

ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ПОРОШКОВОГО НАПЫЛЕНИЯ

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 проведён анализ способов получения покрытий и модификаций плоскости поврежденных ГБЦ. Представлены варианты использования рассмотренных операций для улучшения физико-механических свойств покрытий. Показаны основные преимущества и недостатки способов напыления. Определён вектор направления исследований.*

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

THE MAIN METHODS OF POWDER DEPOSITION

A. A. Chekha, M. A. Karavaev

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

***Abstract.** This article analyzes the methods for obtaining coatings and modifying the plane of damaged cylinder heads. The variants of using the considered operations to improve the physical and mechanical properties of coatings are presented. The main advantages and disadvantages of spraying methods are shown. The vector of the research direction is determined.*

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

Среди широкого класса методов получения покрытий и корректировки плоскости дефектных головок блоков цилиндров необходимы методы порошкового напыления - плазменный, газопламенный, детонационный и, кроме того существует разнообразие применения этих методов. Колоссальный общественный интерес к этим методам можно объяснить огромными перспективами, как с точки зрения типов распыляемых порошковых материалов, так и, насколько это возможно, с точки зрения восстановления автомобильных деталей различных размеров и форм [1].

Абсолютно для всех методов термического напыления газа существует единый индикатор того, что порошковый материал сильно нагревается и ускоряется при высокотемпературном потоке газа. В то же время по плоскости подложки распыляемый порошковый материал перемещается в виде различных мелких расплавленных частиц, которые в момент удара о подложку деформируются, при этом фиксируются путем формирования и сплошного покрытия [2].

В способах получения покрытий из порошковых материалов вероятность регулирования кинетической энергии распыляемых частиц порошкового материала значительно снижается. В этом варианте вы можете использовать следующие операции для улучшения физико-механических свойств покрытий:

- использование подслоев металлических частиц;
- модернизация качественных показателей первичной обработки плоскости изделия;
- создание контролируемой среды за счет специальной обработки покрытий;
- использование ультрадисперсных порошковых материалов и высокопроизводительных плазмотронов определенных размеров и конструкции форсунок для распыления порошкового материала;
- нагрев порошка при опрыскивании;
- использование веществ с высокой энтальпией;
- нагретые частицы порошка, распыляемые на поверхность детали автомобиля.

Тем не менее, невозможно решить многие научно-технические проблемы, возникающие в процессе разработки новейшего оборудования с использованием вышеупомянутых методов порошкового напыления. В результате исследования и разработки новейших методов производства покрытий продолжают по сей день [3].

Наиболее выгодным способом улучшения показателей качества покрытий является разработка показателей скорости контакта частиц порошка с плоскостью автомобильной детали. Одним из успешно применяемых методов с быстродействующими инди-

каторами является метод детонационно-газообразования покрытий [4].

Во время периода детонационного распыления частицы распыляемого порошка получают энергию во время периода сгорания и движения ацетилено-кислородной смеси формованной массы в основном пистолете. Детонация происходит на начальной стадии горения смеси, а затем распространяется по трубопроводу со скоростью от 2000 до 3000 м/с.

В процессе детонационного напыления температура горения смеси может повышаться до 5400 К и, кроме того, создается давление выше 90 МПа. Скорость полета частиц напыляемого порошка находится в пределах от 550 до 750 м/с, а значение температурных показателей имеет возможность повышаться до 3000 К. Напыление не имеет высокой пористости (0,5 %) и, кроме того, высокие значения адгезионной прочности (150 МПа) [5].

В процессе детонационного напыления используются металлические, композиционные, оксидно-керамические порошковые материалы. Кроме того, эти порошковые материалы не обязаны взаимодействовать с элементами сгорания. Средний размер распыляемых частиц должен быть в пределах от 10 до 50 микрон. Детонационное распыление можно использовать для создания износостойких защитных покрытий.

Аэрозольные баллончики с детонационным газом успешно применялись для упрочнения плоскостей автомобильных деталей под нагрузкой, которые могут быть изготовлены из самых разных материалов. Покрытия характеризуются значительными физико-механическими и эксплуатационными показателями. Однако при детонационном распылении используются взрывоопасные смеси. Существенным недостатком этого метода является огромная стоимость устройства, а также высокие значения шума при работе устройства.

В настоящее время широко используется метод высокоскоростного газового пламени (HVOF) [6]. При распылении этим методом ацетилен и пропилен используются в качестве загрузки, а кислород используется для окисления. Энергия, которая генерируется в процессе сгорания, передается теплу и ускорению порошка и газа. Наивысшая скорость выделяемого газа составляет

1400 м/с, а максимальная скорость выделяемых частиц составляет от 400 до 500 м/с [7].

Материал транспортируется сжатым воздухом или компонентами, образующимися при сгорании углеводородного топлива, а тепло для его нагрева получают путем сжигания пропан-бутана или ацетилена в кислороде. Частицы порошкового сплава, скоростные характеристики которого могут увеличиваться до 120 м/с, попадают в истощенную плоскость неисправной ГБЦ и образуют покрытие. На данный момент показатели расхода газа находятся в пределах от 150 до 160 м/с [8].

Хотя этот метод является энергоемким, он является очевидным успехом в области методов газотермического покрытия, но подчеркивается последовательность отрицательных условий, связанных с использованием высокотемпературного луча. Это существенно сокращает возможности этого метода. В этот момент из-за использования высокотемпературной струи распыляемый продукт значительно нагревается, что отрицательно сказывается на восстановлении дефектных головок цилиндров из алюминиевого сплава, так как плоскость соединения может деформироваться [9].

Для дальнейшего улучшения процесса газодинамического напыления поврежденных головок цилиндров можно использовать электроэрозионные материалы, содержащие алюминий, переработанный из металлолома.

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. Влияние природы наноразмерных частиц и способа смешивания на трибологические свойства порошковой стали 70П / В. С. Панов, Ж. В. Еремеева, Г. Х. Шарипзянова, Р. А. Скориков, Г. В. Михеев, Е. В. Агеев // Известия ЮЗГУ. 2014. № 6 (57). С. 8-14.
9. Полещук А. А. и др. Укрупненные нормативы себестоимости восстановления изношенных деталей тракторов двигателей и сельскохозяйственных машин. М. : ГОСНИТИ, 1985. 19 с.
10. Эйдис А. Л., Парлюк Е. П., Еремеев В. И. Менеджмент техники и технологии сельскохозяйственных машин. М. : ИНФРА-М, 2020. 196 с.
11. 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., Puliaev 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. Panov B. C., Eremeeva Zh. V., Sharipzianova G. Kh., Skorikov P. A., Mikheev G. V., Ageev E. V. The influence of nanoscale particles nature and mixing method on the tribological properties of 70p powder steel. *Izvestiia IuZGU*, 2014, no. 6 (57), pp. 8-14.

9. Poleshchuk A. A. et al. Consolidated standards for the cost of restoring worn parts of tractors engines and agricultural machines. Moscow, GOSNITI, 1985, 19 p.

8. Eidis A. L., Parliuk E. P., Eremeev 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.

10. Eidis A. L., Parliuk E. P., Eremeev V. I. Management of machinery and technology of agricultural machines. Moscow, INFRA-M, 2020, 196 p.

11. 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).