

*Konovalov Sergey Valerievich¹, Doctor of Technical Sciences, Professor
Panchenko Irina Alekseevna¹, Ph.D., Associate Professor
Gostevskaya Anastasia Nikolaevna¹*

¹Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, 654007 Russia

PREDICTION OF THE FORMATION OF THE STRUCTURE AND PHASE COMPOSITION OF HIGH-ENTROPY CANTOR ALLOYS CoCrFeMnNi

High-entropy Co-Cr-Fe-Mn-Ni alloy by calculating the thermodynamic parameters (Ω , valence electron concentration (VEC), differences in atomic radii, etc.) depending on the variation in the content of iron and manganese. Based on the data obtained and the criteria for the formation of a solid solution, it is possible to predict the phase composition. In the course of the study, it was determined that the formation of the TPU phase prevails when the content of Mn $20 \leq x < 60$ at. %, and when the content of Fe $0 \leq x < 30$ at. %. The formation of a solid solution is predicted when the content of Fe and Mn $0 \leq x < 100$ at. %.

Keywords: *high-entropy alloy, Co-Cr-Fe-Mn-Ni, valence electron concentration, thermodynamic criteria.*

УДК 621.793.79

ОРГАНИЗАЦИЯ УЧАСТКА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ НАПЫЛЕНИЕМ

Пономарев Алексей Иванович, к.т.н.

(e-mail: apom2005@yandex.ru)

*Калужский филиал Московского государственного технического
университета имени Н.Э. Баумана, Калуга, Россия*

В данной статье рассматривается организация участка восстановления автомобильных деталей и рабочего места для газодинамического напыления с возможностью повторного использования порошка для напыления.

Ключевые слова: дефекты, газодинамическое напыление, порошок, очистка воздуха.

В процессе эксплуатации автомобилей надежность, заложенная в них при производстве, снижается вследствие изнашивания, коррозии, усталости и старения материалов автомобильных деталей. Отсюда возникает потребность в текущем ремонте, заключающемся, в том числе, в устранении различных дефектов деталей для поддержания автомобиля в работоспособном состоянии.

Большое количество тонкостенных деталей современных автомобилей изготавливают из сплавов алюминия. Распространенными дефектами таких деталей являются поры, раковины, сколы, мелкие трещины. Одним из оптимальных способов устранения таких дефектов может быть технология газодинамического напыления (ГДН), выгодно отличающаяся от других способов отсутствием значительного нагрева восстанавливаемых деталей и не требующая тщательной подготовки к напылению.

Технология нанесения покрытий газодинамическим напылением включает в себя нагрев сжатого газа (воздуха) от 50 до 150 градусов Цельсия, подачу его в сверхзвуковое сопло и формирование в этом сопле сверхзвукового воздушного потока. Далее в этот поток подаётся порошковый материал, ускоряется и направляется на поверхность обрабатываемого изделия [1].

В качестве порошковых материалов применяются порошки металлов, сплавов и их механические смеси с керамическими порошками, а напыленное покрытие характеризуется высокой адгезией и когезией (30-100 МПа), а также низкой пористостью (1-3%) [2]. Изменяя температурный режим и скорость подачи порошка аппарата, можно менять пористость и толщину напыляемого покрытия [3]. С целью разработки технологических рекомендаций по выбору параметров режима ГДН было проведено исследование влияния параметров режима на ширину напыляемого валика.

Исследование проводилось с помощью аппарата планирования эксперимента, позволяющего сокращать объем опытов. В качестве переменных факторов влияния были выбраны независимые и управляемые факторы: расход порошка и температура режима напыления.

Аппараты для ГДН фирмы «ДИМЕТ» имеют пять ступеней температурных режимов в интервале от 50 до 150 градусов Цельсия и позволяют изменять расход порошка в диапазоне от 0,3 до 0,6 г/с. Предварительные эксперименты по напылению валика показали, что гарантированно ровный край валика без лакун и значительных изгибов получается в пределах температурных режимов от 80 до 150 градусов Цельсия и в диапазоне значений расхода порошка от 0,45 до 0,6 г/с.

Методикой проведения данного исследования является планирование активного двухфакторного эксперимента. Матрица планирования и значения функции отклика (ширина напылённого валика в мм) с параметрами обработки экспериментальных данных приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Планирование и обработка данных активного двухфакторного эксперимента

№ опыта	X_1	X_2	X_0	X_1	X_2	Y_{j1}	Y_{j2}	Y_{j3}	\bar{Y}_j	S_y^2
1	150	0,6	+	+	+	7,7	7,9	7,4	7,66	0,04
2	80	0,6	+	-	+	6,9	7,2	7,4	7,16	0,13
3	150	0,45	+	+	-	6,9	6,8	6,4	6,7	0,01
4	80	0,45	+	-	-	5,5	5,6	5,1	5,4	0,04

Напыление единичного валика на образец из листового проката стали 40Х осуществлялось аппаратом ДИМЕТ-404, в качестве напыляемого материала использовался порошок на основе алюминия марки А-80-13, в состав которого добавлены цинк и корунд. По полученным значениям функции отклика, находились коэффициенты линейного уравнения регрессии.

В результате уравнение регрессии приняло следующий вид:
 $y = 6,625 - 0,625 \cdot x_1 - 0,875 \cdot x_2$.

Проведенный эксперимент показал, что качество напыляемого валика в значительной степени зависит от температурного режима. При температуре: 100...150 градусов Цельсия наблюдается отслоение слоя и поперечные трещины. Таким образом, рекомендуется при составлении технологических рекомендаций использовать для напыления алюминиевыми порошками температуру 80 градусов Цельсия (ступень № 3) и режим расхода порошка 0,6 г/с (как более производительный вариант), при которых обеспечивается высокое качество напыляемого валика.

Одной из перспектив развития и расширения производства автотранспортных (АТП) и автосервисных предприятий является организация слесарно-механического участка с рабочим местом для газодинамического напыления. Спроектированный для этой цели участок требует производственных помещений общей площадью 40 кв.м.

Для организации слесарно-механического участка (рис. 1) на АТП необходимо следующее оборудование: круглошлифовальный станок 1, внутришлифовальный станок 2, стеллаж секционный 3, однокривошипный пресс 4, верстак слесарный 5, настольно-сверлильный станок 6, подставка под настольное оборудование 7, пресс реечный ручной 8, стенд для ремонта топливной аппаратуры 9, стенд для ремонта электрооборудования 10, токарно-винторезный станок 11, точильный станок 12, горизонтально-фрезерный станок 13, установка газодинамического напыления 14, умывальник 15. Данный участок рассчитан на пятерых рабочих, трудящихся в одну смену. Планировка участка показана на рисунке 1.

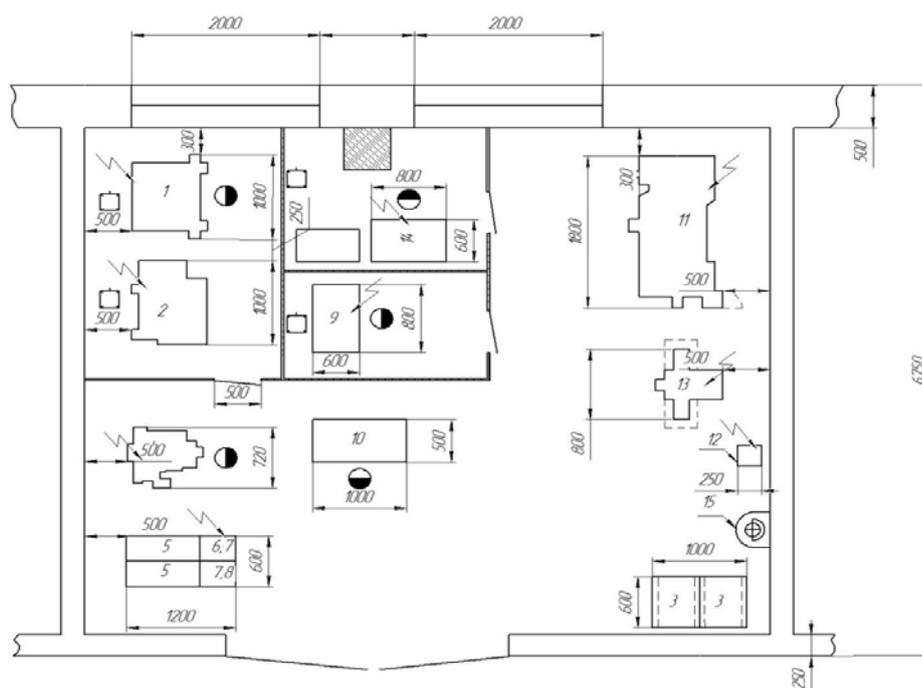


Рисунок 1 – Планировка слесарно-механического участка

Для восстановления деталей методом ГДН было разработано рабочее место с очисткой воздуха от напыляемого материала, которое показано на рисунке 2. Рабочее место состоит из следующих единиц оборудования: вакуумный насос 1, фильтр 2, стол 3, решетка 4, рама 5, гофрированный шланг 6, регулировочный винт 7, установка ГДН 8.

Разработанная конструкция рабочего места позволяет регулировать высоту положения детали на решетке для напыления с помощью регулируемой винтовой пары с трапецеидальной резьбой. Снизу к столу прикрепляется гофрированный шланг воздухоочистителя, соединенный с фильтром, который подсоединен к вакуумному насосу. Принцип действия фильтра позволяет собирать порошок для повторного использования.

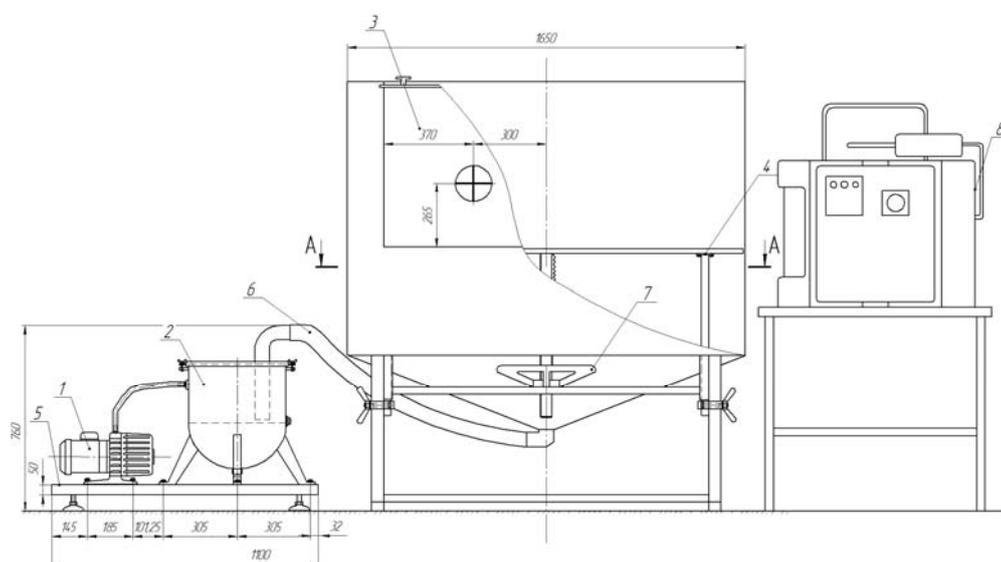


Рисунок 2 – Рабочее место для процесса газодинамического напыления

Список литературы

1. Каширин А.И., Шкодкин А.В. Газодинамическое напыление металлических покрытий — возникновение метода и его современное состояние. — Упрочняющие технологии и покрытия. 2007, № 12(36), с. 22-33
2. Холодное газодинамическое напыление. Теория и практика. / Под ред. В.М. Фомина. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 536 с.
3. Разработка технологических рекомендаций по наращиванию деталей турбин слоями малой толщины газодинамическим напылением / Пономарев А.И., Алакин В.М. // Ремонт, восстановление, модернизация. - 2019. - № 10. - С. 35-40.

Ponomarev Alexey Ivanovich, candidate of technical Sciences

(e-mail: apon2005@yandex.ru)

Kaluga Branch of Moscow State Technical University after N.E. Bauman, Kaluga, Russia

ORGANIZATION OF A WORKSHOP FOR THE RESTORATION OF AUTOMOBILE PARTS BY GAS-DYNAMIC SPRAYING

This article discusses the organization of a site for the restoration of automotive parts and a workplace for gas-dynamic spraying with the possibility of reuse of powder for spraying. The article also provides technological recommendations for choosing the modes of spraying aluminum powders.