

**Воденнікова О.С.<sup>1</sup>, Коваль М.О.<sup>2</sup>**

*(<sup>1</sup>Запорізький національний університет, м. Запоріжжя;*

*<sup>2</sup>АТ «Мотор Січ», м. Запоріжжя)*

**АНАЛІЗ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗАГОТОВОК ЗІ  
СПЛАВУ Inconel 718, ОТРИМАНИХ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ SLS**

**E-mail:** oksana\_vodennikova@ukr.net

На сьогодні впровадження адитивних технологій дає змогу зменшити масу виробів, спростити їх конструкцію, знизити витрати часу та коштів на розробку, виготовлення та їх експлуатацію [1].

Особливо актуальним є питання застосування в адитивному виробництві порошкових матеріалів з жароміцних сплавів, що обумовлено проблемами, викликаними їх складним хімічним складом, недостатньою теплопровідністю і схильністю до усадки [2]. Так широкого застосування адитивні технології знайшли при виробництві жароміцних нікелевих сплавів типу Inconel 718, Inconel 939, ЭП648ПС, ЭП648, ЭП741НП, ВЖ159 та інших.

У роботі пропонується виготовлення заготовок методом селективного лазерного спікання (SLS) на установці «EOS M400» зі сплаву Inconel 718. Зразки були піддані операції гарячого ізостатичного пресування з наступною термообробкою у відповідності до вимог ASM 5662M. У якості вихідних матеріалів використовували порошки фірми «LPW» (Великобританія).

Порівняння механічних властивостей сплаву Inconel 718 (табл. 1) в залежності від напрямлення побудови зразків з нормами ASM 5662M (для сплаву Inconel 718) та ТУ 14-1-3905-85 (для аналогічного сплаву ЭП718-ВД (ИД)) показало на значне перевищення вимог, передбачених для прутків з деформованого сплаву ЭП718-ВД (ИД). Було встановлено, що для горизонтальних зразків значення межі міцності при розтягуванні ( $\sigma_b$ ), відносного подовження після розриву ( $\delta$ ) та відносного звуження ( $\Psi$ ) вищі, ніж вертикальних зразків на 1,6%, 3,5% та 4,3% відповідно. Значення ж межі плинності умовної ( $\sigma_{0,2}$ ), ударної в'язкості (КСУ) та модуля пружності ( $\sigma_T$ ) для горизонтальних зразків навпаки нижчі вертикальних зразків на 0,7%, 16% та 2% від-

повідно. Показано, що значення твердості та діаметра відбитку як для горизонтальних, так і для вертикальних зразків однакові та складають в середньому 392 НВ та 3,08 мм відповідно.

Таблиця 1 – Механічні властивості зразків зі сплаву Inconel 718

Напрявлення побудови зразків	№ зразка	Механічні властивості при 20 °С							
		$\sigma_b$ , МПа	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\delta$ , %	$\Psi$ , %	КСУ, кДж/м <sup>2</sup>	$\sigma_T$ , МПа	Твердість, НВ	$d_{від}$ , мм
Горизонтальне ХУ	Г1	1359	1066	22,0	32,8	5,0	284942	401	3,05
	Г2	1364	1156	18,0	29,5	5,0	309890	388	3,10
	Г3	1362	1153	20,0	29,2	5,0	317010	388	3,10
Норми AMS 5662M		$\geq 1251$	$\geq 1014$	$\geq 12$	$\geq 15,0$	-	-	$\geq 331$	$\leq 3,35$
Вертикальне Z	В1	1340	1131	22,0	29,2	5,10	352500	388	3,10
	В2	1338	1139	18,0	26,0	6,80	282716	401	3,05
	В3	1339	1129	18,0	32,5	5,50	294857	338	3,10
Норми AMS 5662M		$\geq 1217$	$\geq 1014$	$\geq 10,0$	$\geq 12,0$	-	-	$\geq 331$	$\leq 3,35$
Норми ТУ 14-1-3905-85(повздовжні)		$\geq 1128$	$\geq 687$	$\geq 12,0$	$\geq 14,0$	$\geq 3,5$	196133	363-293	3,20-3,55

Жароміцні властивості циліндричних термооброблених зразків зі сплаву Inconel 718 (при температурі 650 °С та навантаженні 687 МПа) також відповідають нормам AMS 5662M: час до руйнування  $\approx$  в 4,5 разів перевищує норми AMS 5662M, при цьому значення тривалої міцності горизонтальних зразків  $\approx$  на 10% вищі, ніж вертикальних зразків.

#### Література:

1. Перспективы применения аддитивных технологий для создания деталей и узлов авиационных газотурбинных двигателей и прямоточных воздушно-реактивных двигателей / Л.А. Магеррамова, Ю.А. Ножницкий, С.А. Волков и др. *Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение*. 2019. Т 18. №3. С. 81–98.
2. Исследование структуры и свойств образцов Inconel 738, полученных методом селективного лазерного сплавления (SLS) / М.О. Дмитриева, А.А. Мельников, А.М. Головач и др. *Вектор науки Тольяттинского государственного университета*. 2020. №1(51). С. 23–31.