

РЕЦЕНЗИЯ

на диссертационную работу Әсембай Азат Әбілұлы на тему «Разработка моделей и алгоритмов построения робототехнических систем при роботизации литейных производств цветных металлов», представленную на соискание степени доктора PhD по специальности 6D070200 – Автоматизация и управление

1. Актуальность темы исследования и ее связь с общенаучными и общегосударственными программами (запросами практики и развития науки и техники)

Одним из приоритетных отраслей промышленности является цветная металлургия. Производство товарного свинца, цинка и магния в виде металлических чушек производится на карусельно-разливочных машинах (КРМ) или литейных конвейерах (ЛК). При работе КРМ производства товарного свинца и цинка выполняется технологическая операция (ТО) снятия оксидной пленки с поверхности металлического расплава залитого в неподвижные изложницы. При функционировании ЛК производства товарного магния необходимо выполнять ТО переброса струи магниевое расплава с одной изложницы в другую и снятия оксидной пленки с поверхности залитого в движущиеся изложницы оксидной пленки. Данные ТО выполняются вручную и характеризуются выполнением однообразных, монотонных движений, протекают во вредных для здоровья работающих производственных условиях.

Одним из путей сокращения доли ручного труда является применение для выполнения данных ТО промышленных роботов (ПР) и построения роботизированных технологических комплексов (РТК), которые состоят из отдельных роботизированных технологических ячеек (РТЯ).

Актуальность широкого внедрения элементов робототехники подчеркнута в послании Президента Республики Казахстан «Казахстанский путь – 2050: Единая цель, единые интересы, единое будущее» от 17 января 2014 года, где сказано: «В рамках второй и следующих пятилеток следует основать отрасли мобильных и мультимедийных, нано- и космических технологий, робототехники, геной инженерии, поиска и открытия энергии будущего».

2. Научные результаты в рамках требований к диссертациям (пп. 1-3 п. 5 Правил присуждения ученых степеней и паспортов соответствующих специальностей научных работников)

Тематика диссертационной работы, посвящена проблематике разработки моделей и алгоритмов построения роботизированных технологических комплексов (РТК) в цветной металлургии, сформулирована в рамках требований к диссертациям и паспорта специальности. На основе анализа производства товарного свинца, цинка и магния выявлены страты (уровни) описания технологических процессов (ТП) и технологических операций (ТО). Разработанное стратифицированное описание позволило

выявить объекты роботизации и требования к промышленным роботам (ПР) для выполнения данных ТО. Далее на основе сформированных требований разработаны модели алгоритмы выбора ПР. Наиболее сложными параметрами ПР являются геометрические параметры, в частности рабочее пространство (РП) ПР. Для описания РП ПР применены возможности математического аппарата R – функций. Это позволило разработать алгоритмы выбора модели ПР по РП. Далее на основе выбранных моделей ПР разрабатывается компоновочная схема (КС) РТК. Для упрощения этой задачи предлагается аппроксимировать элементы РТК прямоугольными цилиндрами и призмами. Это позволило разработать модели и алгоритмы построения КС при аппроксимации элементов РТК прямоугольными цилиндрами и призмами. Разработанные алгоритмы доведены до программной реализации в программной среде Delphi.

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы, 3 приложений.

Во введении обосновывается цель, актуальность исследования, решаемые задачи.

В первой главе рассмотрены вопросы производства товарного свинца и цинка на карусельно-разливочных машинах (КРМ). Также производство товарного магния на литейных конвейерах (ЛК). Предложено стратифицированное представление данного производства. Выделены 4 старты уровни описания производственных процессов. На уровне электромеханической страты, КРМ (ЛК) рассматривается как сложный механизм, имеющий электрический привод. На уровне гидрометаллургической страты рассматривается процесс разлива расплава в изложницы КРМ (ЛК). На уровне теплотехнической страты рассматривается процесс теплообмена между расплавом и изложницей. На уровне металлургической страты рассматриваются технологические режимы ведения технологических процессов производства товарного свинца, цинка и магния. Это позволило поставить задачи роботизации технологических операций производств товарного свинца, цинка и магния.

Во второй главе разработаны алгоритмы выбора модели серийно-выпускаемого промышленного робота (ПР) для роботизации заданной ТО. Выбор ПР по численным параметрам (грузоподъемность, погрешность позиционирования и т.п.) производится простым сравнением. Наиболее трудно осуществить выбор ПР по рабочему пространству (РП). В общем случае РП представляет собой достаточно сложную пространственную фигуру. Для описания РП ПР предложено применить возможности математического аппарата R -функций. С применением данного математического аппарата описаны РП ПР имеющих типовую 3-степенную кинематическую структуру. Разработан алгоритм выбора модели ПР, отличительной особенностью которого является выбор по виду РП. С применением данного алгоритма выбраны кинематические структуры ПР для роботизации ТО производств товарного свинца, цинка и магния.

В третьей главе рассмотрены вопросы построения компоновочных схем (КС) роботизированных технологических комплексов. В общем случае КС РТК представляет схематическое размещение элементов РТК на производственной площади. При этом стремятся обеспечить минимальную производственную площадь РТК. Элементы РТК не должны пересекаться друг с другом, РП ПР должен охватывать все требуемые точки позиционирования. Для практической реализации алгоритма решения этой задачи предложена аппроксимация элементов РТК прямоугольными цилиндрами. Задача минимизации производственной площади заменена на задачу минимизации суммы расстояний между ПР и технологическим и вспомогательным оборудованием (ТВО). Для решения этой задачи разработан алгоритм, представленный блок-схемой, которая реализована в виде программного продукта в программной среде Delphi. С применением данного алгоритма разработаны КС РТК производств товарного свинца, цинка и магния.

В четвертой главе рассмотрены вопросы построения КС РТК при аппроксимации её элементов прямоугольными призмами. Каждый многоугольник аппроксимирующий ПР или ТВО описывается в виде R-функции. Далее получены условия взаимного не пересечения многоугольников ПР и ТВО. Разработан алгоритм построения КС РТК при аппроксимации её элементов прямоугольными призмами. Данный алгоритм доведен до программной реализации с применением программной среды Delphi. С применением данного подхода, разработаны КС РТК производств товарного свинца, цинка и магния.

В заключении сделаны выводы по диссертационной работе. Далее приведен список литературных источников.

В приложении 1 приведены кинематические типовые структуры 3-степенных ПР, вид РП и их формализованное описание в виде R-функций. В приложении 2 приведены разработанные блок-схемы описания РП 3-степенных ПР. В приложении 3 приведен листинг основной разработанного программного продукта в программной среде Delphi.

Научные результаты, полученные в диссертационной работе Эсембай А.Э., соответствуют требованиям специальности 6D070200 – Автоматизация и управление, а также пп. 1-3 п. 5 «Правил присуждения ученых степеней».

3. Степень обоснованности и достоверности каждого результата (научного положения), вывода и заключений соискателя, сформулированных в диссертации

В диссертационной работе имеются ряд положений имеющих научную новизну, это:

- стратифицированное описание технологических процессов производства товарного свинца, цинка и магния, с учетом изменения параметров и их взаимосвязей;

- описание РП типовых 3-х степенных ПР с применением математического аппарата R-функций;

- методы определения взаимного не пересечения многоугольников, описанных с применением математического аппарата R-функций.

Помимо этого ряд предложенных разработок представляют собой и практическую значимость, это:

- алгоритмы выбора ПР по РП;
- алгоритмы построения КС РТК при аппроксимации её элементов прямоугольными цилиндрами;
- алгоритмы построения КС РТК при аппроксимации её элементов прямоугольными призмами.

4. Степень новизны каждого научного результата (положения) и вывода соискателя, сформулированных в диссертации

В диссертационной работе представлены следующие новые научные результаты:

- 1) стратифицированное описание технологических процессов производства товарного свинца, цинка и магния, с учетом изменения параметров и их взаимосвязей;
- 2) описание РП типовых 3-х степенных ПР с применением математического аппарата R-функций;
- 3) методы определения взаимного не пересечения многоугольников, описанных с применением математического аппарата R-функций.

В диссертационной работе представлены следующие новые практические результаты:

- 1) алгоритмы выбора ПР по РП;
- 2) алгоритм построения КС РТК при аппроксимации её элементов прямоугольными цилиндрами;
- 3) алгоритм построения КС РТК при аппроксимации её элементов прямоугольными призмами.

5. Оценка внутреннего единства полученных результатов

В диссертационной работе на основе анализа производства товарного свинца, цинка, магния выявлены страты (уровни) описания. С учетом всех имеющихся взаимосвязей разработано стратифицированное описание данных производств. Это позволило учесть все особенности производственных процессов и поставить задачу роботизации ручных операций. При роботизации данных производств наибольшее значение приобретают геометрические параметры ПР, в частности габариты, рабочее пространство робота. Для описания данных геометрических параметров предложено применить возможности математического аппарата R-функций. На основе этого подхода разработан алгоритм выбора модели ПР. На основе выбранной модели ПР далее разрабатывается компоновочная схема РТК. Для упрощения задачи элементы РТК аппроксимируются прямоугольными цилиндрами и призмами. Данные подходы также доведены до практической реализации. Разработанные алгоритмы доведены до реализации в виде блок-схем, программных продуктов в программной среде Delphi. Диссертация обладает внутренним единством, имеет логическую научную связность. Для решения

всех поставленных задач используется единый математический аппарат R – функций.

6. Направленность полученных соискателем результатов на решение соответствующей актуальной проблемы, теоретической и прикладной задачи

Проблема роботизации операций выполняемых операций вручную в производстве товарного свинца, цинка и магния является актуальной задачей, которое помимо экономического эффекта имеет и социальный эффект. Социальный эффект связан с решением проблемы ручного труда в опасных для здоровья работающего условий. Разработанные модели и алгоритмы выбора модели ПР. построения КС РТК могут быть применены и для роботизации других ТО Разработанные модели и алгоритмы, программные продукты используются на лабораторных и практических занятиях по дисциплинам: «Автоматизация типовых технологических процессов и производств», «Автоматизация и управление в технических системах» кафедры «Автоматизация и управление» SATBAYEV UNIVERSITY. Полученные результаты работы использованы в учебно-методических комплексах дисциплин, курсах и рабочих программах по вышеперечисленным дисциплинам.

7. Подтверждение достаточной полноты публикаций основных положений, результатов, выводов и заключения диссертации

По результатам исследований опубликованы 13 научных работ, в том числе: 1 статья опубликована в издании, входящей в международную базу данных по цитируемости Scopus, 3 статьи опубликованы в изданиях, рекомендованных комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК, 9 докладов опубликованы в материалах международных конференций.

Полученные результаты обсуждались на семинаре института Электроники и информационных технологий Люблинского технического университета (г. Люблин, Польша) во время научно-исследовательской стажировки, рассмотрены на заседаниях кафедры «Автоматизация и управление» SATBAYEV UNIVERSITY.

8. Недостатки по содержанию и оформлению диссертации

К диссертационной работе имеются следующие замечания:

- описание РП в виде логических выражений R – функций не рассмотрены вопросы изменения логических функций от увеличения числа степеней подвижности ПР;
- при разработке алгоритмов КС РТК учтены только геометрические параметры, однако не исследованы вопросы производительности РТК;
- достаточно сложно аппроксимировать элементы РТК, имеющих сложную геометрическую конфигурацию прямоугольными цилиндрами и прямоугольными призмами.

Несмотря на данные замечания, диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне и является законченной научной работой.

9. Соответствие диссертации требованиям пункта 5 Правил присуждения ученых степеней

В целом, считаю, что диссертационная работа Эсембай Азат Эбілұлы на тему: «Разработка моделей и алгоритмов построения робототехнических систем при роботизации литейных производств цветных металлов» соответствует требованиям Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН РК, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения степени доктора PhD по специальности «6D070200 – Автоматизация и управление».

Рецензент:
Заведующий кафедрой
«Автоматизация и управление»
АУЭС, к.т.н., доцент



Федоренко И.А.
13.12.2017.

Подпись Федоренко И.А. заверяю

