

Александр Анатольевич Хлыбов^{1}, Дмитрий Александрович Рябов¹, Анна Алексеевна Шуянова¹, Александр Александрович Соловьев¹*

¹Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород, Россия

**hlybov_52@mail.ru*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБРАЗЦА В DMD-ЗАГОТОВКЕ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ПОРИСТОСТЬ МАТЕРИАЛА

В данной работе рассмотрено влияние расположения образцов, вырезанных из DMD-заготовки, на пористость, механические свойства материала из аустенитной нержавеющей стали 12X18H10T.

Ключевые слова: аддитивные технологии, метод DMD, 3D печать, аустенитные нержавеющие стали, слои.

Alexander A. Khlybov, Dmitriy A. Ryabov, Anna A. Shuyanova, Alexander A. Solovev

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE SAMPLE LOCATION IN THE DMD BILLET ON THE MECHANICAL PROPERTIES AND POROSITY OF THE MATERIAL

In this paper, the influence of the arrangement of samples cut from a dmd billet on the porosity and mechanical properties of a 12Cr18Ni10Ti austenitic stainless steel material is considered.

Keywords: additive technologies, DMD method, 3D printing, austenitic stainless steels, layers.

Введение

Аддитивные технологии (от английского Additive Fabrication) – обобщенное название технологий, предполагающих изготовление изделия по данным цифровой модели (или САД-модели) методом послойного добавления (add, англ. – добавлять, отсюда и название) материала.

Получение изделия происходит послойно, шаг за шагом путем формирования (тем или иным способом) слоя материала, отверждения или фиксации этого слоя в соответствии с конфигурацией сечения САД-модели и соединения каждого последующего слоя с предыдущим. Технология DMD (Direct Metal Deposition) – сочетает в себе пять общеизвестных технологий: лазеры, САД, САМ, сенсоры и порошковую металлургию. Это метод аддитивного производства, где используются лазеры с высокой мощностью для создания трехмерных физических объектов за счет послойной плавки металлических порошков.

Технология «Bed Deposition» предполагает наличие некой платформы, на которой сначала формируют слой, а затем в этом слое выборочно отверждают строительный материал. Положение плоскости построения неизменно. При этом часть строительного материала (в данном случае – порошка) остается в созданном слое нетронутой.

Стали аустенитного класса широко применяются для изготовления различных элементов, обладающих рядом специальных свойств (теплостойкость, сопротивление коррозии) в машиностроении, энергетике, авиационно-космической, химической и пищевой промышленности, строительстве, медицине и т.д.

Одной из распространенных проблем аддитивных технологий является пористость. Пористость получаемых материалов является одним из видов дефектов, который непосредственно снижает все механические свойства, например, предел прочности.

Материалы и методика исследований

Объектом исследования являются образцы, изготовленные с помощью аддитивных технологий DMD печатью, из коррозионностойкой и жаростойкой стали 12X18H10T.

Химический состав марки стали 12X18H10T приведён в таблице 1.

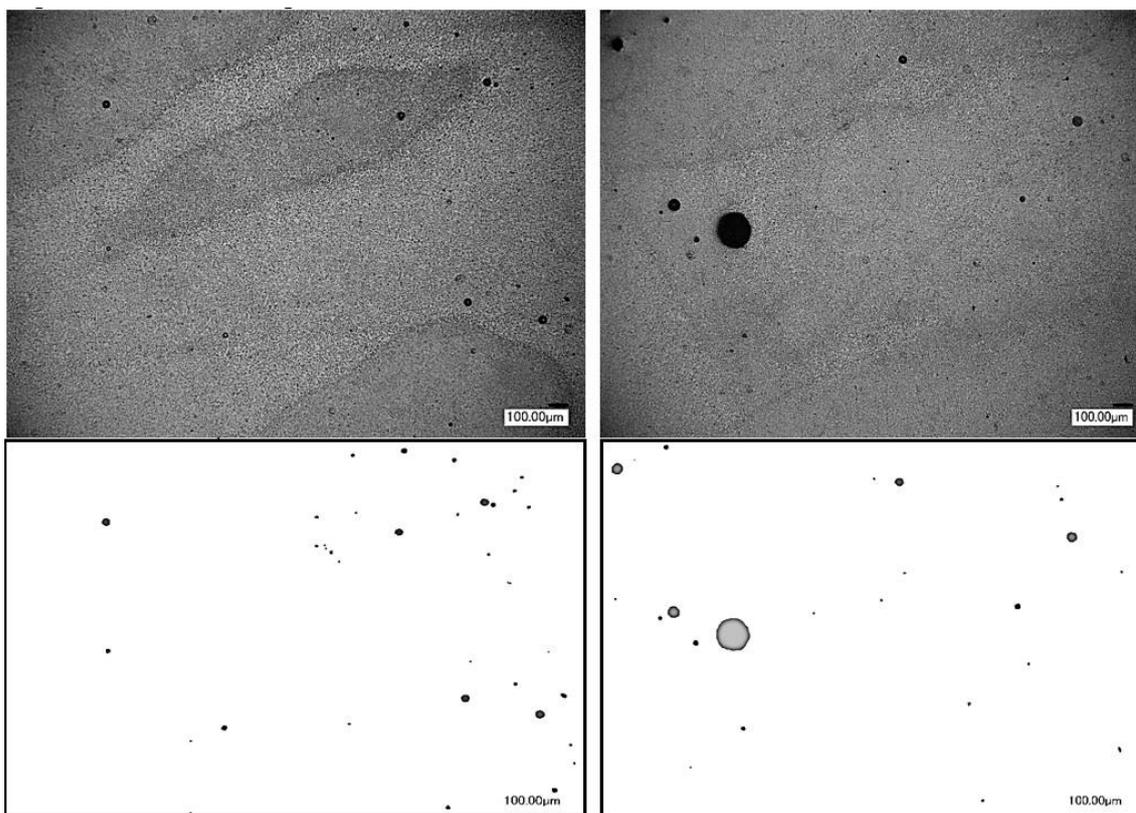
Таблица 1

Химический состав марки стали 12X18H10T

Наименование	Элементный состав (масс.,%)									
	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Ti	Fe
Сталь 12X18H10T ГОСТ 5632- 2014	до 0,12	до 0,8	до 2	9 - 11	до 0,02	до 0,035	17 - 19	до 0,3	0,6- 0,8	Ост.

Для анализа влияния пористости и оценки анизотропии физико-механических свойств материала в получаемой заготовке использовали образцы, вырезанные из внешней верхней части заготовки (образец 1.7) и образцы, вырезанные из внутренней центральной части заготовки (образец 1.3).

Результаты проведенного в программной среде Thixomet PRO анализа пористости рассматриваемых образцов показаны на рис. 1.



Образец 1.3. Объемная доля пор – 0,25 %

Образец 1.7. Объемная доля пор – 0,67 %

Рисунок 1 - Результаты цифровой оценки объемной доли пор в исследуемых образцах

Полученные в рамках работы диаграммы растяжения исследуемых образцов и внешние виды поверхностей разрушения приведены на рис. 2.

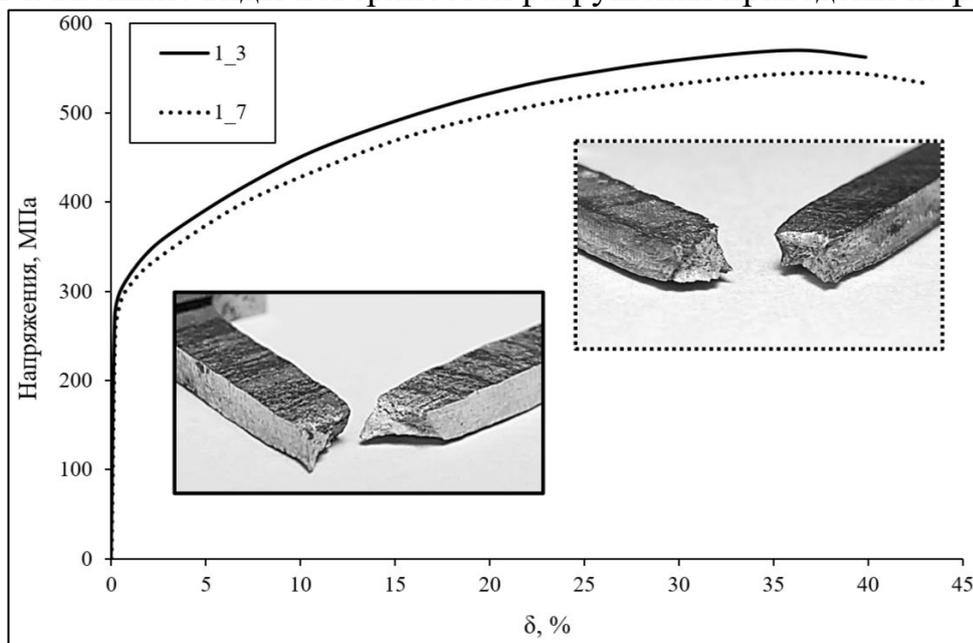


Рисунок 2 - Диаграмма растяжения образцов, изготовленных по технологии DMD под углом 90° к оси приложения нагрузки

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Зленко М.А. Аддитивные технологии в машиностроении / М.В. Нагайцев, В.М. Довбыш // пособие для инженеров.– М. ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» 2015. 220 с.
2. Савицкий В.В., Голубев А.Н., Быковский Д.И. Обзор аддитивных технологий для решения инженерных задач // Материалы докладов 51-Й Международной Научно-Технической Конференции преподавателей и студентов в двух томах. 2018. С. 306-308.
3. Дорофеев Е.П., Нудьга Д.Д. Промышленность в 3D печати: сферы применения аддитивных технологий // Ученые заметки ТОГУ. Том 9, №1. 2018. С. 720-723.
4. Гиршов В.Л., Котов С.А., Цеменко В.Н. Современные технологии в порошковой металлургии: учеб. пособие/ В.Л. Гиршов, С.А. Котов, В.Н. Цеменко.- СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2010 г.- 385 с.
5. Осколков А.А., Матвеев Е.В., Безукладников И.И., Трушников Д.Н., Кротова Е.Л. Передовые технологии аддитивного производства металлических изделий / Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. 2018. Т. 20. № 3. С. 90–104.

REFERENCES

1. Zlenko M.A. Additive technologies in mechanical engineering / M.V. Nagaytsev, V.M. Dovbysh // handbook for engineers.– M. GNTS RF FSUE "NAMI" 2015. 220 p.
2. Savitsky V.V., Golubev A.N., Bykovsky D.I. Review of additive technologies for solving engineering problems // Materials of reports of the 51st International Scientific and Technical Conference of Teachers and Students in two volumes. 2018. pp. 306-308.
3. Dorofeev E.P., Nudga D.D. Industry in 3D printing: spheres of application of additive technologies // Scientific notes of TOGU. Volume 9, No. 1. 2018. pp. 720-723.
4. Girshov V.L., Kotov S.A., Tsemenko V.N. Modern technologies in powder metallurgy: textbook. handbook/ V.L. Girshov, S.A. Kotov, V.N. Tsemenko.- St. Petersburg: Publishing House of the Polytechnic University. Unita, 2010 - 385 p.
5. Oskolkov A.A., Matveev E.V., Bezukladnikov I.I., Trushnikov D.N., Krotova E.L. Advanced technologies of additive manufacturing of metal products / Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Mechanical engineering, materials science. 2018. Vol. 20. No. 3. pp. 90-104.