ОТЗЫВ

Официального рецензента по диссертации Каимова Сулеймена Талгатовича на тему «Разработка математического и программного обеспечения систем управления мобильным роботом с адаптивным исполнительным механизмом захвата, имитирующего движения руки человека», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D060300 – Механика».

1. Актуальность темы исследования в рамках требований «Правил присуждения ученых степеней». Тема диссертационной работы соответствует приоритетным направлениям развития науки и техники и посвящена разработке и созданию адаптирующегося схвата дистанционно управляемого мобильного робота для перегрузки тепловыделяющих элементов твердых радиоактивных отходов ядерного топлива атомных электростанций (АЭС). При эксплуатации АЭС образуются твердые высокорадиоактивные отходы, представляющие использованные тепловыделяющие элементы атомных реакторов. Радионуклиды, содержащиеся в твердых высокорадиоактивных отходах, губительно действуют на биосферу Земли и резко ухудшают экологию окружающей среды. Поэтому необходим безопасные технологии обращения с ними, в том числе их перегрузка из транспортного контейнера в основной для их окончательного захоронения, что требует создания надежного, безопасного захвата тепловыделяющего элемента простым адаптивным схватом дистанционно управляемого мобильного робота для их перегрузки из транспортного контейнера в для их окончательного захоронения.

2. Научные результаты в рамках требования к диссертации (Правила присуждения ученых степеней).

Диссертантом выбраны и обоснованы различные варианты структурно-кинематических схем схвата робота для перегрузки тепловыделяющих элементов. Структурно-кинематические, геометрические и динамические параметры двухфалангового и трехфалангового адаптивного схватов получены с помощью аналитических, численных и экспериментальных методов. Предложена методика повышения оценки достоверности параметров элементов конструкции адаптивного схвата определением оптимального коэффициента Калмана. 3D моделирование двухфалангового и трехфалангового схватов проведено на «Autodesk Inventor». При котором были исследованы распределения напряжений, деформаций в их конструктивных элементах. Обоснованы коэффициент запаса прочности деформации конструктивных параметров, контактные давления со стороны удерживающего зуба на наружную поверхность перегружаемого тепловыделяющего элемента при различных значениях гибких тяговых условий и различных их метрических параметров схвата. Разработана конструкция двухфалангового адаптивного схвата, на которую получено положительное решение на выдачу патента на изобретение «Механическая рука» №2019/0648.1.

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

Диссертантом на основе исследования работ предшественников установлены научно-обоснованные критерии для выбора структурных и кинематических параметров адаптивного схвата дистанционно управляемого мобильного робота для перегрузки тонкостенных цилиндрических грузов, имеющих кольцевое сечение. На основе полученных результатов им разработан математический метод и компьютерная модель выбора и обоснования геометрических, структурно-кинематических и динамических параметров адаптивного схвата для перегрузки тепловыделяющих элементов, представляющие собой тонкостенные цилиндрические объекты, учетом условий стохастической среды функционирования схвата.

На основе разработанных диссертантом математической и компьютерной модели адаптивных схватов им разработаны и созданы конструкции трехфалангового и двухфалангового адаптивных схватов дистанционно управляемого мобильного робота для перегрузки тепловыделяющего элемента из транспортного контейнера в основной контейнер для окончательного их захоронения, изготовленного из блока крепкой горной породы.

Диссертантом была разработана и создана физическая модель дистанционно управляемого мобильного робота с адаптивным схватом, успешно протестированного в лабораторных условиях для перегрузки разных форм грузов, а также разработано программное обеспечение системы дистанционного управления мобильным роботом для перегрузки тепловыделяющего элемента из транспортного контейнера в основной для их окончательного захоронения.

Полученные в диссертации научные результаты были подтверждены широкими экспериментальными исследованиями в научной лаборатории Университета Кассино (г.Кассино, Италия), являющейся одной из ведущих научных центров в мире в области робототехники и инженерии. Конструкция адаптивного трехфалангового схвата была успешно апробирована в технологии перегрузки грузов имеющих цилиндрическую и сферическую формы, на примере, перегрузки агросадоводческой продукции. Разработано и создано программное обеспечение функционирования дистанционно управляемой действующей модели мобильного робота с адаптивным схватом.

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

Соискателем выбраны и обоснованы различные варианты структурно-кинематических схем адаптивного схвата робота для перегрузки тепловыделяющих элементов. Им представлен новый математический метод по выбору и обоснованию геометрических, структурно-кинематических и динамических параметров двухфалангового и трехфалангового адаптивных схватов и их компьютерные 3D модели. Им установлены аналитические и экспериментальные их исследования по установлению зависимости между усилиями захвата тепловыделяющих элементов от геометрических

параметров двухфалангового и трехфалангового адаптивных схватов. Проведены расчеты на прочность и жесткость элементов их его конструкций. Соискателем был разработан метод повышения оценки достоверности параметров элементов конструкции адаптивного схвата определением оптимального коэффициента Калмана. Им разработана новая конструкция двухфалангового адаптивного схвата, на которую получено положительное решение на выдачу патента на изобретение. Разработано программное обеспечение для имитационного моделирования функионирования дистанционно управляемого действующего прототипа мобильного робота с адаптивным схватом для перегрузки тепловыделяющих объектов.

Разработанный и созданный диссертантом конструкция прототипа трехфалангового адаптивного схвата была протестирована в лабораторно-производственных условиях в международном научном центре в г.Кассино (Италия). Полученные докторантом полученные им эмпирические результаты были уточнены на основе разработанного им метода выбора и обоснования геометрических, структурно-кинематических и динамических параметров адаптивного схвата с учетом стохастических условий его функционирования.

Разработанный соискателем математический метод и компьютерные модели выбора и обоснования геометрических, структурно-кинематических и динамических параметров адаптивного схвата для перегрузки тепловыделяющих элементов, представляющие собой тонкостенные цилиндрические объекты, учетом условий стохастической среды функционирования схвата и созданные им конструкции трехфалангового и двухфалангового адаптивных схватов дистанционно управляемого мобильного робота для перегрузки тепловыделяющего элемента из транспортного контейнера в основной контейнер для окончательного их захоронения, изготовленного из блока крепкой горной породы, являются новыми. Кроме этого, соискателем была разработана и создана новая физическая модель дистанционно управляемого мобильного робота с адаптивным схватом, успешно протестированного в лабораторных условиях для перегрузки разных форм грузов, а также разработано программное обеспечение системы дистанционного управления мобильным роботом для их перегрузки.

5. Практическая и теоретическая значимость полученных результатов.

Полученные в работе научные результаты и сама концепция являются новыми, представляют научный и практический интерес и могут быть непосредственно применены в инжинирии и робототехнике, например, для перегрузки тепловыделяющего элемента и агро-садоводческой продукции и др. По теме диссертации опубликовано 17 научных работ в отечественных и зарубежных научных изданиях, в том числе 1 патент на изобретение и на 1 заявку получено положительное решение на выдачу патента Республики Казахстан.

По теме диссертации докторантом были опубликованы 17 работ, среди которых 3 публикации в научных изданиях, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК для публикации основных

результатов научной деятельности; 4 публикаций в научных журналах и трудах международных конференций, индексируемых базой данных Scopus; 10 публикаций в трудах зарубежных и отечественных научных конференций, 1 патент «Бульдозерное устройство» № 94197, где при его создании были использованы разработанные автором методы оценки параметров его исполнительного механизма с учетом условий стохастической среды его функционирования; получено положительное решение на выдачу патента на изобретение «Механическая рука» №2019/0648.1

6. Замечания, предложения по диссертации. По рецензируемой диссертации имеются следующие замечания:

- в математической модели обоснования параметров схвата отсутствуют параметры, характеризующие механические характеристики его привода и параметры, обеспечивающие адаптацию схвата к техническим характеристикам перегружаемого объекта;
- нет данных по точности позиционирования схвата робота.

7. Соответствие содержания диссертации в рамках требования Правил присуждения ученых степеней.

Анализируя представленную работу, опубликованные автором научные работы можно сделать вывод о том, что диссертация в основной мере написана самостоятельно. Диссертация обладает внутренним единством, все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны. Полученные результаты соответствуют поставленным в диссертации целю и задачам. Автором предложены научно-обоснованные решения по созданию адаптивного схвата дистанционно управляемого мобильного робота для перегрузки тепловыделяющего элемента из транспортного контейнера в основной для их окончательного захоронения.

Конструкция трехфалангового схвата была успешно апробирована в технологии перегрузки грузов имеющих цилиндрическую и сферическую формы, на примере, перегрузки агросадоводческой продукции. Полученные теоретические результаты были подтверждены широкими экспериментальными исследованиями, которые соискателем были проведены в Университете Кассино (г.Кассино, Италия), являющимся одним из ведущих научных учреждений в мире в области робототехники и инженерии.

Полученные в работе научные результаты являются новыми, представляют научный и практический интерес и могут быть непосредственно применены в инжинирии и робототехнике, например, для перегрузки тепловыделяющих элементов и агро-садоводческой продукции, не только в Республике Казахстан, но и в других странах мира.

На основании вышеизложенного считаю, что рецензируемое диссертационное исследование удовлетворяет всем требованиям Правил присуждения ученых степеней и рекомендует диссертационному совету принять к защите диссертационное исследование Каимова Сулеймена Талгатовича на тему «Разработка математического и программного обеспечения систем управления мобильным роботом с адаптивным исполнительным механизмом захвата, имитирующего движения руки

человека» по присуждению ученой степени доктора философии (PhD) по специальности «6D060300 – Механика»

Рецензент , д.т.н.,
профессор НАО «Алматинский
университет энергетики и связи» Иванов К.С.

