

4. Technology of Hardening Plowshares by Electrocontact Welding Using Waste from Tool Production / R. Latypov, A. Serov, N. Serov, O. Chekha // Smart Innovation, Systems and Technologies. – 2022. – Vol. 247. – P. 197-203.

5. Утилизация отходов машиностроения и металлургии при упрочнении и восстановлении деталей машин. Часть 1 / Р. А. Латыпов, А. В. Серов, Н. В. Серов, И. Ю. Игнаткин // Металлург. – 2021. – № 5. – С. 81-87.

6. Серов, Н. В. Утилизация как метод упрочнения рабочих органов машин / Н. В. Серов, А. В. Серов // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева : Сборник статей, Москва, 05–07 июня 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 566-570.

7. Расчетно-экспериментальная оценка сопротивления зоны соединения при электроконтактной приварке с использованием промежуточного слоя / А. В. Серов, Р. А. Латыпов, Н. В. Серов, В. В. Чернов // Электрометаллургия. – 2024. – № 5. – С. 19-30.

УДК 621.793.79, 621.793.09

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРИВАЛОЧНОЙ ПЛОСКОСТИ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ ХОЛОДНЫМ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ НАПЫЛЕНИЕМ

Шихранов Никита Сергеевич, Магистр 2 года кафедры «Технологии обработки материалов», Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, nikitashikhranov@yandex.ru

Аннотация: *проведён анализ дефектов характерных для привалочных плоскостей блоков цилиндров двигателей внутреннего сгорания КамАЗ, рассмотрена возможность применения холодного газодинамического напыления для их устранения, а также режимы последующей механической обработки обеспечивающие требуемую шероховатость и экономичность.*

Ключевые слов: *ХГДН, восстановление, обработка, шероховатость.*

Надёжность агрегатов сельскохозяйственных и грузовых машин, особенно в периоды сезонных работ ограниченных во времени? имеет критическое значение для продовольственной безопасности страны [1-2]. Ключевым агрегатом энергосредств, с.-х. и транспортных машин в настоящий момент является двигатель внутреннего сгорания. Надёжность агрегата в целом, а точнее вероятность отказа находится как произведение вероятности отказов всех его деталей. Блок цилиндров является основной базовой деталью двигателя внутреннего сгорания, от работоспособности которой зависит рассмотренный выше аспекты сельскохозяйственных работ. Лидирующей место на рынке машин различного назначения: транспортные, подъёмно-

транспортные, для коммунального хозяйства, специального назначения, являются автомобили производства КамАЗ.

В настоящее время на автомобилях КамАЗ с расположением цилиндров типа V8, применяется несколько моделей автомобильных двигателей внутреннего сгорания, производства ЯЗДА и BOSCH, материалом для изготовления которых методом литья является - серый чугун марки СЧ25. Блоки цилиндров имеют дефекты, ремонт которых осуществляется различными способами, поэтому рассмотрим отдельно, дефекты характерные для привалочной плоскости.

Распространёнными дефектами привалочной плоскости являются: деформация, коррозия и прогары, а также трещины. Привалочная плоскость чугунных блоков должна иметь низкую шероховатость в диапазоне до $Ra = 0,762 \dots 2,8$ мкм, а при отклонении от плоскости более 0,025 мм, блок выбраковывается.

Имеется опыт восстановления привалочных плоскостей чугунных блоков цилиндров двигателей внутреннего сгорания методом холодного газодинамического напыления (ХГДН) порошками марки А-20-11 и С-01-01. Метод ХГДН с использованием установки ДИМЕТ представляет собой формирование покрытий из металлических порошков переносимых сверхзвуковым потоком газа и их схватывания с материалом поверхности детали при соударении за счёт пластической деформации [3-4].

При этом необходимо отметить что коэффициент теплового линейного расширения алюминия, а следовательно и покрытия получаемого напылением порошка на его основе составляет около $22 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, чугуна около $14 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, а значение коэффициента теплового линейного расширения порошка на медной основе около $16 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ что ближе к основному материалу.

Предварительная подготовка детали заключается в механической обработке поверхности до полного удаления следов износа, далее проводится очистка, получение оптимально микрорельефа и активация поверхности с помощью пескоструйной обработки или обработки с использованием порошка корунда К-00-04-16 [4-6].

После подготовки поверхностей производится ХГДН порошками производства ДИМЕТ на оптимальных для конкретной марки порошков режимах [6-7].

Окончательная обработка для получения заданных в конструкторской документации требований к шероховатости поверхности производится фрезерованием, чаще всего однозубой (летучей) фрезой.

Задачей исследования является: определение зависимости шероховатости поверхности при механической обработке резанием покрытий полученных ХГДН. Для достижения этой цели были проведены экспериментальные исследования при различных значениях скоростей резания и подачи, при обработке инструментом со сменной неперетачиваемой твердосплавной пластиной марки GT9530, радиус скругления при вершине пластины $r=0,1$ мм.

Значения сравнивались с полученными при обработке образца из эталонного материала марки Д16Т. Полученные результаты представлены на рисунке 1.

Расчётная прогнозируемая теоретическая высота микронеровностей поверхности в мкм определяется по выражению:

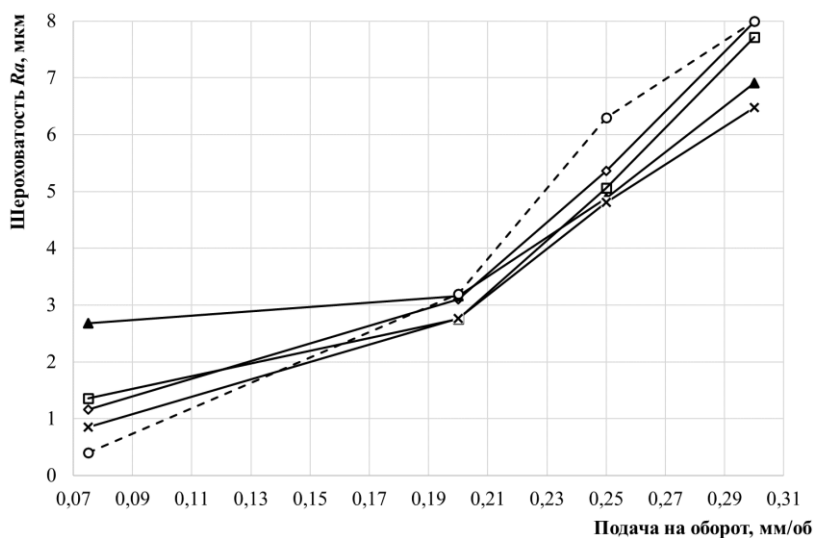
$$R_z = \frac{S^2}{8 \cdot r} \cdot 1000,$$

где R_z – наибольшая высота профиля, мкм; S – подача, мм/об.; r – радиус при вершине пластинки резца, мм.

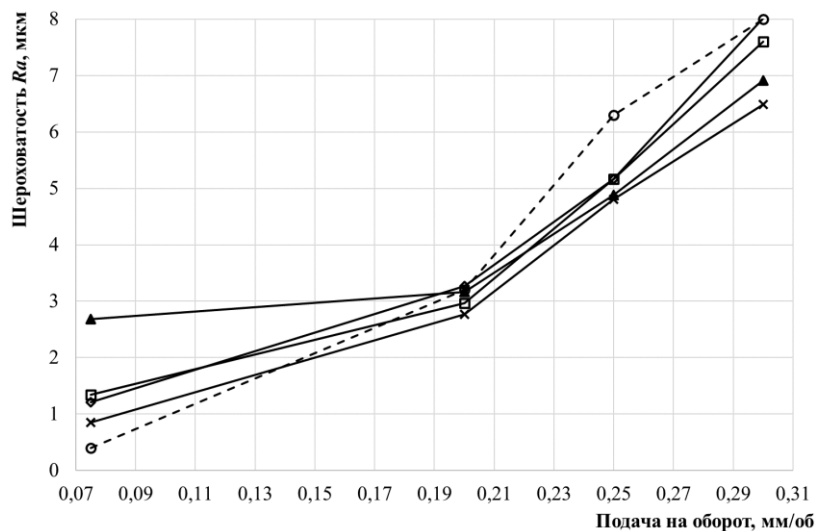
Расчётные значения шероховатости в R_z переводились по таблице соответствия классов чистоты поверхности в Ra

Несмотря на большую стоимость меди, а следовательно и порошков изготовленных из неё в сравнении с алюминием, для восстановления чугунных блоков цилиндров рекомендуется применять порошок С-01-01, поскольку его коэффициент теплового линейного расширения ближе к чугуну марки СЧ25.

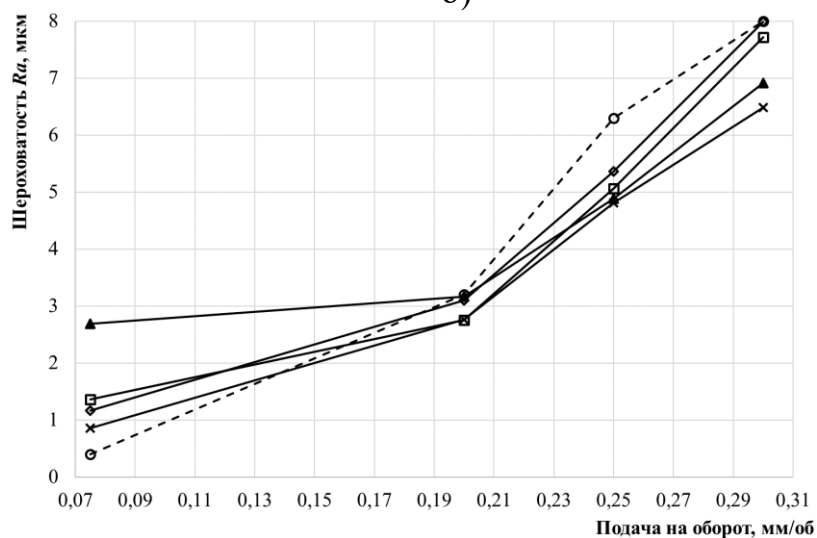
Различие этих коэффициентов при эксплуатации может привести к отслоению покрытий из-за внутренних термических напряжений, и привести к выходу агрегата из строя, что сведёт экономию от применения алюминиевого порошка на нет.



а)



б)



в)

Рис. 1 Исследование влияния скорости резания и подачи при точении покрытий полученных ХГДН на шероховатость поверхности: а) скорость резания 90 м/мин; б) скорость резания 135 м/мин; в) скорость резания 225 м/мин; □ – порошок марки С-01-11; ◇ - порошок марки N3-00-02; ▲ – порошок марки С-01-01; ×- эталон из сплава Д16Т; ○ – расчётное значение

Как показали исследования, шероховатость обрабатываемой поверхности практически не зависит от скорости резания, поэтому рекомендуется производить обработку при наибольших скоростях допустимых для применяемого инструментального материала, что обеспечивает большую производительность обработки.

Выводы:

1. В результате теоретических исследований было определено, что шероховатость обрабатываемых поверхностей зависит от главного и вспомогательного угла инструмента в плане для инструментов без радиуса при вершине, от радиуса при его наличии, а также от значения подачи. При увеличении главного и вспомогательного угла в плане, увеличении подачи, а

также уменьшении радиуса при вершине лезвия величина шероховатости возрастает;

2. Экспериментально установлено, что с помощью метода ХГДН и последующей механической обработки при определенных режимах резания возможно получить шероховатость поверхности, которая удовлетворяет требованиям конструкторской документации к обработке привалочных плоскостей блоков цилиндров из чугуна марки СЧ25. Для исследуемых порошков марок N3-00-02, С-01-01 и С-01-11 рекомендуемая скорость резания для рассматриваемой детали составляет 225 м/мин, а величина подачи 0,075...1,3 мм/об.

Библиографический список

1. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – Москва : ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.

2. Сергеева, Н. В. Повышение экономической эффективности молочного скотоводства путем технического перевооружения молочных ферм (на примере хозяйств Брянской области) / Н. В. Сергеева. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Мегаполис", 2018. – 89 с.

3. Серов, А.В. Опыт и перспективы использования холодного газодинамического напыления в машиностроении и при ремонте деталей сельскохозяйственных машин. [Текст] / А.В. Серов, П.И. Бурак // Техника и оборудование для села. 2018. Т. 124 (2). С. 38–41.

4. Серов, А. В. Исследование возможности применения холодного газодинамического напыления при заделке отверстий радиаторов охлаждения / А. В. Серов, П. И. Бурак, Н. В. Серов // Техника и оборудование для села. – 2018. – № 12. – С. 38-41.

5. Latypov, R. A. Repair of radiator leaks by cold spraying / R. A. Latypov, A. V. Serov, N. V. Serov // Journal of Physics: Conference Series, Yalta, 17–20 мая 2021 года. – Yalta, 2021. – P. 012042.

6. Серов, Н. В. Устранение течей радиаторов сельскохозяйственных машин и техники газодинамическим напылением порошкового материала / Н. В. Серов, А. В. Серов // Реинжиниринг и цифровая трансформация эксплуатации транспортно-технологических машин и робототехнических комплексов : Сборник статей Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых (г. Москва, 19-20 декабря 2023 г.), посвященной 100-летию со дня рождения ветерана Великой Отечественной Войны, заслуженного деятеля науки и техники, заслуженного изобретателя РФ, д.т.н., профессора Николая Федоровича Тельнова, Москва, 19–20 декабря 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2024. – С. 254-260.

7. Бурак, П. И. Определение критического диаметра при герметизации отверстий и износостойкость покрытий полученных методом холодного газодинамического напыления / П. И. Бурак, А. В. Серов // Доклады ТСХА, Москва, 06–08 декабря 2018 года. Том выпуск 291, часть 2. – Москва:

Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2019. – С. 76-80.

УДК 631.312

РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОГО ПЛУГА

Гаврилов Захар Андреевич, студент 4 курса направления подготовки Агроинженерия, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, zaharikman.0207@mail.ru

Ямалетдинов Марсель Мусавинович, канд. техн. наук, доцент кафедры мехатронных систем и машин аграрного производства, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, marselcxt@mail.ru

Аннотация: В данной статье выполнен анализ существующих конструкций комбинированных плугов. Разработана конструкция дискового рыхлителя-выравнивателя для оборотного плуга *Gregoire Besson SP8*.

Ключевые слова: вспашка, комбинированный плуг, поверхностная обработка, дисковый рыхлитель-выравниватель, кольцевые диски, крошение, выравненность.

Известно, что плуг остается наиболее подходящим сельскохозяйственным орудием для основной обработки почвы – отвальной вспашки. Вспашка – это технологический приём основной обработки почвы, который предполагает дополнительное использование различных типов почвообрабатывающих рабочих органов.

Целью работы является совершенствование конструкции плуга для отвальной вспашки путем установки дополнительных рабочих органов для обеспечения высокого качества обработки поверхности почвы и снижения энергозатрат на ее осуществление.

При осуществлении вспашки комбинированные плуги производят рыхление почвы и ее интенсивное крошение. Совместное применение плуга с дополнительными приспособлениями обеспечивает разрушение глыб, крошение комков, выравнивание и прикатывание обработанного слоя именно в то время, когда почва находится еще во влажном состоянии и может быть легко и качественно обработана [3, 4]. При этом обеспечивается хорошее крошение пласта на всю глубину вспашки с формированием мелкокомковатой поверхностной структуры, что позволяет восстановить капилляры и обеспечить подход влаги к семенному ложу, а также исключить высушивание вспаханной почвы [4, 5]. Для обеспечения качества обработки почвы разрабатываемая машина должна так же соответствовать требованиям надежности конструкции и надежности выполнения технологического процесса [1, 2].

Для выявления путей совершенствования нами произведен анализ конструктивных схем отвальных плугов. Наиболее распространенные конструкции комбинированных плугов представлены ниже. На рисунке