

Таблица 1 - Технические характеристики оборудования

Параметр	Значение
Габариты Ш x В x Г, мм	600 x 700 x 600
Вес, кг	98,52
Тип исполнения	настольное
Максимальная мощность ВЧ генератора, Вт	600
Частота генератора, МГц	13,56
Предельная потребляемая электрическая мощность, кВт	2,2
Электропитание	220 В, 1 ф., 50 Гц
Предельно остаточное давление в вакуумной камере, Па	0,1
Рабочее давление в камере, Па	1-100
Полезный объем вакуумной камеры, л	40
Расход плазмообразующего и технологического газов по одному каналу, л/ч	36
Количество каналов газоподачи, шт.	2
Плазмообразующие газы	Аргон, Азот

Разработка оборудования проведена в рамках НИОКР по программе «СТАРТ» при финансовой поддержке Фонда содействия инновациям по Договору (Соглашению) №1471ГС1/23456 о предоставлении гранта на проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ от 25.07.2016 г. между ООО «ПИ ВИЭС» и ФГБУ «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере».

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНЫХ
ОТЛИВОК ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ С ПОВЫШЕННЫМИ
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
НАНОПОРОШКОВ ДЛЯ КОРПУСОВ АВТОМАТИКИ И СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-
КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

Желонкин Я.О.¹, Муртазин Р.Н.², Саликеев С.И.^{1,2}, Бикташев А.А.²,
Пальцев А.В.^{1,2}, Сунгатуллин И.А.^{1,2}

¹ «Казанский национальный исследовательский технологический университет», 420015, Казань, ул.К.Маркса, 68

² ЗАО Ферри Ватт, 420087, Казань, ул. Аделя Кутуя 159.

Аннотация. Разработан эскизный проект комплекса и технологии для литья высоколегированных специальных и алюминиевых сплавов методом

вакуумной индукционной плавки, а также воздействия на расплав системы модифицирования расплавов с помощью нанопорошков и установки ультразвуковой обработки расплавов.

Abstract. Conceptual design of the complex and technology for casting high-alloyed special and aluminum alloys by the vacuum induction melting method, as well as the effect of melt modifying system by means of nanopowders and ultrasonic treatment of melts are developed.

Ключевые слова: ультразвуковая обработка расплавов, индукционная вакуумная печь, модифицирование расплавов с помощью нанопорошков

В рамках ОКР на стадии эскизный проект разработан опытный образец специального технологического оборудования для литья высоколегированных специальных и алюминиевых сплавов, предназначенный для исследования влияния на механические свойства алюминиевых литейных сплавов системы модифицирования расплавов с помощью нанопорошков и установки ультразвуковой обработки расплавов, а также технологии изготовления высокопрочных отливок.

В состав комплекса для литья высоколегированных специальных и алюминиевых сплавов входят:

- индукционная плавильная печь «ВАТТ-1300ВИП-С»;
- пульт дистанционного управления;
- система контроля футеровки тигля;
- установка для ультразвуковой обработки расплавов;
- система модифицирования расплава при помощи нанопорошков;
- анализатор (портативный рентгенофлуоресцентный) «МетЭксперт»;
- мобильный ударно-точечный маркировочный станок РМК-Эл-1120М с контроллером.

Индукционная плавильная печь «ВАТТ-1300ВИП-С» обеспечивает:

- плавное регулирование мощности на плавильном индукторе;
- регулируемой гидравлической системы поворота индукционной печи, позволяющее производить разлив требуемого количества металла порционно;
- наличие необходимых блокировок, которые обеспечивают повышенную надежность срабатывания при отклонении в работе установки;
- осуществление замера температуры расплава термпарой погружения, регистрация процесса - самозаписывающим устройством.

Технические характеристики индукционной плавильной печи указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики

№ п/п	Наименование показателей	Значение
1	Максимальная температура расплавов специальных сплавов в тигле, °С	1300
2	Вместимость тигля (по стали)	45

3	Диапазон разброса температур расплава плавильной установки, °С	±10
4	Рабочий вакуум: - на холодной печи, мм рт.ст. - при плавке, мм рт.ст.	$1 \cdot 10^{-4}$ $5 \cdot 10^{-4} - 5 \cdot 10^{-2}$
5	Особые характеристики оборудования	Наличие устройства для ввода наномодификаторов в расплав и установки ультразвуковой обработки сплавов

Установка для ультразвуковой обработки расплавов обеспечивает низкочастотную или высокочастотную ультразвуковую обработку расплавов, обеспечивая (в зависимости от предъявляемых требований) повышение жидкотекучести расплава или значительное увеличение прочностных, пластических свойств и ударной вязкости металла в готовых отливках. Установка для ультразвуковой обработки расплавов (УУОР) обеспечивает характеристики, указанные в таблице 2

Таблица 2 – Характеристики установки ультразвуковой обработки расплавов

№ п/п	Наименование показателей	Значение	
		Высоко-частотная	Низко-частотная
1	Рабочие частоты создаваемого оборудования, кГц	от 950 до 1200	22±1,65
2	Напряжение однофазной питающей сети, В	220±15	220±15
3	Режимы работы генератора - непрерывный с автоматической подстройкой частоты (АПЧ) и с автоматической стабилизацией амплитуды (АСА) механических колебаний рабочего инструмента под нагрузкой	нет	есть
4	Предел плавной регулировки мощности, Вт	нет	от 10 до 250

Система модифицирования расплава при помощи нанопорошков позволяет осуществлять дозированное введение в расплав нанопорошков в процессе плавки в виде специально подготовленных спрессованных "таблеток" нанопорошка в носителе - порошке алюминия АСД4. Разработаны методики подбора состава наномодифицирующих компонентов, расчета их концентраций, а также расчета композиции нанопорошка с микрочастицами носителя. Задачей композиции является фиксация наночастиц на менее дисперсном носителе, с последующим прессованием данной смеси в формы таблеток или прутков, которые непосредственно подаются в расплав и

исключают улетучивание компонентов на всех этапах их эксплуатации. Расчет требуемой концентрации проведен при допущении, что количество наночастиц должно быть характерно количеству зерен в единице объема сплава, что отражает основную задачу наноконфигуров сплава в назначении концентратора роста мелкозернистой структуры. Допустимая концентрация определяется исходя из регламентированного состава рассматриваемых марок сплавов АЛ23-1 и АЛ4 по ГОСТ 1583-93. Разработана технологическая цепочка операций производства наномодифицирующих пресованных изделий в виде таблеток и технические решения для подачи модификаторов в расплав.

Анализатор «МетЭксперт» обеспечивает анализ состава сырья и шихты, анализ сплавов с возможностью измерения 80 элементов, разбраковку лома, входной контроль металлов и неметаллических материалов.

Учитывая исследовательский характер работ, имеющиеся неопределенности по совместному влиянию наномодификаторов и ультразвука, особенно в диапазоне высоких частот, на свойства алюминиевых сплавов, предусмотрена возможность установки УУОР на всех возможных позициях:

- над индукционной печью;
- над ковшом (изложницей) внутри вакуумной камеры;
- над ковшом (изложницей) вне вакуумной камеры;
- над литьевой формой на позиции кристаллизации.

Также предусмотрена возможность введения наномодификаторов и их размешивание в ковше вне вакуумной камеры.

Изготовление и испытание комплекса запланировано на 2018 год.

РАЗРАБОТКА И ОСВОЕНИЕ ВЫПУСКА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТОРЦЕВЫХ УПЛОТНИТЕЛЕЙ ДЛЯ БЕЗМАСЛЯНЫХ СПИРАЛЬНЫХ ВАКУУМНЫХ НАСОСОВ

Е.Н. Капустин¹, А.А. Исаев¹, А.В. Тюрин¹, А.В. Бурмистров²

¹АО «Вакууммаш», 420054, г. Казань, ул. Тульская, 58

²Казанский национальный исследовательский технологический университет,
Россия, Республика Татарстан, 420015, г. Казань, ул. К. Маркса, 68

Аннотация. Проведен анализ влияния типа торцевого уплотнения на откачные характеристики вакуумных спиральных насосов НВСП. Приведены результаты разработанных торцевых уплотнений насосов НВСП.

Abstract. The analysis of the end sealing influence on the pumping characteristics of the vacuum scroll pumps NVSp was conducted. The results of the developed end sealing of the pumps NVSp were specified.

Ключевые слова: вакуумный спиральный насос, торцевое уплотнение, откачная характеристика.