

британия, США, Сингапур, Китай, страны Скандинавии и некоторые страны Евросоюза и Азии. Все эти страны имеют богатый опыт внедрения BIM-технологий в строительный комплекс, а также стандартизации и государственного регулирования в этой области.

Изучение такого опыта крайне важно для эффективного внедрения информационного моделирования в строительную отрасль Республики Беларусь.

Список цитированных источников

1. Талапов, В. В. Технология BIM. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий / В. В. Талапов. – М. : ДМК Пресс, 2015. – 412 с.

2. Бачурина, С. С. Информационное моделирование: методология использования цифровых моделей в процессе перехода к цифровому проектированию и строительству. / С. С. Бачурина. – М. : ДМК Пресс, 2021. – Ч.1: Цифровой проектный менеджмент полного цикла в градостроительстве. Теория. – 106 с.

3. Брайан, Пол. BIM для культурного наследия: Разработка информационной модели исторического здания / Пол Брайан, София Антонополу. – [б. м.]: Издательские решения, 2019. – 106 с.

4. Bim Implementation In Malaysia [Elektronic resource]. – Mode of access: <https://breananeva.blogspot.com/2021/05/bim-implementation-in-malaysia-pdf-bim.htm>. – Date of access: 24.03.2022.

УДК 004.8: 693.22

Тыщук С. С.; Саковский Д. С.

Научные руководители: к. т. н., доцент Юськович В. И.;

м. т. н., ст. преподаватель Бондарь А. В.

СОВРЕМЕННЫЙ ИНСТРУМЕНТ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА КАМЕНЩИКОВ

Высокая трудоемкость, низкий уровень механизации процессов и абсолютная зависимость качества кладки от опыта исполнителей обуславливают необходимость поиска технических решений, снижающих трудоемкость работы каменщиков.

Цель исследований – обзор существующих эффективных инструментов и приспособлений для каменной кладки и определение перспективы их совершенствования. В статье рассмотрена возможность применения специальных инструментов и приспособлений, предназначенных для повышения производительности процесса каменной кладки.

Каменная кладка – маломеханизированный и трудоёмкий процесс устройства конструкций из штучных материалов. Повысить результативность выполнения операций по устройству кладки можно путем совершенствования инструментов и приспособлений [1].

Известно значительное количество различных стандартных инструментов и приспособлений, используемых при выполнении отдельных операций (кельма, растворная лопата, молоток-кирочка, киянка, расшивка), а также для контроля качества кладки (отвес, правило, уровень, рулетка, шаблон, шнур-причалка, скобы, порядовки) [1, 2].

Существующие эффективные рабочие и контрольно-измерительные устройства, позволяющие интенсифицировать процесс кладки, несмотря на определённые преимущества, не находят массового применения [3].

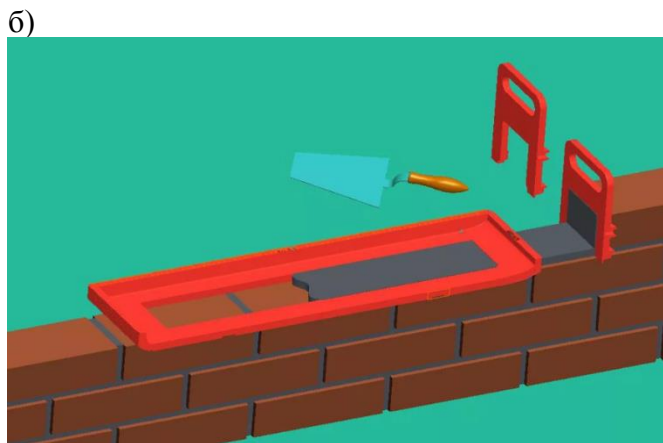
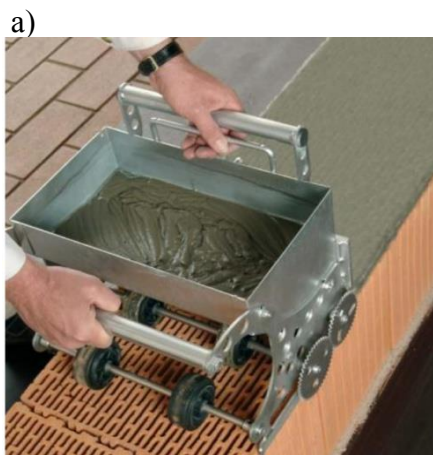
Для определения направлений по совершенствованию процесса каменной кладки за счет использования эффективных инструментов и приспособлений необходимо рассмотреть существующие технические решения и особенности их применения.

Качество и надежность кирпичной кладки напрямую зависят от выбранной и реализованной толщины растворных швов. Эта величина закладывается еще на стадии проекта, контролируется по-рядно и проверяется путем измерения высоты возводимого участка через 5–6 рядов кладки. Отклонение от рекомендуемых значений приводит к перерасходу состава, образованию непрочных связей между кирпичами и быстрому разрушению в дальнейшем [1].

Приспособление «слайдер» (рисунок 1) – помогает уложить слой кладочной смеси одинаковой толщины в кирпичном ряду. С его помощью получаем качественную, аккуратную кладку, экономим раствор, увеличиваем производительность труда каменщика. Слайдер подходит для возведения конструкции в полкирпича и более, кладки кирпичных столбиков и колонн, выполнения лицевой отделки. Используется для работы со стандартными кирпичными элементами, размером 250x120x65 и утолщенными 250x120x88 мм [4].

Каретка для нанесения раствора состоит из направляющей рамки, внутрь которой установлена емкость для растворного или клеевого состава. Каретку устанавливают на ряд кладки так, чтобы направляющие оказались по бокам кладки. Внутри наливают кладочный раствор. Для нанесения каретку продвигают вдоль ряда, толщина слоя выравнивается с помощью зубчатой или плоской пластинки, установленной в крайней задней точке корпуса (по ходу движения). Некоторые модели оснащаются колесиками, облегчающими продвижение приспособления по ряду кладки [4].

Работа с кареткой проще, чем ручное нанесение, но тоже требует некоторой привычки и понимания принципа действия. Применение каретки полностью решает проблему потеков и значительно ускоряет работу. Каменщик получает возможность полностью сосредоточиться на обеспечении ровного и горизонтального положения рядов, не отвлекаясь на состояние швов и на очистку стены от потеков растворного шва (рисунок 1а).



а – каретка для нанесения раствора; б – слайдер
Рисунок 1 – Устройства для устройства растворных швов

Рубка и теска кирпича с увеличением размеров штучных материалов становится достаточно сложной задачей. Известны способы пиления штучных материалов при помощи дискового бензо- и электроинструмента, но глубина пиления всегда ограничена и, как правило, не достаточна, а также применяемый инструмент является очень тяжелым и травмоопасным.

Сабельная пила – данный инструмент представляет собой устройство, заключенное в корпус из пластика и оснащенное электрическим двигателем. Он приводит в движение пильное полотно с режущей частью, благодаря чему можно обработать практически любой материал: дерево, металл, бетон, пластик. Имеются насадки для работы с заготовками из кирпича, искусственного или натурального камня, а также железобетона (рисунок 2).

Аллигаторная пила – профессиональный строительный инструмент, способный делать пропилы не только в деревянных, но и в кирпичных стенах и стенах из пористого бетона (газобетона, шлакоблоков) толщиной до 80 см (рисунок 2). Используется для пиления штучных материалов в необходимый размер. Также, несмотря на большую мощность и огромную в сравнении с сабельными пилами длину полотен, вибрации в ней практически отсутствуют: двигаясь в противоположном направлении, одно полотно гасит инерцию другого. Плюсы аллигаторных пил те же, что и сабельных: безопасность и удобство в обращении. За счет взаимно скомпенсированных моментов, обращаться с ней намного проще и безопаснее, чем с цепной. К минусам относятся невозможность «врезаться» в стену (мешает неподвижная шина) и высокая цена.

а)



б)



Рисунок 2 – Общий вид сабельной (а) и аллигаторной пилы (б)

Устройство каменных конструкций – это достаточно трудоемкая и монотонная работа. Однако при ее выполнении необходимо тщательно контролировать горизонтальность рядов и вертикальность кладки. Строительные роботы, работающие по соответствующей программе, легко справляются с такой задачей, значительно ускоряя процесс.

Одним из первых аппаратов стал американский робот Construction Robotics SAM [5].

Он способен качественно укладывать более 3000 кирпичей за смену, что в несколько раз превышает возможности человека. На российском рынке можно приобрести модель SAM100, который устанавливается непосредственно на месте возведения стен и обеспечивает нужное качество.

Другой пример – австралийский аппарат Fastbrick Robotics Hadrian X [5]. Работая по программе BIM, он способен действовать по заданной пространственной модели, обеспечивая нужную систему кладки и резку кирпичей в рамках цельной конструкции.

Комплексный подход в автоматизации строительных работ продемонстрировали разработчики роботов Universal Robots. Их можно рассмотреть на примере самого легкого представителя этой серии — модели UR3e. Это компактный коллаборативный робот, подходящий для совместной работы с разнообразным оборудованием. Он имеет манипулятор в форме руки, в котором обеспечивается круговое вращение (360 градусов) во всех сочленениях (суставах) и неограниченное вращение в торцевом соединении. Такая подвижность дает возможность выполнения различных работ с подъемом и перемещением предметов весом до 3 кг [5].

Робот имеет универсальные способности. Его можно использовать для сборки конструкций (в т. ч. для завинчивания и сварки), склеивания, дозировки многокомпонентных смесей и растворов, полировки и зачистки, погрузочно-разгрузочных работ.

In-Situ Fabricator (IF, «Строит здесь и сейчас») создан группой архитекторов и робототехников из Федерального технологического института в Цюрихе (ETH Zurich) [5]. Робот имеет сравнительно небольшую массу, мобилен и, самое главное, обладает «интеллектом». Он оснащен двумя компьютерами, один из которых отвечает за движения механической «руки»-манипулятора, а другой — за ориентирование. Манипулятор оборудован лазерным дальномером. При перемещении манипулятора дальномер сканирует пространство вокруг робота и строит 3-мерную схему окружающего пространства. Также в бортовую систему управления загружена цифровая модель постройки. Благодаря этим данным робот постоянно определяет свое положение в изменяющейся обстановке и ориентируется при выполнении строительных операций, что создает возможности для его автономной работы, которую он выполняет с точностью до миллиметра. Еще одним преимуществом IF является способность самостоятельно перемещаться по строительной площадке без помощи человека. Робот оснащен датчиками и камерами, которые позволяют ему не наткнуться на препятствия и людей во время движения [5].

Компания FANUC Robotics создала ряд роботов, которые эффективно выполняют разнообразные строительные работы. Примером может служить модель FANUC M-10iA/12S с укороченной рукой и полым запястьем [5]. Это высокоскоростной аппарат с великолепной подвижностью суставов. Способен манипулировать предметами массой до 12 кг, справляется с облицовочными материалами, может укладывать стекловолокно, пенополистирольные и другие плиты. Высокая скорость достигается при ламинировании. Аппарат часто используется при погрузочно-разгрузочных работах, при этом обеспечивается идеальная укладка материалов в штабели.

Использование современных устройств для каменной кладки актуально для современного строительства. Преимущества устройств выражаются в ускорении операций кладки, обеспечивается возможность использования менее квалифицированной рабочей силы без потерь качества готовой конструкции, повышение уровня безопасности. При осуществлении операций в рамках процесса

каменной кладки могут применяться различные инструменты и приспособления, в том числе нестандартные, такие как роботы-каменщики.

В учебно-практической лаборатории БрГТУ нами проводятся исследования по созданию и усовершенствованию мобильного роботизированного комплекса для автоматизации процесса кирпичной кладки.

а)



б)



в)



г)



а) – SAM100; б) – Fastbrick Robotics Hadrian X;
в) – In Situ Fabricator1; г) – FANUC M-10iA/12S
Рисунок 3 – Строительные роботы

Список цитированных источников

1. Ищенко, И. И. Каменные работы / И. И. Ищенко // Лань. – 2021 г. – С. 151.
2. Пугач, Е. М. Автоматизация процесса выбора системы перевязки швов кирпичной кладки вертикальных конструкций [Электронный ресурс]. / Е. М. Пугач, А. Ю. Юмашева // Строительное производство. – 2020. – № 4. – С. 71. – Дата доступа: <https://build-pro.press/upload/iblock/668/6683f9cb19226c91bc096e470b20582b.pdf>. – Дата обращения 10.04.2021.
3. Медведев, П. М. Вариативность в выборе систем перевязки швов для каменной кладки / П. М. Медведев, Е. М. Пугач // Системные технологии. – 2018. – № 1 (26). – С. 19–20. – Режим доступа: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_35007066_55908791.pdf. – Дата обращения 11.04.2021.
4. Какие бывают приспособления для кладки кирпича [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://m-strana.ru/articles/prisposoblenie-dlya-kladki-kirpicha/?utm_source=cory&utm_medium=direct&utm_campaign=cory_from_site. – Дата доступа: 11. 04. 2022.
5. Роботы-каменщики: автоматизация процесса кирпичной кладки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://os1.ru/event/9411-roboty-kamenshchiki-avtomatizatsiya-protssesa-kirpichnoy-kladki>. – Режим доступа: Дата доступа: 11. 04. 2022.