

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ СОЕДИНЕНИЯ НАПЛАВЛЕННОГО НА ПОДЛОЖКУ ИЗ БЕЛОГО ЧУГУНА СЛОЯ ИЗ АЛЮМИНИЙ СОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ

*Кривенцкий С.С., Довженко Н.Н., Демченко А.И., Брунгардт М.В.,
Дубяго А.О.*

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Ключевые слова: белый чугун А05, испытания на срез наплавленных слоёв, алюминий содержащие материалы, нихром – Х20Н80, фехраль – Х23Ю5Т.

Аннотация. Проведены исследования по определению прочности соединения белого чугуна марки А05 и наплавленного слоя из алюминий содержащих материалов разных марок и составов, определены усилия на срез для наплавленных слоев с различным химическим составом при помощи специально изготовленной оснастки, выявлены образцы с наиболее высокими прочностными характеристиками.

STUDY OF THE STRENGTH OF A BOND DEPOSITED ON A SUBSTRATE MADE OF WHITE CAST IRON LAYER OF ALUMINUM-CONTAINING MATERIALS

*Krivenetsky S.S., Dovzhenko N.N., Demchenko A.I., Brungardt M.V., Dubyago A.O.
Siberian Federal University, Krasnoyarsk*

Keywords: white cast iron A05, tests on cutting deposited layers, aluminum-containing materials, ichrome – X20N80, fechrал – X23Yu5T.

Abstract. Research is presented on the strength of joints of white cast iron grade A05 and a deposited layer of aluminum-containing materials of different grades and compositions, constant cutting force for deposited layers using various chemical compositions using specially manufactured equipment, and forms with the most stable strength characteristics are determined.

Горная промышленность – совокупность отраслей производства, занимающихся разведкой и добычей полезных ископаемых, а также их первичной обработкой. Мировая добыча полезных ресурсов в год составляет около 1 млрд. тонн. Горная металлургия, как отрасль производства, играет ключевую роль в развитии страны. Добыча полезных ископаемых всегда связана с высоким износом деталей и запчастей горного оборудования, одними из наиболее распространённых материалом, применяемым в данной отрасли, являются сплавы на основе белого чугуна импортного производства, такие как А05 ISO 21988:2006 [1]. За счёт своих особых свойств данные чугуны не пригодны для термических методов сварки и наплавки [2]. В основном это происходит по двум причинам: присущая чугуну хрупкость и влияние термического цикла сварки на металлургическую структуру чугуна. Белый чугун, который очень твёрд и содержит карбиды железа, обычно считается не свариваемым [3], при это достигнуты положительные результаты в применении наплавочных материалов на основе хрома, железо, алюминия и никеля, железо, алюминия.

Целью настоящей работы является изучение напряжений среза, характеризующих прочность соединения наплавленных на белый чугун марки А05 материалов, содержащих хром, железо, алюминий и никель для оценки качества адгезии наплавленного материала.

Для проведения исследования применялся основной материал подложки А05 по ISO 21988:2006 [1]. В качестве присадочных металлов использовались проволоки диаметром 1,2 мм: AlSi-4043 ГОСТ 7871-75 [4], X20H80 (нихром) ГОСТ 10994-74 [5], X23Ю5Т ГОСТ 12776.1-90 [6] (фехраль). Наплавку проводили методом TIG в интервале сварочного тока 70-100 А, напряжение 13-15 В, скорость подачи проволоки 2 мм/сек, расход газа 10 л/мин.

Для проведения испытаний на срез подготовили 4 прямоугольных испытательных образца-подложки из материала А05 размером 25x35x10 мм, на каждый из которых наплавляли материалы: 1) X20H80; 2) X20H80 и AlSi-4043; 3) X23Ю5Т; 4) X23Ю5Т и AlSi-4043.

Испытания на срез проводили по методике СТО Газпром 2-2.2-136-2007 [7] с изготовлением необходимой оснастки, рисунок 1 б). Усилие на срез создавалось при помощи гидравлической машины РГМ-600. Для всех образцов выполнили наплавку швов со следующими параметрами: длина 15 мм, высота 3,5 мм и ширина – 6-8 мм. Для закрепления в испытательную оснастку образцы подготовили в соответствии с рисунком 1.

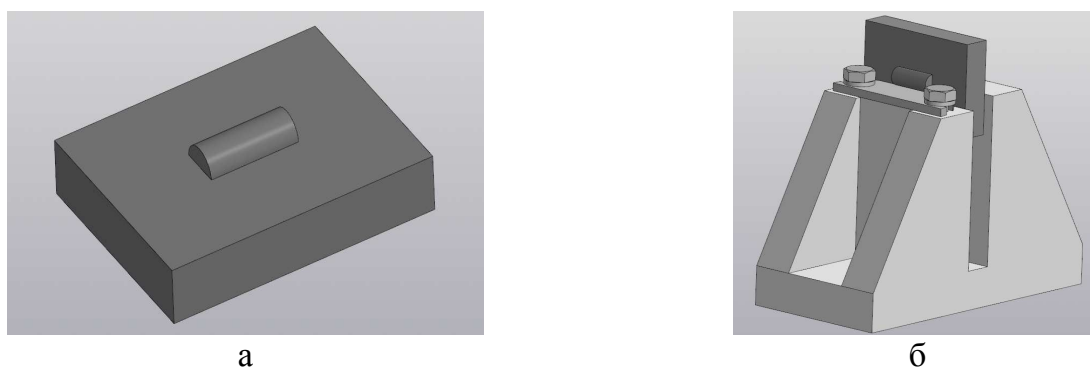


Рис. 1. а) образец для испытаний на срез, б) образец, установленный в оснастку для испытания на срез

Индикаторные диаграммы сила среза-время приведены на рисунке 2, а результаты испытаний в таблице 1.

Табл. 1. Образцы с композициями наплавленного материала и результаты испытаний на срез

№ образца	Материалы наплавки нанесённые на подложку А05	Сила среза, кН	Абсолютная деформация сдвига, мм	Напряжение среза, МПа
1	X20H80	34,826	3,5	3792,11
2	X20H80 и AlSi-4043	51,027	5,38	4167,15
3	X23Ю5Т	45,115	5,3	3684,31
4	X23Ю5Т и AlSi-4043.	36,815	3,6	2405,21

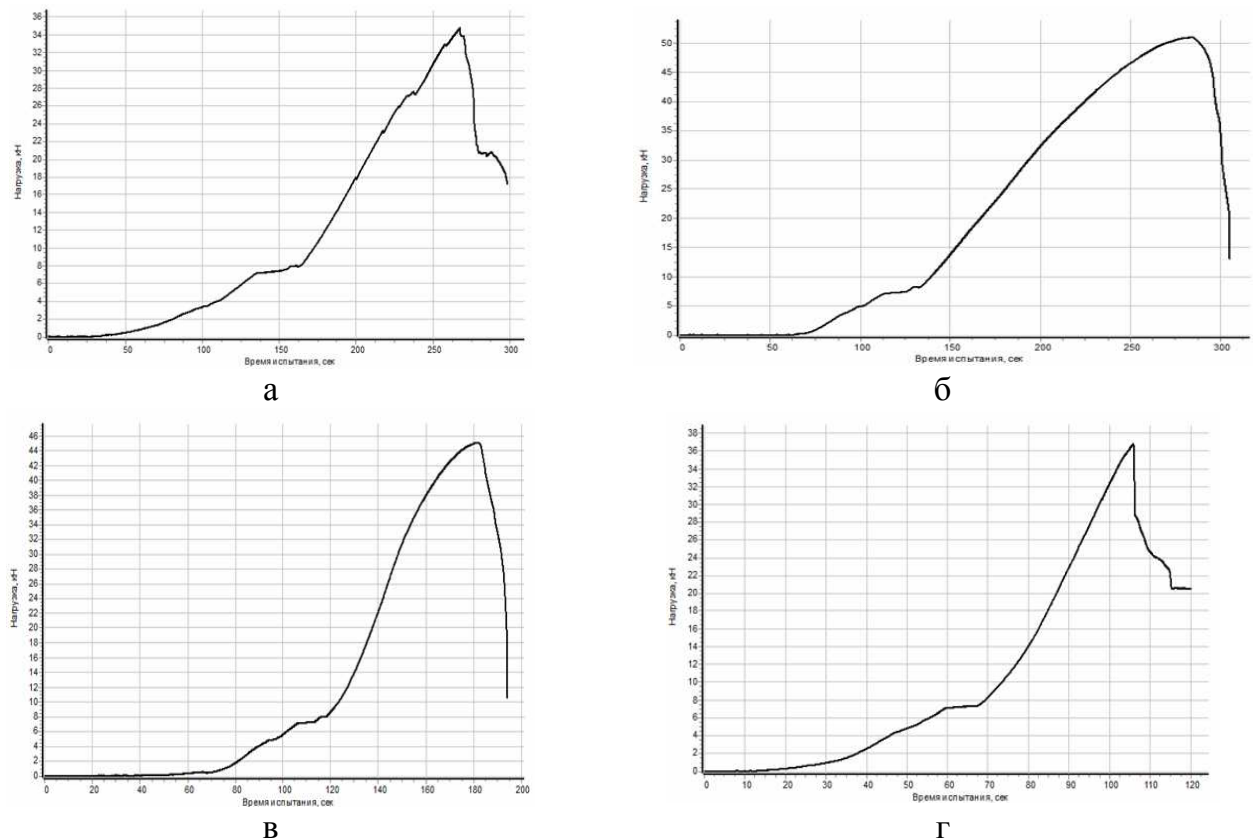


Рис. 2. Диаграммы испытания образца с наплавленным слоем: а) X20H80; б) X20H80 и AlSi-404; в) X23Ю5T; г) X23Ю5T и AlSi-404

Напряжение сопротивления срезу ($\tau_{ср}$) рассчитали в соответствии с ОСТ 1.90148-74 [8] с точностью до 0,1 кгс/мм² по формуле

$$\tau_{ср} = \frac{P_{\max}}{S_{\text{напл}}},$$

где $P_{\max}$ – сила, при которой происходит пластическая деформация материала;
 $S_{\text{напл}}$ – поперечное сечение наплавочного материала.

Испытания на срез показали, что все наплавленные образцы образует прочную связь с основой, требуется достаточно большие силы, чтобы срезать наплаваемый слой. Из всех материалов, наибольшее значение сопротивления срезку показывает 2-й образец, его состав X20H80 и AlSi-4043, наименьшую – 4-й образец, его состав X23Ю5T и AlSi-4043.

Список литературы

1. ISO 21988:2006 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iso.org/ru/standard/34784.html>.
2. Петрова Л.Г., Демин П.Е., Барабанов С.И., Малахов А.Ю. Материаловедение для инженеров. Чугуны в машиностроении: Учебное пособие. – М.: МАДИ, 2023. – 92 с.
3. Гарбер М.Е. Износостойкие белые чугуны: свойства, структура, технология, эксплуатация. – М.: Машиностроение, 2010. – 281 с.
4. ГОСТ 7871-75 Проволока сварочная из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия. Утвержден и введен в действие 01.07.1976 г.
5. ГОСТ 10994-74 Сплавы прецизионные. Межгосударственный стандарт. Утвержден и введен в действие 01.01.75.

6. ГОСТ 12776.1-90 Проволока из прецизионных сплавов с высоким электрическим сопротивлением. Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 07.02.90 N 172.
7. СТО Газпром 2-2.2-136-2007 Стандарт организации документы нормативные для проектирования, строительства и эксплуатации объектов ОАО “ГАЗПРОМ” Утвержден и введен в действие распоряжением ОАО “Газпром” от 28 июня 2007 г. № 171 с 22 сентября 2007 г.
8. ОСТ 1.90148-74 Металлы. Метод испытания на срез. Утвержден и введен в действие 01.07.1975.

Сведения об авторах:

Крименецкий Станислав Сергеевич – аспирант;

Довженко Николай Николаевич – д.т.н., профессор кафедры машиностроения;

Демченко Александр Игоревич – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой машиностроения;

Брунгардт Максим Валерьевич – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств;

Дубяго Андрей Олегович – магистрант.