

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОБОТОВ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Аубакирова Б.М.

Казахская головная архитектурно-строительная академия, Алматы,
Республика Казахстан, aubakirova.baxyt@mail.ru

В статье рассматривается мировой опыт использования робототехники при производстве строительных работ, приведены примеры успешной замены ручного труда путем автоматизации.

Мировой опыт показывает, что на сегодняшнем рынке строительной техники появился совершенно новый класс механизмов – строительные роботы. По мнению специалистов, уже совсем скоро дистанционно управляемые машины вытеснят обычную строительную технику.

Модельный ряд современной автоматической техники достаточно широк и разнообразен, а компактные габариты и незначительный вес, позволяют им проходить стандартные дверные проемы, подниматься по лестничным маршам, без проблем перевозиться на самом обыкновенном грузовике.

Кроме того, помогают роботы в строительстве, где применение тяжелой строительной техники затруднительно или вообще невозможно, например, на краю высотных конструкций с ветхими перекрытиями и так далее.

Роботы могут оснащаться дополнительным навесным оборудованием, а отсутствие шума позволяет проводить работы, даже в ночное время суток, что способствует проведению безостановочных работ в действующих зданиях, находящихся вблизи от жилых домов (рис.1).

Еще одним достоинством роботов, является отсутствие выхлопных газов и новейшая безударная технология, которая не передает вибрации от демонтируемого элемента. Таким образом, оператор не нарушает техники безопасности и в то же время выполняет работу за целую бригаду строителей

Например, робот-штукатур, способен заменить бригаду из двадцати пяти человек, и за день выполнить работу на 500-700 квадратных метрах.



Рисунок 1 – Навесное оборудование строительных роботов для фасадных работ

В строительной индустрии роботы чаще используются для проведения строительных и подрывных работ, сноса зданий, расчистки площадок под застройку, выполнения опасных работ. Увеличить производительность труда и свести к минимуму производственный

травматизм – задача, стоящая перед специальными роботами для автоматизация строительных процессов.

Строительные роботы автоматически возводят малоэтажные здания в короткие сроки, низкую себестоимость. Практически в течение небольшого промежутка времени робот способен построить каркас двухэтажного здания.

Специальное оборудование строительных роботов выполняется из легких и малогабаритных деталей, а малые размеры и весовые характеристики подобной техники делают удобной ее транспортировку. Роботы - это маневренность, есть возможность оснащения навесным оборудованием, у них отсутствуют выхлопные газы. Оператор может работать с ними в любых условиях без нарушения техники безопасности: в узких тоннелях, подвалах, на краю высотных конструкций, рядом с ветхими перекрытиями, на реконструируемых мостах и виадуках и т.д.

К плюсам строительных роботов относится отсутствие шума, позволяющее использовать их на ночных работах в непосредственной близости от жилых домов, кроме того шумовой дискомфорт исключается даже при реконструкции помещений внутри действующих объектов.

При демонтаже элементов ветхого здания достаточно одного квалифицированного оператора, находящегося на безопасном расстоянии, чтобы управлять роботом при помощи пульта.

Роботы широко используются в ограниченных пространствах и внутри помещений, в подземном и высотном строительстве, при демонтаже и реконструкции, на свайных работах и «нулевом цикле».

Например, широко известны на рынке мировой строительной индустрии строительные роботы шведской компании Brokk, в модельном ряду которого роботы весом от 500 кг и до 4,5 тонн.

Это электрическая дистанционно управляемая машина на гусеничном ходу, с мощным манипулятором и разнообразным навесным оборудованием. По габаритам робот Brokk 400 сравним с мини-техникой, а по производительности на равных соперничает с 20-тонным экскаватором (рис.2).

Компактные габариты позволяют им проезжать через дверные проемы (робот способен проходить в стандартный дверной проем шириной 0,8 метра и высотой 1,4 метра), подниматься по лестничным пролетам в зданиях, работать в подвальных и производственных помещениях, на свайных полях, в бизнес-центрах и жилых домах. Этому способствует и то, что специальное оборудование выполняется из легких и малогабаритных деталей.

Малые размеры и весовые характеристики подобной техники делают удобной и ее транспортировку (практически на любом грузовике). Роботы могут оснащаться различным навесным оборудованием, что в сочетании с высокой маневренностью делает их порой даже более эффективными, чем технологии алмазного пиления и сверления, как по скорости выполнения работ, так и с точки зрения экономической целесообразности.

Отсутствие выхлопных газов, безударная технология, не передающая вибрацию от разрушаемого элемента, позволяет оператору работать в любых условиях, не нарушая техники безопасности: в узких тоннелях, подвалах, на краю высотных конструкций, рядом с ветхими перекрытиями, на реконструируемых мостах и виадуках.



Рисунок 2 - Строительный робот шведской компании Brokk

Современные модели роботов могут выполнять откопку, погрузку, разборку железобетонных и кирпичных конструкций, демонтаж металла, снятие слоев поверхности, бурение отверстий, перенос предметов, подрубку свай, забивание шпунтов и другие операции.

К примеру, в США созданы электроадгезионные строительные роботы, способные передвигаться по вертикальным стенам, изготовленным из любого материала. Принцип «приклеивания» к вертикальным поверхностям, заимствованный у пчелы, переносящей пыльцу растений на большие расстояния за счет прилипания ее к брюшку, лапкам, голове. Эффект сцепления различных тел при воздействии на систему внешнего электростатического поля, так называемая электроадгезия и позволяет роботам передвигаться по вертикальным поверхностям.

Японская компания Mori, планирующая использование уникальных роботов-строителей, построила небесный город Sky City 100, считающийся самым большим зданием на Земле. Это самоподъемная строительная платформа с четырьмя гидродомкратами, постепенно поднимающие ее выше по мере строительства здания. Также будут использованы гигантские компьютеризированные лифты-краны, считывающие специальный штрихкод на блоках и сами монтирующие их на нужное место согласно чертежам.

Корейские разработчики роботов работают над тем, чтобы максимально автоматизировать процесс строительства небоскребов, тем самым достигнув значительного сокращения трудозатрат. Созданные на сегодняшний день машины способны взбираться на строительные леса и конструкции, цепляясь за опоры и балки, обвиваясь вокруг них своим «телом». Оснащены они электроприводами, облегчающими вес робота, а также встроенными сенсорами и камерами и этому змееподобному роботу поручаются наиболее опасные работы, например инспекция строительных площадок.

Над совершенствованием строительных роботов постоянно идет работа – в последние годы в мире набирает обороты научно-исследовательская деятельность в области робототехники и автоматизации именно в строительстве [1].

Сегодня роботам под силу возвести коробку малоэтажного здания по монолитной технологии. На стройплощадке робот сам производит выемку грунта под фундамент, готовит бетонный раствор, организывает подачу раствора на объект и укладку в фундамент, делает стены и перекрытия. Остается лишь обеспечение бесперебойной подачи компонентов бетонной смеси и контроль работы оборудования. Отпадает надобность в монтажных и демонтажных работах по установке строительных лесов и опалубки. Рано или поздно строительные роботы смогут заняться и внутренней отделкой помещений, в частности штукатуркой и нанесением обоев из специальных материалов.

К наиболее трудоемким видам отделочных работ относятся штукатурные работы. В Полтавском инженерно-строительном институте разработан гибкий роботизированный технологический комплекс, предназначенный для осуществления малооперационной технологии однослойного оштукатуривания поверхностей с использованием

малоподвижных и быстротвердеющих растворов, а также если его перекомпоновать и для выполнения других видов отделочных работ.

Рабочий орган данного комплекса осуществляет однослойную укладку раствора на вертикальной поверхности конструкции. Между роботом, дозирующим гидравлическим растворомасосом и базовой машиной существует автоматизированная система обратной связи, его задача - создание необходимых условий по механизированному оштукатуриванию.

Несущие металлические конструкции выполняются из алюминиевых сплавов. Электрогидравлические устройства информационных, управляющих и исполнительных механизмов – это комплектные серийно выпускаемые промышленностью блоки-модули, из которых собирается свыше 70% элементов конструкции робота.

В качестве устройства для нанесения штукатурных растворов, закрепляемого в захватной части механической кисти служит рабочий орган, состоящий из рамы, вибратора и заглаживающей пластины. Осуществление процесса при использовании жестких растворов с осадкой конуса 7 см и менее возможно кратковременным их разжижением от действия вибровозбудителя, установленного на подвижной пластине, закрепляемой в проеме неподвижной рамки в одном уровне с ней и сопряженной по периметру упругим материалом, например ленточной резиной. При такой конструкции рабочего органа можно достичь значительной производительности по сравнению с применением существующей техники.

Работа робота осуществляется следующим образом - движение роботу сообщается путем включения гидромоторов, обеспечивающих передачу усилия через редукторы на ведущие колеса гусеничного хода (независимо с каждой стороны), что увеличивает маневренность и позволяет ему передвигаться в стесненных условиях. Передвижение по наклонным поверхностям или ступеням выполняется при включении гидроцилиндра, посредством которого выдвигается вперед подвижная рама. При этом под действием полиспастового механизма каретка переносит вперед центр тяжести всего корпуса. В этой связи цепной полиспаст запасован таким образом, что при выдвигении штока гидроцилиндра на величину каретка переместится. Это дает возможность роботу преодолевать проемы в основании и передвигаться по лестнице.

Компания-производитель Stanley Hydraulic Tools позиционирует своего робота для «легких разрушений» на строительной площадке. Гидравлический автоматизированный механизм с дистанционным управлением предназначен, прежде всего, для подготовки помещений внутри зданий к принципиальной реконструкции.

Робот - строитель может сравнительно быстро сломать кирпичные стены, разбирать лестничные пролеты и арматурно-бетонные конструкции небольших форм. Кроме классического отбойного молотка эта «автоматизированная игрушка для строителей» в качестве съемного оборудования может применять специальные «когти» для захвата горизонтально расположенных плит.

Еще одно полезное съемное приспособление – мощные пассатижи, которыми робот «перекусывает» арматурные прутья.

Представители компании утверждают, что на сегодняшний день их робот обладает максимальным диапазоном выполняемых работ и наибольшим количеством технологических особенностей. Это позволяет им прогнозировать спрос на своего робота на рынке. Ведь применение такого автоматизированного помощника может значительно сократить для подрядчиков время реконструкции помещений.

А теперь о применении роботов для обустройства полов промышленных зданий [2].

Известно, что промышленные полы подвергаются большим нагрузкам, быстро изнашиваются, потому их укладка должна осуществляться с соблюдением всех принятых строительных норм и правил. Большое значение для работы с полами имеет специализированное оборудование: нарезчики швов, тележки для топпинга, глубинные вибраторы, затирочные машины и др.

Прогресс не стоит на месте, и специалисты вынуждены постоянно искать новые технологические решения. Именно поэтому на рынке появилась сухая штукатурная смесь, разработанная специально для нанесения машинным способом. Ее плюсами являются свободное прохождение по шлангу (при этом не стекает по стене), более медленное схватывание (т.к. для разравнивания штукатурной смеси необходимо некоторое время), а также отличная прочность и высокая адгезия.

В идеале для данной системы нанесения требуются 3 человека, один из них работает на машине, которая набрасывает штукатурную смесь, а двое – штукатурят и затирают стены. Таким образом, время строительных работ значительно сокращается.

Главным преимуществом гипсовых растворов является низкий расход, который в 2–3 раза меньше, чем тот же показатель цементно-песчаных. Одним и тем же количеством сухой смеси можно обработать в 2, а то и в 3 раза большую поверхность. Удельный вес гипсовых материалов также в несколько раз меньший, чем у цементных, что значительно облегчает работу штукатуров, а также заметно сокращает транспортные растраты и сводит к минимуму нагрузку здания на фундамент.

Во время использования гипсовых смесей методом механизированного оштукатуривания исключается долгий и дорогостоящий этап завершающегося шпатлевания.

Подводя итог сравнительной характеристике двух типов штукатурки, можно отметить, что гипсовая дает лучший конечный результат в более короткие сроки, а самое главное – стоимость затрат на 1 м² оказывается меньше на 30–40 %.

Так как гипсовые штукатурки являются пористыми, это позволяет парам влаги, которые находятся в материале основания или же внутри помещения, постоянно проникать через штукатурный слой. В результате чего в самом здании поддерживается сбалансированный микроклимат.

Резюмируя и исходя из вышеуказанного, можно сделать вывод, что роботизация строительной индустрии значительно снижает затраты и расходы на содержание рабочей силы, сокращает сроки выполнения заданных работ, а также облегчает человеческий труд.

Литература

1. Химиченко А.А. Перспективы робототехники / А.А. Химиченко // ЭКО: Экономика и организация промышленного производства. - 2008. - №9. - С. 77-86
2. Проталинский И. О. Координация работы промышленных манипуляторов на основе сенсорной информации / И.О. Проталинский, И.А. Щербатов // Датчики и системы. - 2010. - № 8. - С. 28-31.
3. Изучение элементов робототехники в базовом курсе информатики. URL: <http://festival.1september.ru/articles/623491/>.