

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГОЛОВОК БЛОКА ЦИЛИНДРОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

**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 оценки эффективности использования автотракторной техники, в которой представлена необходимость своевременного проведения комплекса ремонтов и технического обслуживания головок блока цилиндров. Рассмотрены основные дефекты ГБЦ и способы их устранения, а также выявлены основные методы восстановления деталей. Показаны основные преимущества и недостатки основных методов восстановления деталей. Определён вектор направления исследования.*

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

## ANALYSIS OF MODERN METHODS OF RESTORING THE CYLINDER HEADS OF AUTOMOTIVE ENGINES

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

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

***Abstract.** This article analyzes the evaluation of the effectiveness of the use of automotive equipment, which presents the need for timely repairs and maintenance of cylinder heads. The main defects of the cylinder head and ways to eliminate them are considered, as well as the main methods of restoring parts are identified. The main advantages and disadvantages of the main methods of restoring parts are shown. The vector of the research direction is determined.*

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

Обеспечение высокой эффективности использования автотракторной техники предопределяет необходимость своевременного проведения комплекса ремонтов и технического обслужива-

ния, поддерживающих или восстанавливающих работоспособность техники по мере ухудшения ее технических свойств. Эти воздействия достигают своей цели, когда они реализуются в компаниях технического обслуживания с использованием инновационных технологий и ресурсосберегающих средств технологического оборудования.

В настоящее время одним из перспективных способов восстановления неисправных автотракторных деталей является газодинамическое покрытие [1] (далее – ГДН). Одна из проблем при использовании технологии ГДН [2] – качество применяемых порошковых материалов (далее – ПМ). Анализ современной научно-технической литературы показал, что порошковые материалы, полученные из токопроводящих отходов методом электроэрозионного диспергирования, перспективны и в промышленных масштабах не используются. Однако до настоящего времени эти материалы не использовались в технологиях восстановления ГДН [2], в том числе головки блока цилиндров.

Головка блока цилиндров автомобильного двигателя внутреннего сгорания вместе с цилиндром образует область над поршнем, в которой формируются все процессы рабочего цикла двигателя. Головка блока цилиндров выполняет работы, связанные с поступлением горючей смеси, сжатием рабочей смеси, а также выпуском выхлопных газов. Если головка блока цилиндров не функционирует должным образом, двигатель и автомобиль в целом выйдут из строя, и измеренные значения мощности уменьшатся до 30 % [3].

Чаще всего потеря мощности ГБЦ происходит из-за несоблюдения технических рекомендаций производителя [3]. Показатели источника ГБЦ в условиях эксплуатации намного ниже нормативных значений. Например, требуется капитальный ремонт ГБЦ двигателя автомобиля ЗМЗ-406 с пробегом от 150 тыс. км до 170 тыс. км, но в большинстве случаев требует ремонта ГБЦ при пробеге от 80 тыс. км до 100 тыс. км.

Анализ повреждений ГБЦ семейства КАМАЗ выявил более 10 повреждений типа выгорания сопряженных плоскостей и газовой эрозии, царапин, потертостей и сколов, которые возникают с частотой менее 0,05 (табл. 1) [4, 5]. Существующие методы устранения таких повреждений часто игнорируются из-за низкой

производительности или высоких затрат на ремонт. Если такие проблемы обнаруживаются, то ГБЦ обычно подлежит браку и замене. Возникновение этих видов отказов приводит к потере эксплуатационных характеристик из-за простоев двигателей внутреннего сгорания и оборудования.

**Таблица 1 – Основные дефекты ГБЦ и способы их устранения**

№	Наименование дефекта	Коэфф. повтор. дефекта	Основной способ устранения	Альтернативный
1	Наличие нагара и накипи на поверхности	1,0	Очистка головки цилиндров от нагара в установке с раствором солей	Абразивная очистка ПМ
2	Трещины на перемычке между клапанными гнездами	0,27	Заделка трещин постановкой стягивающей вставки	Газодинамическое напыление алюмосодержащими ПМ
3	Коробление поверхности прилегания к блоку	0,18	Шлифовать поверхность прилегания к блоку выведения отклонения от плоскости	
4	Коррозионный износ, газовая эрозия и прогар привалочных поверхностей	0,8	Браковать	Газодинамическое напыление алюмосодержащими ПМ

Обзор методов восстановления автомобильных деталей показал, что более 65 % дефектных автомобильных деталей восстанавливаются с использованием современных методов – напыления, наплавки и сварки [6]. В результате необходимо проанализировать данные и определить направление исследования.

Процесс сварки деталей из алюминиевых сплавов очень затруднен из-за следующих факторов: недостаточная легируемость алюминиевого сплава из-за образования на его поверхности тугоплавкой оксидной оболочки  $Al_2O_3$ ; если алюминиевый сплав нагреть до 400...450 °С, то он в значительной степени теряет свои прочностные характеристики; высокая температура плавления

глинозема (2040 °С) и низкая температура плавления алюминия (649 °С) усложняют управление процессом сварки [7].

Наряду с явным прогрессом в области газотермических методов наплавки покрытий выделяется череда отрицательных условий, связанных с применением высокотемпературного пучка. Это существенно сокращает возможности этого метода. В момент движения порошкового материала в высокотемпературном потоке возможны значительные изменения его свойств, что не позволяет обеспечить желаемые свойства покрытий. Это также затрудняет формирование композиционных покрытий из смеси порошковых материалов, которые имеют разные химические и физические свойства. При формировании покрытий геотермальными методами нельзя использовать частицы размером менее 11 микрон, поскольку эти порошковые материалы полностью испаряются. В результате использования высокотемпературной струи происходит значительный нагрев распыляемого продукта, что отрицательно сказывается на восстановлении неисправных головок блока цилиндров из алюминиевого сплава, так как плоскость стыка может деформироваться [8].

Проводя литературный обзор было установлено, что газодинамическое напыление является наиболее многообещающим методом восстановления неисправных головок блока цилиндров. Высокоскоростное газодинамическое напыление является конкурентом и ближайшим аналогом детонационного напыления. В условиях высокоскоростного распыления материал концентрируется около оси луча. Угол расходимости сверхзвуковых потоков, состоящих из двух фаз, меньше угла дозвуковых потоков и составляет от 4 до 6°. Это способствует уменьшению диаметра напыляемой поверхности, а также значительно экономичному использованию частиц порошка. Коэффициент нанесения частиц порошка составляет 0,85, хотя для классического электрического напыления он составляет 0,75 [9].

На основании проведенного анализа можно сделать вывод о том, что наиболее перспективным способом является напыление. Однако основные марки порошковых материалов применяемых при восстановлении дефектных автомобильных деталей способом газодинамического напыления не полностью удовлетворяют по равномерности их распределения. Поэтому для совершенство-

вания процесса газодинамического напыления дефектных головок блоков цилиндров необходимо определиться с порошковыми материалами для напыления.

## 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. Методика определения сроков и стоимости реализации инновационного проекта / В. И. Нечаев, О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, А. Л. Эйдис. М. : ООО «Триада», 2012. 20 с.

## 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. Panov B. C., Ereemeeva 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. Nechaev V. I., Didmanidze O. N., Parliuk E. P., Eidis A. L. Methodology for determining the terms and cost of implementing an innovation project. Moscow, Triada, 2012, 20 p.

***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).