

## **ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ И МОРФОЛОГИИ ЧАСТИЦ ПОРОШКОВОГО МАТЕРИАЛА ИЗ АЛЮМИНИЯ ДЛЯ ДЕФЕКТНЫХ ГОЛОВОК БЛОКОВ НА ПОРИСТОСТЬ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ**

**А. А. Чеха, М. А. Карavaев**

*ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»  
(г. Москва, Российская Федерация)*

***Аннотация.** В данной статье приведены результаты получения порошковых покрытий методом электроэрозионного диспергирования. Представлены этапы получения алюмосодержащего порошкового материала. Показаны зависимости влияния среднего размера напыляемых частиц, давления воздуха и расхода порошкового материала на пористость газодинамических покрытий.*

***Ключевые слова:** головка блока цилиндров; ремонт и восстановление деталей; напыление; качество.*

## **STUDIES OF THE INFLUENCE OF THE SHAPE AND MORPHOLOGY OF PARTICLES OF ALUMINUM POWDER MATERIAL FOR DEFECTIVE BLOCK HEADS ON THE POROSITY OF GAS-DYNAMIC COATINGS**

**A. A. Chekha, M. A. Karavaev**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** This article presents the results of obtaining powder coatings by electroerosive dispersion. The stages of obtaining an aluminum-containing powder material are presented. The dependences of the influence of the average size of the sprayed particles, the air pressure and the flow rate of the powder material on the porosity of gas-dynamic coatings are shown.*

***Keywords:** cylinder head; repair and restoration of parts; spraying; quality.*

Наиболее перспективным методом получения порошкового материала, используемого при восстановлении поврежденных головок цилиндров практически из любого токопроводящего мате-

риала, в том числе из алюминиевых отходов, является метод электроэрозионного диспергирования, который отличается экологичностью (отсутствие выбросов сточных вод, газов и пыли), низкие удельные энергозатраты процесса (1,5...3 кВт на производство 1 кг порошкового материала (далее – ПМ)), компактность технологического оборудования (8...10 м<sup>2</sup> на единицу) [1, 2].

Этапы получения алюмосодержащего порошкового материала, а также методики и оборудование, на котором проводились исследования свойств ПМ [3]:

- метод исследования гранулометрического состава ПМ;
- методика изучения формы и морфологии поверхности частиц ПМ;
- методика рентгеноспектрального микроанализа ПМ;
- методика проведения рентгеноструктурного анализа ПМ.

Для исследования свойств и состава алюминийсодержащих ПМ, полученных методом электроэрозионного диспергирования алюминиевых отходов в дистиллированной воде, а также покрытий, полученных методом газодинамического напыления, проведено комплексное исследование оборудования металлографическим методом (табл. 1).

**Таблица 1 – Пористость газодинамического покрытия**

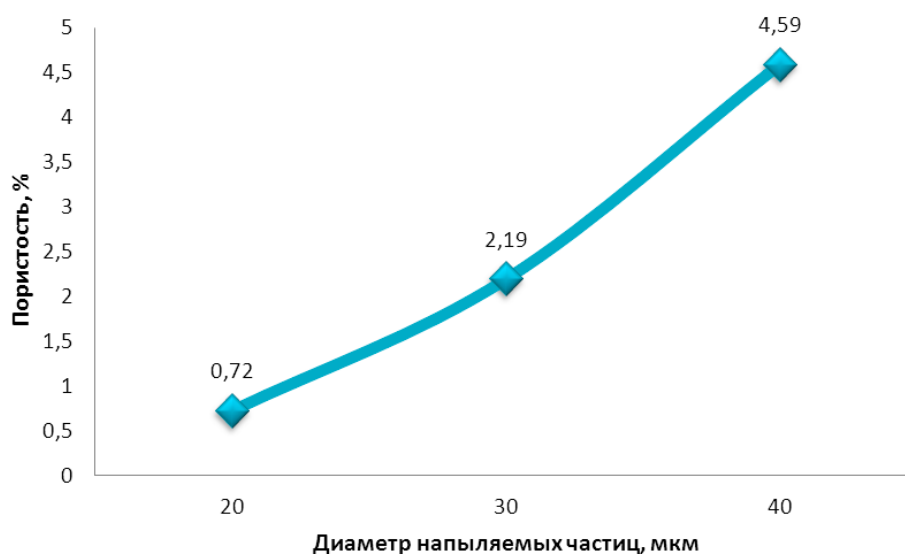
Средний диаметр напыляемых частиц, мкм	Площадь анализа, мкм <sup>2</sup>	Пористость, %	Dmin, мкм	Dmax, мкм
20	17234,2	0,72	0,1	4,4
30	17128,4	2,19	0,1	5,3
40	17407,1	4,69	0,1	6,8

Электрохимические измерения проводили на многоканальном потенциостат-гальваностате Элинс «Е-2048» (Элинс, Россия) с программным обеспечением RD2. В качестве рабочего раствора использовался 3,5 % NaCl. Электрод ESR-10101 (Ag / AgCl / KCl) использовался в качестве электрода сравнения; концентрация KCl в потенциальной полуячейке составляла 4,2 моль/дм<sup>3</sup>. Электрод сравнения был подключен к рабочему раствору через электролитический выключатель (мост). Исследуемая площадь поверхно-

сти составляла 1 см<sup>2</sup>. Объем рабочего раствора, использованного для каждой пробы, составлял 1 л. Время измерения 5 часов [4, 5].

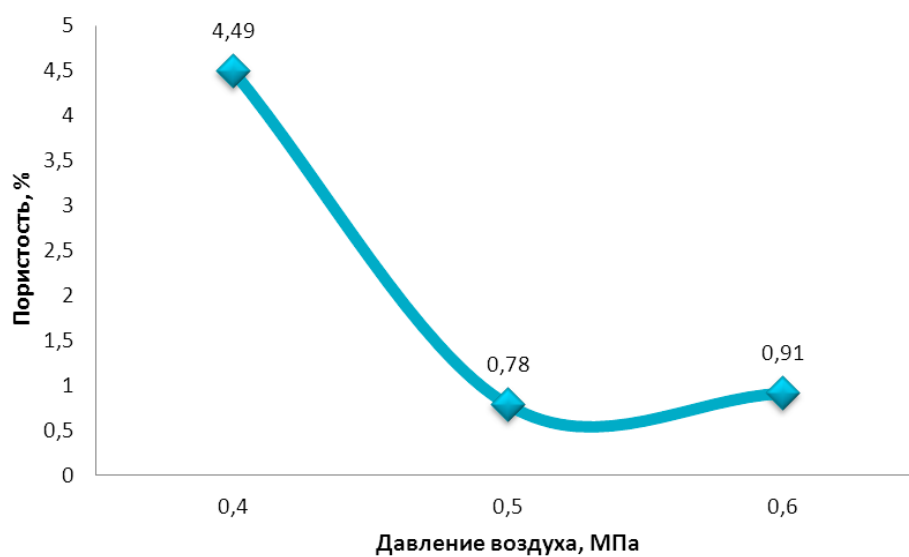
Экспериментально установлено, что пористость газодинамических покрытий при напылении с расходом порошкового материала 0,2 г/с составляет 0,69 %, при этом показано, что 93 % пор имеют размер до 1 мкм; пористость газодинамических покрытий при напылении с расходом порошкового материала 0,3 г/с составляет 1,52 %, также получено, что 87 % пор имеют размер до 1 микрона; пористость газодинамических покрытий при напылении с расходом порошкового материала 0,4 г/с составляет 4,66 %, при этом 79 % пор также имеют размер до 1 мкм [6].

Затем были построены зависимости влияния среднего размера напыляемых частиц, давления воздуха и расхода порошкового материала на пористость газодинамических покрытий (рис. 1-3).

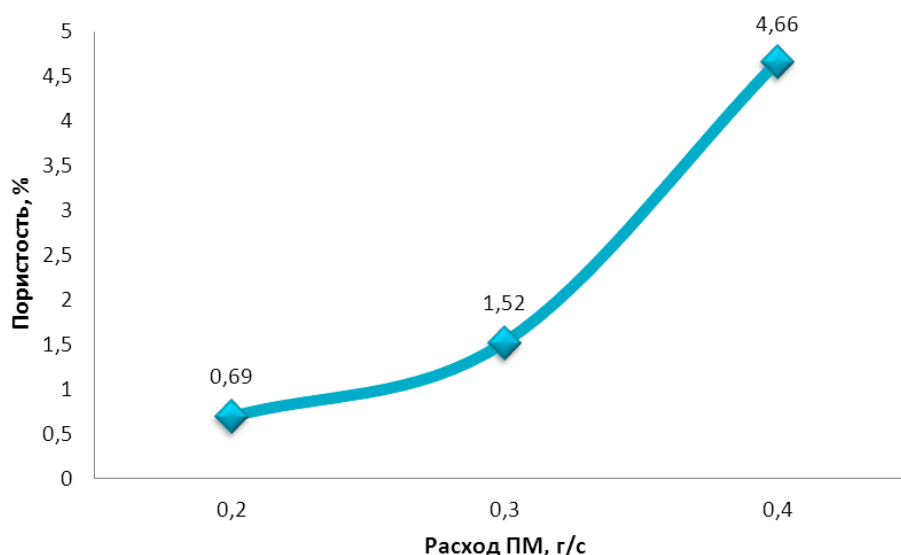


**Рисунок 1 – Влияние среднего диаметра напыляемых частиц на пористость газодинамических покрытий**

Из представленных графиков видно, что по мере увеличения среднего диаметра напыляемых частиц с 20 микрон до 40 микрон пористость покрытий увеличивается на 3,97 %. При увеличении давления воздуха с 0,4 МПа до 0,5 МПа значение пористости покрытий уменьшается на 3,71 %, а при дальнейшем увеличении давления воздуха пористость покрытий снова начинает увеличиваться [7].



**Рисунок 2 – Влияние давления воздуха установки на пористость газодинамических покрытий**



**Рисунок 3 – Влияние расхода ПМ на пористость газодинамических покрытий**

При увеличении расхода порошкового материала с 0,2 г/с до 0,4 г/с значение пористости газодинамических покрытий увеличилось на 3,97 %.

Оптимальные параметры для процесса восстановления неисправной ГБЦ методом газодинамического напыления таковы: средний размер напыляемых металлических частиц 20 мкм, давление воздуха 0,5 МПа, постоянный температурный режим и расход порошкового материала составляет 0,2 г / с.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дидманидзе О. Н., Гузалов А. С., Большаков Н. А. Современный уровень развития двигателей с газомоторной и электрической силовой установками на транспортно-тяговых средствах // Международный технико-экономический журнал. 2019. № 4. С. 52-59.
2. Гузалов А. С. Оценка технических характеристик силовых установок на базе трактора МТЗ-920 // В сб.: Автотранспортная техника XXI века. 2018. С. 77-86.
3. Тойгамбаев С. К., Гузалов А. С. Проектирование передвижного канавного подъёмника для проведения ремонтных работ // Международный технико-экономический журнал. 2020. № 4. С. 38-44.
4. Карев А. М., Пуляев Н. Н. и др. Автотранспортные процессы и системы. М. : ООО «УМЦ Триада», 2016. 94 с.
5. Логинов П. К., Ретюнский О. Ю. Способы и технологические процессы восстановления изношенных деталей. Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2010. 217 с.
6. Агеев Е. В., Новиков Е. П., Новиков А. Н. Прочностные характеристики газодинамических покрытий на головках блоков цилиндров, полученных порошковыми электроэрозионными материалами // Мир транспорта и технологических машин. 2018. № 1 (59). С. 35-42.
7. Чутчева Ю. В., Коротких Ю. С., Пуляев Н. Н. К вопросу обновления парка тракторов в Российской Федерации // Экономика сельского хозяйства России. 2020. № 5. С. 19-24.
8. Эйдис А. Л., Парлюк Е. П., Еремеев В. И. Менеджмент техники и технологии сельскохозяйственных машин. М. : ИНФРА-М, 2020. 196 с.
9. Дидманидзе О. Н., Девянин С. Н., Парлюк Е. П. Трактор сельскохозяйственный: вчера, сегодня, завтра // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. Т. 21. № 1. С. 74-85.

## REFERENCES

1. Didmanidze O. N., Guzalov A. S., Bol'shakov N. A. The modern level of development of engines with gas-engine and electric power plants on the transport and traction means. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2019, no. 4, pp. 52-59.
2. Guzalov A. S. Evaluation of the technical characteristics of power plants based on the mtz-920 tractor. *Avtotransportnaia tekhnika XXI veka*, 2018, pp. 77-86.
3. Toigambaev S. K., Guzalov A. S. Design of a mobile ditch hydraulic lift for repair work. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2020, no. 4, pp. 38-44.

4. Karev A. M., Pulyaev N. N. i dr. Road transport processes and systems. Moscow, UMTs Triada, 2016, 94 p.
5. Loginov P. K., Retiunskii O. Iu. Methods and technological processes for restoring worn parts. Tomsk, Izdatel'stvo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2010, 217 p.
6. Ageev E. V., Novikov E. P., Novikov A. N. Strength characteristics of the working surfaces of the headsets recovered by gas dynamic direction. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin*, 2018, no. 1 (59), pp. 35-42.
7. Chutcheva Yu. V., Korotkikh Yu. S., Pulyaev N. N. To the issue of tractor's renewal in the Russian Federation. *Ekonomika sel'skogo khoziaistva Rossii*, 2020, no. 5, pp. 19-24.
8. Eidis A. L., Parliuk E. P., Ereemeev V. I. Management of machinery and technology of agricultural machines. Moscow, INFRA-M, 2020, 196 p.
9. Didmanidze O. N., Devianin S. N., Parliuk E. P. Past, present, future of agricultural tractors. *Agrarnaia nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2020, vol. 21, no. 1, pp. 74-85.

***Об авторах:***

**Чеха Андрей Алексеевич**, магистр ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

**Караваяев Михаил Александрович**, магистр ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

***About the authors:***

**Andrei A. Chekha**, master's degree Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).

**Mikhail A. Karavaev**, master's degree Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).