



Четыре эффекта роботизации производства

А. Е. Крылова

Эффективность промышленных роботов на производстве огнеупоров на практике проверена уже несколькими российскими предприятиями. Чаще всего «умные» агрегаты используются ими для автоматизации технологических процессов садки, то есть укладки вышедших из пресса на участке формовки кирпичей и других изделий на печные вагонетки с последующей выдачей укомплектованных вагонеток для отправки в печь.

Компания «ДС-Роботикс» в начале 2020 года роботизировала участок садки на АО «Сухоложский огнеупорный завод». А в 2021 году успешную реализацию этого и ряда других проектов интегратора высоко оценили эксперты аналитического центра TAdviser и Национальной ассоциации участников рынка робототехники, включив «ДС-Роботикс» в рейтинг «Крупнейшие интеграторы промышленных роботов в России».

О целях и задачах проекта роботизации производства огнеупоров, его специфике и сложностях, о результатах и перспективах тиражирования, а также как должно строиться взаимодействие заказчика и инжиниринговой компании-интегратора, мы расскажем в этой статье.

Заказчик, его проблемы и задачи

АО «Сухоложский завод огнеупоров» в этом году отметил 90-летие со дня своего вступления в строй. Тогда, в далеком 1932 году, это было первое на Урале предприятие по производству шамотных огнеупорных изделий, необходимых молодому советскому государству для индустриализации – развития черной и цветной металлургии. Из его печей выходили кирпичи, из которых складывались домны первых в СССР металлургических комбинатов, в том числе и знаменитой «Магнитки».

На протяжении всей своей истории завод постоянно внедрял и осваивал передовые технологии и оборудование для расширения спектра продукции, а также для облегчения труда работников, которые всегда были его главным достоянием.

На сегодняшний день АО «Сухоложский завод огнеупоров» входит в перечень основных производителей огнеупорных и теплоизоляционных изделий и материалов в России. Его партнерская сеть объединяет две тысячи предприятий.

«В 2016–2017 годах у нас возникла проблема с кадрами, – рассказывает Виктор Васильевич Челышев, помощник начальника огнеупорного производства по новой технике и оборудованию АО «Сухоложский завод огнеупоров», – мы не могли найти садчиков – рабочих, укладывающих формованные изделия на печные вагонетки согласно схеме садки изделий в зависимости от ассортимента, которые затем отправляются в печь. Желающие заниматься этим тяжелым, хоть и высокооплачиваемым ручным трудом, не находились».

А поскольку из процесса производства огнеупорных изделий роль садчика исключить никак нельзя, ее было решено переложить на роботизированный комплекс. Так, в 2018 году руководством завода было принято решение роботизировать садку изделий, которые прессуются на прессах СМ-1085 полусухим способом.

Помимо решения вопроса с дефицитом садчиков, у создаваемого проекта роботизации были и другие цели: сокращение на заводе рабочих мест с вредными условиями труда, уменьшение доли брака в объеме выпускаемой продукции, а также повышение производительности огнеупорного производства в целом.

«В поисках подходящего решения мы неоднократно выезжали на зарубежные предприятия, где изучали, где и как они используют роботов, собирали информацию



Челышев Виктор Васильевич, помощник начальника огнеупорного производства по новой технике и оборудованию АО «Сухоложский завод огнеупоров»

о поставщиках таких услуг в Интернете, – вспоминает В. В. Челышев, – там мы впервые узнали о компании „ДС-Роботикс“. Связались с ее специалистами и рассказали о нашей задаче».

Принципиальными для завода были производительность роботизированного комплекса (она должна была быть не ниже, чем при садке вручную) и его грузоподъемность. «У нас очень широкий ассортимент, – поясняет В. В. Челышев, – одно изделие может весить 2 кг, а другое – 30, так что робот должен работать в этом диапазоне весов. Также для нас был важен радиус действия (досягаемость) «умного» агрегата: печная вагонетка имеет достаточно крупные габариты, изделия укладываются на ней в несколько рядов по специальной схеме, и робот должен загружать ее полностью».



Михаил Вячеславович Зотов, основатель и генеральный директор ООО «ДС-Роботикс»

Нестандартный проект для опытного интегратора

Компания «ДС-Роботикс» с момента основания занимается реализацией проектов в области роботизации промышленных предприятий «под ключ»: начинает с экспертизы производства и оценки потенциала автоматизации с помощью роботов, затем разрабатывает проект, закупает оборудование, внедряет робототехнический комплекс, проводит пусконаладочные работы, вводит его в эксплуатацию и берет на себя его сервисное обслуживание.

По словам Михаила Вячеславовича Зотова, генерального директора и основателя ООО «ДС-Роботикс», техническое задание, полученное от «Сухоложского завода огнеупоров», изначально содержало в себе чертеж садки и время операции. «В процессе проработки задача существенно расширилась – с укладки огнеупоров на вагонетку до модернизации существующей технологической линии по производству этих изделий», – говорит он.

В итоге, согласно составленному совместно с заказчиком подробному ТЗ, от инженеринговой компании требовалось интегрировать высокопроизводительный роботизированный комплекс из двух роботов, обладающих техническим зрением, установить конвейерную линию, программное обеспечение для автоматизации процессов от выхода изделий из пресса на участке формовки до автоматической выдачи скомплектованных транспортных тележек и подачи их в печь.

Принимаясь за каждый новый проект в сфере роботизации, под который всегда разрабатывается индивидуальное ТЗ, специалисты компании «ДС-Роботикс» основываются на своем опыте и компетенциях. «Все проекты, разработанные компанией в течение 10 лет в разных областях, а их около

тысячи, хранятся в банке решений компании, – рассказывает М.В.Зотов, – из которого обычно, получив новый запрос, мы подбираем аналогичные проекты и актуализируем их под параметры ТЗ нового заказчика».

В случае «Сухоложского завода огнеупоров», по его словам, стандартные решения по укладке грузов не подходили, и в банке разработок компании ничего похожего не было. В России, в принципе, на тот момент не реализовывались подобные проекты.

Вызовов, вставших перед специалистами компании «ДС-Роботикс» при разработке проекта робототехнического комплекса, было очень много. В их числе М.В.Зотов называет сложную геометрию изделий и запыленность поверхностей и помещения цеха, длинный и сложный путь транспортировки кирпича от места формовки до места захвата роботом, большая номенклатура выпускаемой продукции и уникальные схемы садки под каждый типоразмер и др. Но основной сложностью была неправильная форма огнеупорных изделий, связанная с тем, что они должны обеспечивать определенную внутреннюю геометрию печи, для которой предназначены. И эти отличия геометрии каждого типа изделий, приходящих по конвейеру, необходимо было учитывать при укладке, чтобы обеспечить устойчивость при движении вагонетки в печь. Вот почему для роботизации этого процесса стандартные решения не подходили.

«Поскольку запрос от „Сухоложского завода огнеупоров“ был нестандартным, мы не сразу увидели его решение, – говорит М.В.Зотов. – Сначала требования показались невыполнимыми. Но когда мы решили попробовать и сделали черновую 3D-симуляцию, стало понятно: задача может

быть реализована. И именно тогда мы определились с маркой и типом роботов».

Роботы для замены садчиков

Для выполнения функций загрузки печной вагонетки формованными изделиями типовой робот-паллетайзер не подходил, и был выбран 6-осевой робот. Поскольку компания «ДС-Роботикс» в сфере роботизации много лет сотрудничала со шведской компанией ABB и имела опыт установки данного оборудования, в проекте для «Сухоложского завода огнеупоров» было решено использовать двух роботов нового поколения – ABB IRB 4600.

Эти промышленные роботы обладают такими важными преимуществами, как высокая точность и скорость работы.

При этом робот ABB IRB 4600 надежно защищен от негативных воздействий окружающей среды, соответствует требованиям по пыле- и влагозащищенности стандарта IP 67.

«Сухоложский завод огнеупоров» как заказчик согласился с выбором интегратора, основываясь на репутации шведско-швейцарского поставщика робота как известного производителя высококачественного оборудования. Собственно, и сегодня на этом предприятии настолько уверены в надежности роботов, что уход компании ABB с российского рынка никого не пугает.

«Для поддержания работоспособности роботам нужно своевременное техобслуживание и замена масла в установленных сроках, – комментирует В.В.Чельшев. – Конечно, как в любых сложных агрегатах, в них есть узлы и детали, которые быстро изнашиваются: это вакуумные присоски



Конвейерная линия в действии

захватов, которые „берут“ изделия: они имеют свойство истираться. Но, поскольку мы предусмотрительно создали резерв, на заводе пока их достаточно».

В будущем эти компоненты роботизированных комплексов планируется заменить российскими изделиями. Благо сегодня в России есть предприятия, которые изготавливают их по чертежам.

«Я думаю, больших проблем от ухода поставщика роботов с российского рынка у нас не будет. Нужно только найти изготовителя быстро изнашивающихся расходников на захват. А в самом агрегате, если за ним тщательно следить и своевременно производить замену масла, ничего выходящего из строя не должно», – заявляет В. В. Чельшев.



Прессовщик задает схему садки, соответствующую виду изделий

Высокая квалификация и богатый опыт – залог успешного решения

Ввиду уникальности, общий срок реализации проекта составил чуть меньше двух лет. «Потребовался почти год на предпроектную разработку, согласования и подписание договора и еще год на проектирование, закупку оборудования, производство роботизированного комплекса, пусконаладочные работы и запуск его в эксплуатацию», – вспоминает генеральный директор «ДС-Роботикс».

Над поиском нестандартного решения задач «Сухоложского завода огнеупоров» работала целая команда специалистов компании «ДС-Роботикс». В нее входили инженеры, конструкторы, программисты, руководитель проекта и генеральный конструктор и, конечно, сервисная служба, которая занималась монтажом и финальным запуском оборудования на объекте заказчика. У каждого из них была своя задача, работая над которой члены проектной команды продвигались от одного этапа проекта к следующему.

Для преодоления всех вызовов проектная команда использовала проверенные на практике подходы. По словам М. В. Зотова, последовательная проработка задач, начиная с эскизного проектирования и до детального, с параллельным программированием и симуляцией работы роботизированного комплекса позволили увидеть и решить все проблемы.

«Поскольку проект нестандартный, рабочих вопросов было много, ведь заранее все предусмотреть невозможно. Все эти вопросы гибко решались на переговорах: что-то мы корректировали, какие-то параметры мог изменить заказчик», – рассказывает он. Большим подспорьем

в решении нестандартных задач АО «Сухоложский завод огнеупоров» стала производственно-технологическая площадка компании «ДС-Роботикс». Здесь проверялись гипотезы, изготавливались отдельные элементы роботизированного комплекса, а затем весь он собирался и тестировался.

Наличие собственной производственной базы у интегратора робототехнических решений позволяет ему гарантировать, что все элементы роботизированного комплекса выполнены качественно и будут работать слаженно и эффективно.

«Роботизированный комплекс – это не просто набор оборудования, а система, которая, после установки у заказчика, в идеале должна управляться одной кнопкой «Вкл/Выкл». Вот почему мы все проекты делаем «под ключ». При этом мы каждое роботизированное решение стараемся собирать на единой платформе, чтобы было легче монтировать и гибко менять расположение оборудования в случае необходимости, без дополнительного монтажа», – отмечает М. В. Зотов. По его словам, кроме робота, любой комплекс содержит много дополнительного периферийного оборудования: захваты, оснастку, конвейеры, в данном случае и техническое зрение, а также, в соответствии с требованиями безопасности, обязательное ограждение со специальной системой защиты доступа. Возможность производства компонентов, сборки и тестирования роботизированного комплекса в сборе на своих мощностях позволяет компании «ДС-Роботикс» поставлять заказчикам проверенное, работоспособное оборудование.



Подача огнеупоров по конвейерной линии для идентификации системой технического зрения

На «Сухоложском заводе огнеупоров» собранному и отестированному на производственной площадке интегратора робототехническому решению потребовалась уже детальная донастройка на этапе пусконаладки.

Параллельно с процессом монтажа и пусконаладки проводилось обучение специалистов заказчика. Как показывает опыт компании «ДС-Роботикс», это наиболее эффективный способ показать сотрудникам, которые будут эксплуатировать робототехнический комплекс, что, где и как нужно делать. «Отдельно наши сервисные специалисты проводили обучение непосредственно операторов эксплуатации роботизированного комплекса», – констатирует М. В. Зотов.

Результаты для заказчика и для интегратора

В первые месяцы эксплуатации роботизированного комплекса на огнеупорном производстве, он полностью подтвердил ожидания в отношении качества продукции. Благодаря тому, что, захватив изделие, робот укладывает его точно на заданную высоту, доля отбитостей, сколов и других видов брака огнеупорных изделий в общем объеме продукции заметно уменьшилась. Еще один позитивный результат роботизации – рост производительности определенных видов изделий. По крупногабаритным огнеупорным изделиям он составил 50%.

Кроме того, как мы уже говорили, АО «Сухоложский завод огнеупоров» выпускает широкий ассортимент изделий. По словам В. В. Чельшева, их виды различаются по весу, объему, конфигурации, размерам,

поэтому каждый из них укладывается на печную вагонетку по своей схеме садки.

Для автоматизации каждой из них инжиниринговая компания «ДС-Роботикс» разработала специальную программу. В общей сложности получилось 68 таких программ. Нужную программу садки изделий выбирает из списка и запускает в один клик прессовщик, что не требует специальных навыков, поскольку интерфейс программ интуитивно понятный.

После этого технологическая линия работает полностью в автоматическом режиме: вагонетка выкатывается, роботы берут по одному изделию и укладывают их по определенной схеме, после чего заполненная вагонетка отправляется на обжиг в печь. «Таким образом, в результате роботизации высвободилась одна штатная единица садчика в смене, то есть на этом рабочем месте

ручной труд полностью автоматизирован», – резюмирует В. В. Чельшев.

«Внедрение роботизированного комплекса позволило достичь всех наших целей: решить кадровый вопрос, сократить количество рабочих мест с тяжелыми условиями труда, повысить качество выпускаемой продукции и увеличить производительность труда», – подводит итоги проекта Виктор Васильевич.

По его словам, роботизированный комплекс работает ежедневно по 16 часов в сутки, в двухсменном режиме, серьезных сбоев в работе «умных» агрегатов до сих пор не было и каких-то замечаний к нему нет. Техническую поддержку осуществляет «ДС-Роботикс», и при возникновении любых затруднений завод обращается на «горячую линию», специалисты которой оперативно принимают правильные решения.

Инновационная инжиниринговая компания «ДС-Роботикс» по итогам проекта добавила в свою базу еще один нестандартный проект роботизированного комплекса, полностью заменяющего человека на одном из важных участков производства огнеупоров.

«Мы получили опыт по решению новой для нас задачи, – рассказывает М. В. Зотов. – В очередной раз убедились в высоком уровне компетенций команды. По результатам этого проекта мы запустили процесс разработки комплексов под задачи роботизации производства электроники, сварки, паллетирования. На сегодняшний день уже получено два патента на изобретение, несколько еще в процессе оформления».

Проект завершен, сотрудничество продолжается

Достигнув всех целей, поставленных при инициации проекта внедрения роботизированного комплекса на прессах полусухого прессования СМ-1085, АО «Сухоложский завод огнеупоров» и компания «ДС-Роботикс» сегодня работают над повторением успеха на других участках предприятия.

«В данный момент мы совместно решаем задачу роботизировать садку на печные вагонетки изделий, которые выходят с гидравлического пресса, – рассказывает В. В. Челышев. – Сейчас мы приобретаем гидравлический пресс китайского производства и уже заключили договор с компанией «ДС-Роботикс» на разработку и внедрение роботизированного комплекса для садки изделий, полученных по этой технологии прессования. Для нового проекта уже подобран другой робот-паллетайзер. Понятно, что он будет китайским для минимизации санкционных рисков. И я думаю, что, если оборудование придет вовремя, на нашем производстве появится еще один роботизированный участок».

«Китай сегодня является одним из мировых лидеров в области технологий роботизации производства», – уточняет М. В. Зотов. – Общее количество установок там к 2021 году уже перевалило за 1 млн роботов. При этом 39% (в 2020 году по данным Shenzhen Gaogong Industry Research)

производится непосредственно в Китае. Мы изучили пятерку крупнейших производителей и уже понимаем, что у этих роботов технологическая составляющая и надежность находятся на высоком уровне».

Несмотря на то, что каждый роботизированный комплекс – это дорогостоящий агрегат, АО «Сухоложский завод огнеупоров» очень заинтересован в замене рабочих роботами для снижения доли тяжелого ручного труда на предприятии.

«У нас есть еще отделение пластического формования, там тоже есть ручная садка только не на печные, а на сушильные вагонетки, – говорит В. В. Челышев. – От его руководства тоже поступали пожелания роботизировать этот процесс, и мы уже начали приглядываться к итальянским решениям, но тут ввели санкции, из-за которых контакты с их поставщиком пришлось отложить».

По его словам, другой сдерживающий роботизацию этого отделения фактор лежит в плоскости финансов. Основные заказчики продукции АО «Сухоложский завод огнеупоров» – предприятия цветной и черной металлургии, которые сами оказались под санкциями.

Тем не менее, планомерное движение к сокращению доли ручного труда на этом предприятии будет продолжаться, а его темпы будут зависеть от состояния российской экономики в целом и крупнейших металлургических комбинатов в частности.



Роботизированный комплекс в действии