbrick Robotics, which allows you to build houses from bricks in an automatic mode without human intervention. The advantages and disadvantages of this development, as well as the scope and development prospects in the construction field, are considered. The directions of development and improvement of this system are considered.

Ключевые слова: робототехника в строительстве, автоматизация строительства, системы для кладки кирпича, Fastbrick Robotics, Hadrian X.

Keywords: robotics in construction, construction automation, bricklaying systems, Fastbrick Robotics, Hadrian X.

Строительство на данный момент является второй по величине отраслью в мире, но, в то же время, во многих развитых странах, таких как Германия, Италия, Япония, Россия и многие другие, происходит демографическое старение населения [1], при котором замечается и увеличение среднего возраста непосредственно строителей, а молодые специалисты не берутся за тяжелый физический труд.

Сильнее всего ситуация проявляется в Японии: возраст тридцати процентов строителей в стране больше пятидесяти четырех лет. И только десять процентов людей младше тридцати лет выбирают соответствующие профессии [2]. Робототехника же, наоборот, падает в стоимости разработки и производства, что снижает ее конечную цену приобретения или использования. Возможности этой техники расширяются, что приводит к большему внедрению роботов в строительное производство с последующей его автоматизацией.

Эти факторы привели австралийскую компанию Fastbrick Robotics Ltd. к разработке рассматриваемой нами революционной системы автоматической укладки кирпичей — Nadrian.

Принцип каменной кладки уникален тем, что со времен позднего неолита он практически не изменился. Менялся кирпич, менялись архитектурные стили, но сама техника кладки была всегда постоянной: ее выполняют каменщики, которые вручную наносят раствор на кирпич или блоки и укладывают их в определенном порядке с последующей выверкой и проверкой ровности и прочности кладки [3]. Однако, в 2016 г в Австралии был впервые продемонстрирован Nadrian 105 — прототип, пришедшего ему на смену, Nadrian X. Тогда это был робот на гусеничном ходу, который способен выкладывать стены из кирпича с большей скоростью и повышенной точностью, нежели может сделать это бригада профессиональных каменщиков. На тот момент производительность автоматизированной системы была равна двести двадцать пять кирпичей в час, что более, чем в четыре раза меньше, по сравнению с сегодняшней производительностью Nadrian X (более тысячи кирпичей в час). Технология на данный момент имеет потенциал возводить до ста пятидесяти домов в год с учетом времени на отладку и профилактику.

Создатели робота дали ему название в честь римского императора Адриана, который известен созданием римской защитной стены длиной сто семнадцать километров. Она служила для защиты завоеванной Южной Англии от набегов с севера местных «варваров».

Что это из себя представляет? Nadrian X в настоящее время — это уникальный строительный робот-укладчик, монтируемый на классическое шасси грузового автомобиля для перевозки в место строительства (Рисунок 1). Компонент робота может быть также установлен на другие базы, такие как гусеницы, баржи, лодки и краны (Рисунок 2). Это позволяет использовать его в различных средах.

Данная система построена из стали, алюминия и композитного углеродно-волокнутого материала и представляет из себя распределительный модуль, который непосредственно устанавливается на любую базу, и телескопической стрелы длиной тридцать метров (двадцать восемь у прототипа Nadrian 105).

Устройство состоит из основной коробки, в которую помещаются кирпичи, и откуда встроенный манипулятор их захватывает и перекладывает на конвейер. При этом, по необходимости, кирпичи обрезаются до нужных размеров непосредственно в процессе работы Nadrian X.

Как это работает? Преимущества и недостатки. Nadrian X имеет производительность до 1000 укладываемых кирпичей в час. Автоматическая система способна работать двадцать четыре часа в сутки без перерывов. В основе работы заложено использование системы технического зрения с лазерной системой наведения, которая

позволяет соблюдать высокую точность (0,5 мм). Автоматическая подача кирпичей (размерами до 500×250×250 мм) осуществляется по встроенному в стрелу конвейеру, а подача строительного раствора – по встроенному рукаву. При этом есть возможность применять как обычные строительные материалы, так и специальную разработку «Fastbrick Wall System», в которой используются оптимизированные блоки (они примерно в двенадцать раз больше стандартных кирпичей, но при этом легче, прочнее и имеют минимальные отходы при возведении). Робот может сканировать и резать строительные блоки, если это необходимо.



Рисунок 1. Изображение установленного оборудования Hadrian X на автомобильное шасси грузовика (https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Hadrian_X).

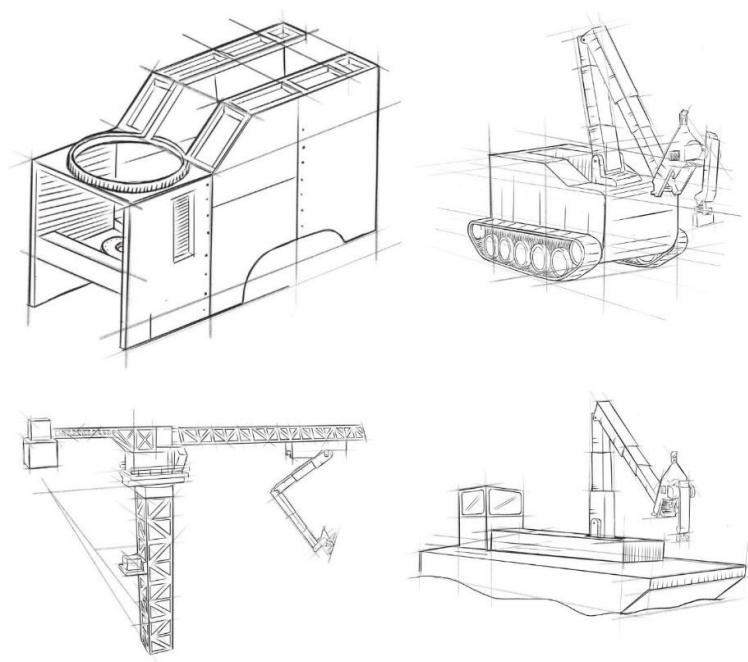


Рисунок 2. Схематичное изображение навесного оборудования Hadrian X и установка его на различные виды техники (<https://www.fbr.com.au/view/our-tech>).

Блоки склеиваются друг с другом с помощью специального промышленного клея, который схватывается всего за сорок пять минут, что обеспечивает увеличенную скорость укладки стен. Клей обладает большей прочностью, тепло- и звукоизоляцией, по сравнению со стандартным раствором.

Стрела длиной тридцать метров позволяет роботу оставаться неподвижным во время сооружений небольших строений. Работа стрелы управляется компьютерной сетью, роботизированным зрением с помощью камер, лазерных трекеров, которые отслеживают положение, и сервомоторами.

Также важную роль в повышении точности кирпичной кладки играет технология динамической стабилизации (DST™), которая мгновенно реагирует на ветер, вибрацию и другие факторы окружающей среды в режиме реального времени. Она обеспечивает точное позиционирование объектов на больших расстояниях, которое ранее было доступно только для небольших стационарных роботов для внутренних работ с меньшим радиусом действия.

Принцип работы *Nadrian X* заключается в использовании специального программного обеспечения, в котором создается 3D-модель будущего сооружения. Уникальная система управления использует CAD (автоматизированное проектирование) для создания трехмерной модели проекта здания, которая затем используется для расчета списка материалов и указаний для *Nadrian X*. Место и длина каждого кирпича рассчитывается с помощью алгоритма; резка кирпичей происходит по длине. Далее данные передаются в робота, и машина укладывает ряд за рядом точно так же, как возводит стены 3D-принтер. В процесс включены все операции по нарезке и прокладке зазоров для электрических и сантехнических услуг, а также устройство оконных и дверных проемов. Поэтому изготавливаемая продукция в течение всего нескольких дней готова к монтажу конечного оборудования. При всем этом не требуется никакого вмешательства человека в процесс укладки кирпичных стен [4].

Применение роботизированной системы Nadrian X в реальной практике. Компания *Fastbrick Robotics Ltd.* уже имеет своих заказчиков, которые проводят свои исследования по эффективности применения роботизированной техники в строительстве. После постройки в 2016 г. первой в мире многокомнатной структуры из трехмерной модели САПР без вмешательства человека и строительства одиннадцати кирпичных домов в Перте, в 2017 г. было подписано соглашение с *Caterpillar* о сотрудничестве в разработке технологии кирпичной кладки с инвестированием в технологию двух миллионов долларов США на начальном этапе (всего планируется инвестировать порядка восьми миллионов долларов) [6]. В 2017 г. было подписано соглашение с Королевством Саудовская Аравия о возможности построить пятьдесят тысяч новых домов при помощи *Nadrian X*. Также было подписано соглашение о глобальном партнерстве с *Wienerberger AG* для разработки, производства и испытания блоков, оптимизированных для данной автоматической системы.

Уже 13 ноября 2018 г. был установлен мировой рекорд: построен каменный дом площадью сто восемьдесят квадратных метров с тремя спальнями и двумя ванными комнатами менее, чем за три дня [5]. А 6 февраля 2019 г. был подписан Меморандум о взаимопонимании с *Brickworks Building Products Pty Ltd* — ведущим австралийским поставщиком строительной продукции.

Nadrian X — технология, которая будет следующей эволюцией для каменщиков. Она позволяет перейти им от трудоемкой и небезопасной работы к управлению автоматизированным роботом и выполнять лишь контроль качества готовой продукции. Это позволит привлечь молодых специалистов в сферу каменной кладки и дальше ее развивать.

Строительство с применением данной автоматизированной системы является лучшим способом строить типовое недорогое жилье за очень короткие сроки, что позволяет сделать его более доступным и решить проблему нехватки жилья в развивающихся регионах.

Компания Fastbrick Robotics получила награду «Лучший новатор года в Западной Австралии» за данную запатентованную технологию роботизированной системы кирпичной кладки Hadrian X на десятой церемонии в Kings Park [6]. А также стала победителем WAITTA Incite awards 2017 в категории «Самые прорывные технологии» и лауреатом в премии «Вдохновение года» от iAwards 2017 [7].

Список литературы:

1. Sanderson W. C., Scherbov S. A new perspective on population aging // Demographic research. 2007. V. 16. №2. P. 27-58.
2. The World Factbook, Japan. <https://clck.ru/GXzdw>
3. Коллинсон Д. Кирпичная кладка. Самое полное руководство. М.: АСТ, 2015. 176 с.
4. Соглашение о сотрудничестве Caterpillar с Fastbrick Robotics Ltd. <https://clck.ru/GXzd8>
5. First full home structure built with Hadrian. <https://clck.ru/GXzcW>
6. Robotic bricklayer Fastbrick Robotics wins innovation award. <https://clck.ru/GXzc7>
7. Fastbrick Robotics wins national Innovation Awards in Australia. <https://clck.ru/GXzbm>

References:

1. Sanderson, W. C., & Scherbov, S. (2007). A new perspective on population aging. *Demographic research*, 16(2), 27-58.
2. The World Factbook, Japan. <https://clck.ru/GXzdw>
3. Kollinson D. Kirpichnaya kladka. Samoe polnoe rukovodstvo. Moscow, AST, 2015. 176 s.
4. Soglashenie o sotrudnichestve Fastbrick Robotics Ltd. <https://clck.ru/GXzd8>
5. First full home structure built with Hadrian. <https://clck.ru/GXzcW>
6. Robotic bricklayer Fastbrick Robotics wins innovation award. <https://clck.ru/GXzc7>
7. Fastbrick Robotics wins national Innovation Awards in Australia. <https://clck.ru/GXzbm>

*Работа поступила
в редакцию 11.05.2019 г.*

*Принята к публикации
15.05.2019 г.*

Ссылка для цитирования:

Быстрова А. С., Дембовский Н. Д., Сорокина С. П., Дедаев Д. Е., Вакуров А. Е. Hadrian X - автономная роботизированная система для кладки кирпича // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №6. С. 254-258. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/43/32>

Cite as (APA):

Bystrova, A., Dembovskii, N., Sorokina, S., Dedyayev, D., & Vakurov, A. (2019). Hadrian X - Autonomous Robotic System for Bricklaying. *Bulletin of Science and Practice*, 5(6), 254-258. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/43/32> (in Russian).