

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**ИЖЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**имени М.Т.Калашникова**

426069, Ижевск, ул. Студенческая, д.7;  
тел. 58-53-58, 58-88-52, 58-28-60, факс: 50-40-55  
эл.почта: [info@istu.ru](mailto:info@istu.ru)

ИжГТУ ИНН 1831032740 КПП 183101001

УФК по Удмуртской Республике  
(ОФК 26, ИжГТУ)

бюджет л/с 03073418640 р/с 40105810400000010001  
внебюджет л/с 06073418640 р/с 40503810900001000002  
в ГРКЦ НБ УДМУРТСКОЙ РЕСП.

Банка России г.Ижевск БИК 049401001  
ОКПО 02069668 ОКВЭД 80.30.1

И. 02 2014 № 01/431  
На исх. 102/02-33 от 24.01.14

ФГБОУ ВПО  
Южно-Уральский  
государственный университет (НИУ)

Ученому секретарю  
диссертационного совета  
Д 212.298.02  
д.т.н., проф. А.О.Чернявскому

454080, г. Челябинск,  
проспект им. В.И.Ленина, 76



## О Т З Ы В

ведущей организации на диссертацию **Лыкова Павла Александровича** "**Разработка гидропневмоагрегатов машин по производству микропорошков из жидких металлов**", представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности **05.04.13 – Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты**.

**Актуальность темы** определяется необходимостью разработки технологических устройств для получения металлических микропорошков, широко применяемых в современной технике – от порошковой металлургии до ракетных топлив.

Диссертационная работа Лыкова П.А. посвящена научному обоснованию гидравлических и пневматических элементов установки для получения порошков с заданными характеристиками методом распыления жидкого металла газовой струей. Это стало возможным благодаря разработанной методике расчета технологических режимов работы агрегатов установки при распылении жидких металлов газовой струей и установлению связей между параметрами процесса и характеристиками получаемого порошка.

**Новизна полученных результатов** определяется впервые проведенными теоретическими и экспериментальными исследованиями гидродинамических и газодинамических процессов, определяющих характерные параметры течения расплавленного металла по узкому каналу, распыл жидкой струи металла газовой струей, характеристики получаемого порошка.

Автором разработана оригинальная методика расчета диаграмм технологических режимов работы гидропневмоагрегатов установки по получению порошков методом распыления жидких металлов газовой струей, экспериментально установлены связи между параметрами процесса получения порошков распылением жидких металлов газовой струей (давление наддува рабочей полости плавильного агрегата, температура жидкости, расстояние между срезом канала подачи металла и срезом форсунки) и характеристиками получаемого порошка (гранулометрический состав, насыпная плотность, форма частиц).

**Обоснованность научных положений и достоверность полученных в работе результатов и выводов** обусловлены тем, что в работе использованы методы численного моделирования газовой струи в среде ANSYS CFX, методы математического моделирования гидродинамики и теплообмена при течении жидкого металла по цилиндрическому каналу. Активно использованы экспериментальные методы исследования дробления струи расплавленного металла газовой струей. При обработке эксперимента использованы положения теории вероятности и методы математической статистики. Результаты расчетов и численного моделирования удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными.



**Значимость полученных результатов для науки и производства** определяется тем, что экспериментально установлены новые связи между параметрами процесса получения порошков распылением жидких металлов газовой струей и характеристиками получаемого порошка; разработана новая методика расчета диаграмм технологических режимов работы гидропневмоагрегатов установки по получению порошков методом распыления жидких металлов газовой струей. Сформулированы требования к оборудованию для получения порошков методом распыления жидких металлов. Разработана новая установка для получения порошков с заданными характеристиками на основе метода распыления жидкого металла газовой струей. Определены режимы работы оборудования в зависимости от требований, предъявляемых к получаемым порошкам.

### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Результаты работы могут быть использованы как на действующих предприятиях по производству металлических порошков, так и при проектировании промышленных установок для производства металлических микропорошков методом распыления жидкого металла газовой струей.

### **Замечания по работе**

1. При описании процесса образования капли (с. 58) со ссылкой на [41] принято, что она образуется из цилиндрической *пряди*. Но это характерно для раздува расплава волокнистых материалов, к каковым вряд ли можно отнести металл. В [41, с. 84] это допущение сделано для упрощения расчетов. В диссертационном исследовании следовало бы (экспериментально или теоретически) доказать его справедливость.

2. При расчете охлаждения частицы использовано критериальное соотношение, в которое входит число Рейнольдса (с.60), но ничего не сказано о параметрах обдува частицы, определяющих это число. Как рассчитывалась скорость частицы относительно газа? Как учитывалось взаимодействие частиц? Как влияет концентрация частиц в потоке на процесс теплообмена?

3. В работе имеются опечатки, например, на с. 36 записано «...при повышении *распада* газовой среды...» вместо требуемого по смыслу *расхода*. На с. 32 в формуле (1.9) числитель должен быть в степени 2.

4. Не всегда корректно обращение с источниками. Например, формулы (2.32) на с. 58 не может быть в [81]. Рисунок 3.7 на с. 77, фрагменты текста на с. 32-66, 76-77 идентичны рисунку 2.9 и фрагментам текста на с. 39, 78-79 справочника [Металлические порошки и порошковые материалы. – М.: ЭКОМЕТ, 2005], не отраженного в библиографическом списке.

В целом работа написана литературным языком, грамотно, стиль изложения доказательный, графические иллюстрации наглядны и понятны.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

### **Заключение**


Диссертация Лыкова П.А. является законченной научно-исследовательской работой, в ней изложено научное обоснование технической разработки – гидропневмоагрегата для получения микропорошков из расплава металла распылением газовой струей.

Результаты работы позволяют повысить эффективность производства металлических микропорошков, широко применяемых в технике, в том числе при производстве ракетных топлив. Характер результатов работы соответствует квалификационным требованиям к кандидатским диссертациям, отраженным в п. 8 Положения ВАК, и ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности **05.04.13 – Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты**.

Отзыв обсужден на расширенном заседании кафедры «Производство машин и механизмов» "11" февраля 2014 г., протокол № 64/14.

Заведующий кафедрой «Производство машин и механизмов»

д.т.н., проф., академик АТН, академик АВН

 О.И. Шаврин

Профессор кафедры «Ракетная техника»

д.т.н., проф.

 С.Н. Храмов