

*Key words: industrial networks, data transfer protocols, Foundation Fieldbus, main components, network reliability, drive valves, selection criteria.*

*Gorobchenko Stanislav Lvovich, candidate of technical sciences, docent, [sgorobchenko@yandex.ru](mailto:sgorobchenko@yandex.ru), Russia, St. Petersburg, Saint-Petersburg State University of Industrial Technologies and Design,*

*Kovalev Dmitry Aleksandrovich, candidate of technical sciences, docent, [d.a.kovalyov@yandex.ru](mailto:d.a.kovalyov@yandex.ru), Russia, St. Petersburg, Saint-Petersburg State University of Industrial Technologies and Design,*

*Bakhtin Andrey Vladimirovich, candidate of technical sciences, docent, [bahtin73@mail.ru](mailto:bahtin73@mail.ru), Russia, Saint-Petersburg, Saint-Petersburg State University of Industrial Technologies and Design,*

*Bezhenar Vyacheslav Nikolaevich, senior lecturer, [5551541@mail.ru](mailto:5551541@mail.ru), Russia, Saint-Petersburg, Military Academy of Communications named after Marshal of the Soviet Union S.M. Budyonny,*

*Churakov Andrey Vladimirovich, candidate of technical sciences, docent, [sheff\\_2.01@mail.ru](mailto:sheff_2.01@mail.ru), Russia, Saint-Petersburg, Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov,*

*Voinash Sergey Aleksandrovich, junior researcher at the research laboratory, [sergey\\_voi@mail.ru](mailto:sergey_voi@mail.ru), Russia, Kazan, Kazan Federal University*

УДК 621

DOI: 10.24412/2071-6168-2024-1-389-390

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТОВ-ШТУКАТУРОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ОТДЕЛОЧНЫХ РАБОТ**

С.Л. Горобченко, Д.А. Ковалёв, А.В. Теппов, М.В. Тарабан, С.А. Войнаш, В.А. Соколова

*В работе исследуются перспективы применения роботов-штукатуров для автоматизации отделочных работ. Показывается, что существует развитая система применения средств механизации и автоматизации различной степени насыщенности интеллектуальными программами, некоторые из которых уже можно назвать робототехническими системами. Указывается, что, в первую очередь, рост спроса на роботов-штукатуров вызван необходимостью повышения производительности и качества работ через замену человеческого труда, увеличение длительности работы и скорости выполнения унифицированных операций, а также рост качества работ. Сделаны выводы и последовательности наиболее эффективного внедрения роботов-штукатуров в отделочные работы.*

*Ключевые слова: строительство, отделочные работы, автоматизация, роботы-штукатуры, перспективы применения.*

При строительстве зданий внутренние отделочные работы имеют такое же важное и необходимое значение, как заливка фундамента и возведение стен. Первостепенной и наиболее ответственной задачей во внутренней отделке является выравнивание стен штукатуркой. От правильно заштукатуренных стен зависит качество

дальнейшего подготовки или ремонта помещения. Ручная штукатурка стен является очень непростым и трудоемким процессом, требующим правильного подхода и профессионализма работника [1,2].

Большое количество ручного труда в строительстве заставляет задуматься о внедрении средств автоматизации, которые сократят финансовые и физические затраты при строительных работах.

Серьезным этапом в технологии проведения штукатурных работ стало использование машин и механизмов, которые облегчают работу мастера-штукатура. К этим устройствам можно отнести: пневмолопату–хопер, пневмопистолет и робот–штукатур [3,4,5].

В статье рассмотрены способы механизации и автоматизации штукатурных работ и описаны перспективное средство автоматизации штукатурных работ - робот-штукатур.

**Пневмолопата-хопер.** Пневмолопата-хопер – самое простое и дешевое устройство, рис.1. Этот агрегат представляет собой конус, закрепленный на рукоятке. Метод нанесения штукатурки при помощи пневмолопаты можно считать полуавтоматическим, так как подготовка смеси осуществляется вручную или автоматически, но при помощи смежного устройства. Поэтому подготовительный этап схож с ручным методом оштукатуривания, выставление маячной сети так же аналогично ручному методу, приготовление смеси осуществляется вручную или при помощи иных механизмов.

К преимуществам этого устройства можно отнести небольшую площадь, занимаемую оборудованием. К недостаткам – невозможность оштукатуривания потолков [6].



**Рис. 1. Пневмолопата - хопер**

**Пневмопистолет.** Пневмопистолет представляет собой устройство, похожее на пистолет, сверху которого находится большая емкость для раствора. Именно этим и обусловлены трудности в использовании: долго держать такой вес на вытянутых руках очень тяжело. К ручке-пистолету прикрепляется компрессорный шланг, который помогает подавать раствор под большим напором. Использование картриджного пневмопистолета возможно только при обработке стен. Для потолков этот механизм не подходит [7].



**Рис.2. Пневмопистолет**

*Робот – штукатур.* Следующим прорывом в механизации штукатурных работ стала их автоматизация и создание роботов-штукатуров. Робот-штукатур (рис.3) представляет собой головную базу прямоугольного или квадратного очертания, стоящую на опорах.



**Рис. 3. Робот-штукатур**

Загрузка смеси производится или принудительно в базу или может подаваться под давлением из емкости, которая находится за механизмом. Этапы работы механизма:

- 1) Подготовка стен (зачистка и покрытие грунтовкой).
- 2) Установка опорных стоек по уровню, после чего необходимо в тестовом режиме прогнать базу. Применение робота-штукатура позволяет избавиться от установки маяков за счет жесткого крепления стоек между полом и потолком. Взамен требуется предварительная калибровка базы механизма.
- 3) Выбор толщины наносимой штукатурки и выставление зазора между стеной и рабочей частью. При каждом дальнейшем перемещении необходимо использовать эталонную планку.
- 4) Загрузка смеси в базу принудительно или подключение к автоматической подаче.
- 5) Переставка устройства после проходки базы на расстояние, равное ширине рабочей зоны.

Среди положительных сторон применения робота-штукатура можно отметить:

- работу с различными видами растворов;
- ровность слоя на любом участке стены;
- высокую производительность;
- простоту в использовании неопытным оператором.

К отрицательным сторонам можно отнести:

- отсутствие комплектного замешивающего отсека;
- достаточно большой вес, что исключает одиночное проведение работ;
- ограниченная высота рабочей зоны, которая находится на уровне пяти метров;

- ограниченные возможности работы в разных плоскостях: из-за того, что аппарат заточен работать только в одной плоскости (или вертикальная, или горизонтальная), то возникает проблема с выполнением штукатурных работ на другой плоскости, а также стенах сложной конфигурации;

- необходимость в обслуживании и его высокая стоимость [8].

*Робот-штукатур EZ-RENDA.* Производительность такого робота составляет 500-700 м<sup>2</sup> за рабочую смену, при минимальных затратах человеческого труда. Для его работы требуется участие двух человек, и их задача сводится к приготовлению и загрузке штукатурных растворов в робота.



**Рис. 4. Робот-штукатур EZ-RENDA**

*Робот-штукатур RoboPlaster.* Агрегат весит порядка 140 кг. Он легко перемещается по строительной площадке на четырех колесах и управляется. Робот питается от сети в 220 V или 380 V. Толщина наносимой штукатурки составляет до 3 см, производительность до 500 кв. м. в день. Робот сам поднимается и опускается на высоту от 2,5 м до 5 м, автоматически нанося состав на стену.



**Рис. 5. Робот-штукатур RoboPlaster**

*Преимущества и недостатки роботов-штукатуров.* Преимущества:

1. Низкая стоимость работы. Мастеров-штукатуров нужно в разы меньше. Меньше физического труда и затраченного времени.
2. Большой объем выполненных работ за рабочий день. Бригада из 3-4 рабочих при помощи робота может производить штукатурные работы объемом до 500 м<sup>2</sup> в день. При ручном труде эти цифры сократились бы вдвое.

*Недостатки:*

1. Невозможность работать на лестничных фасадах.
2. Ограниченная высота потолка.
3. Вес. Конструкция весом от 100 кг не удобна для переноски.

Перспективы применения роботов-штукатуров связаны с дальнейшим вытеснением человеческого труда. На первом этапе - это, конечно же, виды работ, связанных с тяжелым физическим трудом, переносом значительных тяжестей. На последующих этапах - это может быть применение более сложных видов роботических рук, использование компьютерного зрения и лидаров для более точного нацеливания руки роботов на обрабатываемую поверхность и, в конечном итоге, - использование антропоморфных роботов с развитием того функционала, который в настоящее время не применяется, в частности, - это сложные фигурные покрытия, создание барельефов и пр. задачи, относящиеся к более творческим сферам, связанным с работой на поверхностях зданий и внутренних помещений [9,10].

Таким образом, роботы-штукатуры выполняют главные цели автоматизации штукатурных работ, к наиболее важным из которых можно отнести снижение ручного труда, поднятие качества производимых работ и снижение их сроков. Рассмотренные

виды роботов-штукатуров выполняют данные цели, но все же не являются полной альтернативой человеческому труду. На данном этапе развития у автоматизации отделочных работ есть как свои преимущества, так и недостатки. Но научно-технический прогресс не стоит на месте, изобретаются новые технологии, и со временем устройства для автоматизации отделочных работ будут улучшены, что приведет к повсеместному использованию роботов-штукатуров.

### Список литературы

1. Тихонов, А.Ф. Автоматизация и роботизация технологических процессов и машин в строительстве: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Механизация и автоматизация в строительстве" направления подготовки дипломированных специалистов "Строительство" / А.Ф. Тихонов. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2005. 463 с.
2. Вержбовский Г.Б. Строительство зданий и сооружений с использованием промышленных роботов // Educatio, 2015.
3. Белоусов, Е.Д. Малярные и штукатурные работы: [Практ. пособие] / Е.Д. Белоусов, О.С. Вершинина. – М.: Высшая школа, 1990. 269 с.
4. Епифанова, С.П. Машины для отделочных работ / С.П. Епифанова, В.М. Казаринов, И.А. Онуфриева, и др. – М.: СИНТЕГ, 2002. 153 с.
5. Черноус, Г.Г. Технология штукатурных работ: учебник для использования в учебном процессе образовательных учреждений, реализующих программы начального профессионального образования по профессии 270802.10 "Мастер отделочных строительных работ", ПМ.01 "Выполнение штукатурных работ". МДК.01.01 "Технология штукатурных работ" / Г.Г. Черноус. – М.: Академия, 2012. 238 с.
6. Евтушенко, С.И. Автоматизация и роботизация строительства: Учебное пособие / С.И. Евтушенко, А.Г. Булгаков, В.А. Воробьев, Д.Я. Паршин. – М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2013. 450 с.
7. Баркалов, С.А. Моделирование и автоматизация организационно-технологического проектирования строительного производства: Учеб. пособие / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, В.Я. Мищенко; Воронеж. гос. архитектур.-строит. акад. – Воронеж: ВГАСА, 1997. 120 с.
8. Ивлиев А.А., Кальгин А.А., Скок О.М. Отделочные строительные работы. – М.: Академия, 2000.
9. Общестроительные отделочные работы: практическое пособие для строителя / [сост. Е. М. Костенко]. – М.: ЭНАС, 2009. 304 с.
10. Чмырь, В.Д. Материаловедение для отделочников-строителей. Материалы для малярных и штукатурных работ: [Учеб. для ПТУ] / В. Д. Чмырь. – М.: Высшая школа, 1990. 208 с.

*Горобченко Станислав Львович, канд. техн. наук, доцент, [sgorobchenko@yandex.ru](mailto:sgorobchenko@yandex.ru), Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,*

*Ковалёв Дмитрий Александрович, канд. техн. наук, доцент, [d.a.kovalyov@yandex.ru](mailto:d.a.kovalyov@yandex.ru), Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,*

*Тепноев Алексей Викторович, канд. техн. наук, доцент, [avt01@inbox.ru](mailto:avt01@inbox.ru), Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова,*

Тарабан Мария Всеволодовна, канд. техн. наук, доцент, [arcan65@mail.ru](mailto:arcan65@mail.ru), Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,

Войнаш Сергей Александрович, младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории, [sergey\\_voi@mail.ru](mailto:sergey_voi@mail.ru), Россия, Казань, Казанский федеральный университет,

Соколова Виктория Александровна, канд. техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории, [sokolova\\_vika@inbox.ru](mailto:sokolova_vika@inbox.ru), Россия, Казань, Казанский федеральный университет

PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF ROBOT PLASTERERS  
FOR AUTOMATION OF FINISHING WORK

S.L. Gorobchenko, D.A. Kovalev, A.V. Teppoev,  
M.V. Taraban, S.A. Voinash, V.A. Sokolova

*The work explores the prospects for using robotic plasterers to automate finishing work. It is shown that there is a developed system of using mechanization and automation means of varying degrees of saturation with intelligent programs, some of which can already be called robotic systems. It is indicated that, first of all, the growth in demand for robotic plasterers is caused by the need to increase productivity and quality of work by replacing human labor, increasing the duration of work and the speed of performing unified operations, as well as increasing the quality of work. Conclusions and sequences for the most effective implementation of robotic plasterers in finishing work are drawn.*

*Key words: construction, finishing work, automation, robotic plasterers, application prospects.*

*Gorobchenko Stanislav Lvovich, candidate of technical sciences, docent, [sgorobchenko@yandex.ru](mailto:sgorobchenko@yandex.ru), Russia, St. Petersburg, St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design,*

*Kovalev Dmitry Aleksandrovich, candidate of technical sciences, docent, [d.a.kovalyov@yandex.ru](mailto:d.a.kovalyov@yandex.ru), Russia, St. Petersburg, St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design,*

*Teppoev Aleksey Viktorovich, candidate of technical sciences, docent, [avt01@inbox.ru](mailto:avt01@inbox.ru), Russia, St. Petersburg, St. Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov,*

*Taraban Maria Vsevolodovna, candidate of technical sciences, docent, [arcan65@mail.ru](mailto:arcan65@mail.ru), Russia, St. Petersburg, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,*

*Voinash Sergey Aleksandrovich, junior researcher at the research laboratory, [sergey\\_voi@mail.ru](mailto:sergey_voi@mail.ru), Russia, Kazan, Kazan Federal University,*

*Sokolova Viktoriia Aleksandrovna, candidate of technical sciences, associate professor, leading researcher at the research laboratory, [sokolova\\_vika@inbox.ru](mailto:sokolova_vika@inbox.ru), Russia, Kazan, Kazan Federal University*