

## УТВЕРЖДАЮ

Главный конструктор –  
заместитель генерального директора  
по научной работе  
АО «ВНИИ «Сигнал»,  
к.т.н., доцент



С.И. Филиппов

«*def*» *fd* 2017 г.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Абу Махмуза Ахмада Аталлаха Салема «Модели и алгоритмы управления технологическим роботом автоматизированного комплекса гидроабразивной резки нефтепроводов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 05.02.05 – «Роботы, мехатроника и робототехнические системы»

В последние годы в России и в целом в мире растет сеть нефтепроводов и связанных с ними нефтехранилищами. В процессе эксплуатации нефтепроводов и нефтехранилищ возникает необходимость очистки резервуаров нефтехранилищ и труб нефтепроводов, врезки труб, инспекции состояния, что требует вырезания полостей больших размеров и сложной формы на основе гидроабразивной резки. Для этого предлагается использовать автоматизированные робототехнические технологические комплексы, состоящие из транспортной системы с расположенным на ней технологическим роботом (ТР) и силовой энергетической установкой гидроабразивной резки. Особенность процесса управления рабочим органом обусловлена несовпадением осей и начала систем координат объекта резания (трубы) и ТР, а также не идеальностью поверхности трубы: деформации, вмятины, сварные швы и т.п.). Поэтому актуальной задачей является создание новых алгоритмов управления технологическим роботом, парирующим эти возмущения, а также проведение компьютерного моделирования и исследование динамики и алгоритмов межкоординатной коррекции в различных режимах работы.

**К научной новизне** работы следует отнести:

- обоснована и предложена кинематическая схема технологического робота, с использованием измерительной системы в виде дифференциальной вилки;
- предложен обобщенный алгоритм управления мобильного технологического робота, основанный на частных составляющих, определяющих особенности выполнения процесса резания на всех его стадиях;
- разработан алгоритм согласования осей и систем координат объекта резания и технологического робота;
- введен комплексный показатель перпендикулярности оси струи к поверхности резания и расстояния до нее и разработан алгоритм его стабилизации при движении по технологической траектории;
- разработаны математические и компьютерные модели ТР и датчиков движения по рабочим траекториям. Проведено компьютерное моделирование и исследованы алгоритмы межкоординатной коррекции, основанной на представлении многокоординатной системы в виде вложенных контуров.

В автореферате представлены разработанные автором алгоритмы управления ТР, выполняющим операцию гидроабразивной резки трубы нефтепровода, отличающиеся от ранее известных высокой точностью согласования систем координат объекта резания и рабочего органа ТР. Кроме этого автором разработаны математические и компьютерные модели ТР для исследования динамики работы ТР и алгоритмов межкоординатной коррекции при вырезании типовых профилей.



**Практическая значимость** работы заключается в следующем:

- повышается эффективность процесса гидроабразивной резки нефтепроводов и нефтехранилищ, что обусловлено уменьшением подготовительного времени и повышением точности движения за счет применения предложенных алгоритмов управления;
- разработанные математические и компьютерные модели технологического робота и контроллеры задания управляющих воздействий могут использоваться для исследования алгоритмов и процессов управления ТР и при вырезании технологических полостей на этапе проектирования и эксплуатации;
- результаты работы используются: в ООО «ГРОТ», одном из ведущих организаций по гидроабразивной резке в РФ, и могут быть применены при создании РТК гидроабразивной резки объектов нефтепроводов и нефтехранилищ; в учебном процессе ВлГУ по направлению «Мехатроника и робототехника».

**Достоверность** полученных результатов подтверждена апробацией на международных научно-технических и научно-практических конференциях, публикациями в ведущих рецензируемых научно-технических изданиях.

**Автореферат** написан четким и грамотным языком. Стиль изложения доказательный.

**Как замечания** следует отметить:

1. Следовало бы более подробно описать алгоритмы управления рабочим органом в режимах парирования неровностей поверхности резания (трубы).
2. При описании алгоритмов межкоординатной коррекции (стр.10, 11) дана ссылка на источники возмущений, показанные на рис. 3, в то время как следовало показать рис.1.
3. Не показана процедура получения алгоритмов адаптивного управления на основе четвертой формы инвариантности.

Указанные замечания не снижают общей ценности представленной работы

#### **Выводы:**

В целом, судя по автореферату, диссертационная работа Абу Махмуза Ахмада Аталлаха Салема «Модели и алгоритмы управления технологическим роботом автоматизированного комплекса гидроабразивной резки нефтепроводов», представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена важнейшая научная проблема, имеющая большое значение для эффективности и оперативности использования технологических роботов в задачах эксплуатации нефтепроводов и нефтехранилищ. Работа отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности: 05.02.05 – «Роботы, мехатроника и робототехнические системы», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Заместитель начальника отдела, к.т.н., доцент



Д.В. Багаев

Багаев Дмитрий Викторович.

АО «Всероссийский научно-исследовательский институт «Сигнал».

Заместитель начальника отдела.

601903, Россия, Владимирская область, г. Ковров, ул. Крупской, д.57

Тел.: 84923290426; e-mail: [bagaev@vniisignal.ru](mailto:bagaev@vniisignal.ru)

Подпись Багаева Д.В. заверяю  
Начальник ОКТО



С.В. Булгаков