

Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

«Разработка научно-технологических основ цифрового производства крупногабаритных элементов изделий из алюминиевых сплавов аддитивным электродуговым выращиванием и последующим их соединением методом сварки трением с перемешиванием»

Руководитель работ: д.т.н., проф. ИММиТ СПбПУ А.А.Попович  
Докладчик: к.т.н., Зав.ЛЛМК ИММиТ СПбПУ О.В.Панченко

## Выполненные работы

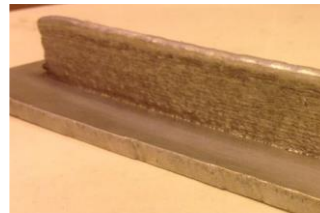
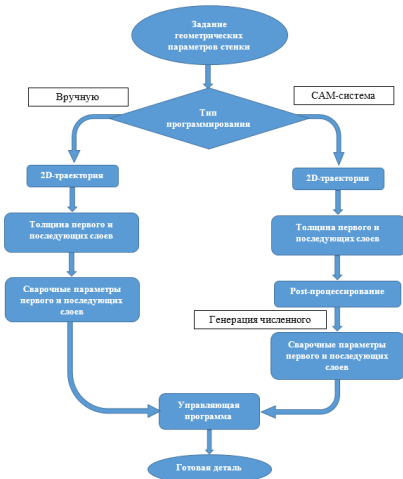
Описание результатов работ, выполненных (выполняемых) за счет средств субсидии:

1. По разработанным на первом этапе проекта методикам проведено исследование и сравнительный анализ процесса переноса материала алюминиевых сплавов систем легирования Al-Si, Al-Mg, Al-Mg-Si, Al-Mg-Mn при аддитивном электродуговом выращивании с использованием:

- Плавящегося электрода с подачей холодной проволоки без возвратного движения;
- Неплавящегося электрода с подачей горячей проволоки;
- Микроплазменного выращивания с подачей холодной проволоки;
- Плавящегося электрода с возвратным движением проволоки.

На основании анализа механических свойств, структуры и сплошности полученных с использованием разных источников и способов подачи проволоки образцов **в качестве основного метода** для разработки технологии аддитивного электродугового выращивания конструкций **выбран метод с использованием плавящимся электродом с подачей холодной проволоки без возвратного движения**, показавший наибольшую производительность, высокие механические свойства, удовлетворительную сплошность.

2. **Разработан алгоритм** выращивания двумерных конструкций методом аддитивного электродугового выращивания с использованием роботизированного сварочного комплекса.



Система легирования	Марка проволоки	Предел прочности наплавленного металла, МПа					Обозначение материала по ГОСТ	Предел прочности по ГОСТ, МПа
		MIG	TIG AC	TIG HW	PAW	CMT		
Al-Si	DT-AlSi 12	213/ 193	152/ 152	159/ 158	148/ 145	217/ 205	AK12	157 (ГОСТ 1583)
Al-Mg	СвАМг5.Н	292/ 269	288/ 284	300/ 295	290/ 282	286/ 263	АМг5	275 (ГОСТ 21631)
Al-Mg-Si	СвАМг3.Н	215/ 214	299/ 191	207/ 192	185/ 186	214/ 206	АМг3	185 (ГОСТ 21631)
Al-Mg-Mn	OK Autrod 18.22	296/ 214	314/ 309	328/ 317	316/ 305	312/ 303	АМг61	315 (ГОСТ Р 56371)



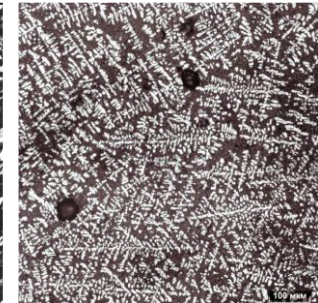
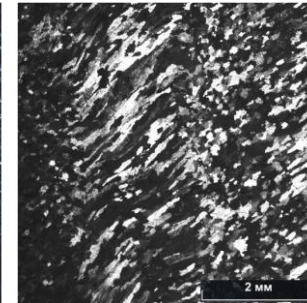
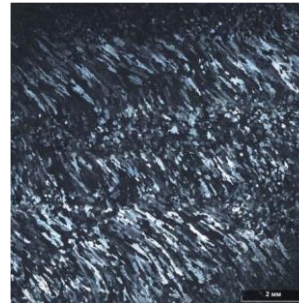
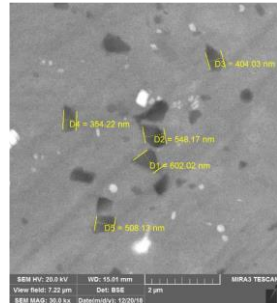
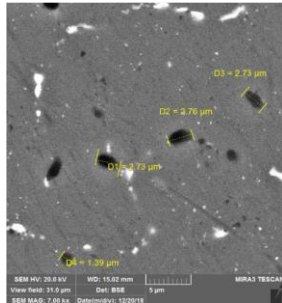
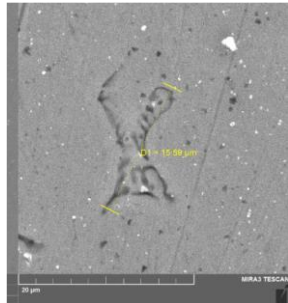
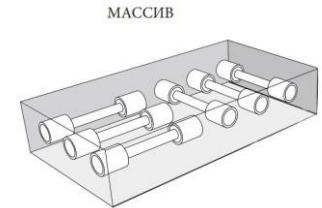
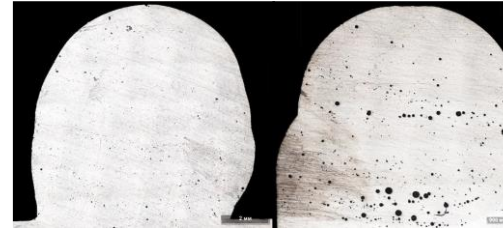
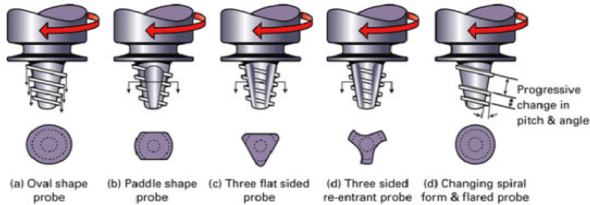
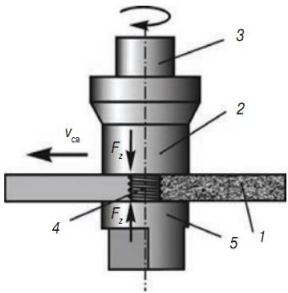
**ПОЛИТЕХ**

Санкт-Петербургский  
политехнический университет  
Петра Великого

## Выполненные работы

Описание результатов работ, выполненных (выполняемых) за счет внебюджетных средств:

1. Проведены **дополнительные патентные исследования** по тематике сварки трением с перемешиванием конструкций (инструмент для сварки, механизмы);
2. **Разработаны методики**, по которым проведены исследования влияния режимов ТО, технологических параметров аддитивного электродугового выращивания на геометрию, сплошность, структуру и свойства компактных образцов. Выявлено, что микроструктурные факторы (размер зерна и ориентация) вносят незначительный вклад в изменение механических свойств по сравнению с пористостью;
3. **Установлено, что:**
  - Механические свойства выращенного металла при использовании различных источников тепла и способов подачи проволоки не ниже заявленных в соответствующих государственных стандартах на прокат (ГОСТ 21631-76 для АМг3, АМг5 и ГОСТ 1583-93 для АМг61 в случае деформируемых сплавов) и литье (ГОСТ 1583-93 для АК12 в случае литейных);
  - При использовании неплавящегося электрода и микроплазмы в качестве источника тепла **имеется целый ряд существенных** для аддитивного электродугового выращивания **ограничений**.
4. **Разработана технологическая инструкция** по аддитивному электродуговому выращиванию двумерных конструкций.





## Показатели эффективности

№ п/ п	Наименование	Единица измерения	Значения за текущий год	
			Запланировано на текущий 2018 год	Достигнуто за отчетный период
<b>Индикаторы</b>				
1	Доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности исследователей - участников проекта, не менее	процентов	45	81
2	Объем привлеченных внебюджетных средств	млн.руб	20	20,24451079
3	Средний возраст исследователей – участников проекта, не более	лет	42	35,1
4	Число патентных заявок, поданных по результатам исследований и разработок, не менее	единиц	2	2
<b>Показатели</b>				
1	Количество использованных при проведении исследований и разработок в рамках проекта уникальных научных установок и центров коллективного пользования научным оборудованием, научное оборудование которых использовалось при проведении исследований и разработок в рамках проекта	единиц	1	1
2	Количество используемых при проведении исследований и разработок объектов зарубежной инфраструктуры сектора исследований и разработок	единиц	0	0
3	Количество мероприятий по демонстрации и популяризации результатов и достижений науки, в которых приняла участие и представила результаты проекта организация - исполнитель проекта, не менее	единиц	2	4
4	Ожидаемая аудитория мероприятий по демонстрации и популяризации результатов и достижений науки, на которых представлены результаты проекта, не менее	человек	100	54634
5	Ожидаемая интернет-аудитория мероприятий по демонстрации и популяризации результатов и достижений науки, на которых представлены результаты проекта, не менее	пользователей	150	3734
6	Число диссертаций на соискание ученых степеней, защищенных по результатам проекта	единиц	0	0
7	Число публикаций по результатам проекта в научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus или в базе данных "Сеть науки" (WEB of Science), обеспечивающем продвижение результатов проекта и расширение круга заинтересованных в использовании результатов организаций, не менее	единиц	2	2
8	Число результатов интеллектуальной деятельности и средств индивидуализации, планируемых к получению при выполнении работ и обеспечивающих возможность получателю субсидии и (или) индустриальному партнёру исключительного положения на рынках продукции (товаров, услуг) и (или) технологий, в том числе рынках Национальной технологической инициативы	единиц	1	0

### Информация в сети интернет:

<http://lwms.spbstu.ru/razrabotki/federalnaya-czelevaya-programma/>  
[http://immit.spbstu.ru/federalnaya\\_celevaya\\_programma/](http://immit.spbstu.ru/federalnaya_celevaya_programma/)  
<http://http://www.isopec.org/>  
[http://www.matscitech.org/wp-content/uploads/2018/10/pgs-i-xxii-MST18\\_web.pdf](http://www.matscitech.org/wp-content/uploads/2018/10/pgs-i-xxii-MST18_web.pdf)  
<https://www.innoprom.com/about/general-information/>



- П.3 показателей.  
- П.3 показателей.  
- П.4 и 5 показателей.