

УДК 623-049.32
ГРНТИ 78.25.01.83

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РЕМОНТА АГРЕГАТОВ, МЕХАНИЗМОВ, УЗЛОВ И КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ ВОЕННЫХ ГУСЕНИЧНЫХ И КОЛЕСНЫХ МАШИН. ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

А.Д. Гедзь
Омский автобронетанковый инженерный институт
г. Омск, Россия, 644098, 14-й военный городок, otiu@mil.ru

Аннотация. В статье рассмотрены анализ и перспективы применения холодного газодинамического напыления и аддитивных технологий при войсковом ремонте агрегатов, механизмов, узлов и корпусных деталей военных гусеничных и колесных машин.

Ключевые слова: холодное газодинамическое напыление, аддитивные технологии, войсковой ремонт, способ ремонта, технологическое оборудование

PROBLEMATIC ISSUES RELATED TO REPAIR OF AGGREGATES, MECHANISMS, ASSEMBLIES, AND BODY PARTS OF MILITARY TRACKED AND WHEELED VEHICLES. WAYS TO SOLVE THEM

A.D. Gedz'
Omsk Tank-Automotive Engineering Institute
Omsk, Russia, 644098, 14 voennyu gorodok, otiu@mil.ru

Abstract. The article deals with the analyses and prospects of using cold spray and additive manufacturing during military repair of aggregates, mechanisms, assemblies, and body parts of military tracked and wheeled vehicles.

Keywords: cold spray, additive manufacturing, military repair, way to repair, technological equipment

На сегодняшний день неоспоримым фактом является то, что от времени нахождения вооружения, военной и специальной техники в ремонте в ходе войны или специальной военной операции зависит исход боя, сражения, битвы.

За более чем столетний период развития системы ремонта вооружения, военной и специальной техники были выработаны основные принципы ремонта, позволяющие сократить нахождение техники в неработоспособном состоянии. Среди них можно отметить основные:

- проектирование образцов ВВСТ с высокими показателями надежности;
- приближение ремонтно-восстановительных органов в ходе ведения боевых действий

к войскам;

- распределение ремонта в зависимости от трудоемкости по звеньям эшелонирования ремонтно-восстановительных органов;
- применение оптимальных методов ремонта;
- своевременное и полное обеспечение запасными частями, материалами и средствами технологического оснащения.

Одним из основных методов ремонта в полевых условиях проверенным временем является – агрегатный метод. То есть неисправный агрегат меняется на исправный.

Для эффективного функционирования в условиях масштабной войны системы войскового ремонта, основанной на агрегатном методе, необходим ряд условий, основным из

которых является возможность ремонта этих агрегатов в полевых условиях. А это реализовать не так-то просто.

При войсковом ремонте военных гусеничных и колесных машин, в том числе и в полевых условиях, требуют решения проблемы внедрения инновационных способов ремонта, обладающих низким температурным воздействием на деталь и позволяющих восстанавливать детали любой конфигурации, в том числе без использования демонтажно-монтажных работ. Кроме этого по результатам опыта применения ремонтно-восстановительных органов в специальной военной операции вопрос своевременного обеспечения военно-техническим имуществом агрегатов и ремонтных комплектов для восстановления ВВСТ стоит остро. Одним из путей решения данных проблем является применение в практике войскового ремонта способов напыления при ремонте агрегатов, механизмов, узлов и корпусных деталей, а также внедрение аддитивных технологий при изготовлении протейших деталей.

Среди многообразия способов напыления для ремонта агрегатов, механизмов, узлов и корпусных деталей в полевых условиях предпочтительным является холодное газодинамическое напыление.

Холодное газодинамическое напыление (ХГН) – это процесс формирования металлических покрытий при соударении холодных (с температурой, существенно меньшей температуры плавления) металлических частиц, ускоренных сверхзвуковым газовым потоком до скорости несколько сотен метров в секунду, с поверхностью обрабатываемой детали. При ударах нерасплавленных металлических частиц о подложку происходит их пластическая деформация, а кинетическая энергия частиц преобразуется в тепло, обеспечивая формирование сплошного слоя из плотно упакованных металлических частиц [1].

Основной особенностью ХГН является отсутствие высоких температур в процессе формирования металлических покрытий, а также окисления материалов частиц и основы, процессов неравновесной кристаллизации и высоких внутренних напряжений в обрабатываемых деталях [2].

В полевых условиях наиболее приемлемо использовать холодное газодинамическое

напыление низкого давления, когда в качестве рабочего газа используется сжатый воздух давлением от 0,5 до 1,0 МПа, расходом 0,5 м³/мин и мощностью подогрева от 3 до 5 кВт, а для напыления покрытий используются механические смеси металлических и керамических порошков.

Суть способа ХГН низкого давления (см. рис. 1) состоит в следующем:

– 1 – сжатый воздух давлением 0,5–1,0 МПа подается в нагреватель и нагревается там до 400–600 °С;

– 2 – затем нагретый воздух поступает в сверхзвуковое сопло;

– 3 – порошковый материал, представляющий собой механическую смесь металлических и керамических частиц, подается в сверхзвуковой поток воздуха за критическим сечением сопла, в ту его часть, где давление в потоке несколько ниже атмосферного давления;

– 4 – частицы ускоряются воздушным потоком до скорости 300–600 м/с;

– 5 – частицы взаимодействуют с напыляемой поверхностью (преградой), формируя на ней металлокерамическое покрытие.

В качестве напыляемых (расходных) материалов используются мелкоультрадисперсные порошки с размером частиц 0,01–0,5 мкм, в составе которых в зависимости от материала восстанавливаемой детали имеется алюминий, цинк, медь и никель.

Зависимость глубины проникновения частиц в массив напыляемой детали от массы и скорости напыляемых частиц описывается в теории ударного действия твердых тел [3, 4].

Для нанесения металлических покрытий газодинамическим методом предназначено технологическое оборудование серии ДИМЕТ российского производства (см. рис. 2).

Для работы оборудования необходим сжатый воздух давлением 0,6–1,0 МПа (расход 0,3–0,4 м³/мин) и электросеть напряжением 220 В, 50 Гц.

Холодное газодинамическое напыление при войсковом ремонте военных гусеничных и колесных машин может применяться для устранения широкого спектра дефектов деталей, заменяя собой сварку, пайку и склеивание различными полимерными клеевыми композициями.

Способ ХГН обеспечивает эффективное восстановление рабочих поверхностей головок блоков цилиндров, блоков цилиндров и других корпусных деталей. Низкая газопроницаемость покрытий позволяет устранять

течи рабочих газов и жидкостей при ремонте трубопроводов, радиаторов, топливных баков. Это именно те дефекты, которые наиболее распространены при восстановлении ВВСТ по результатам СВО.

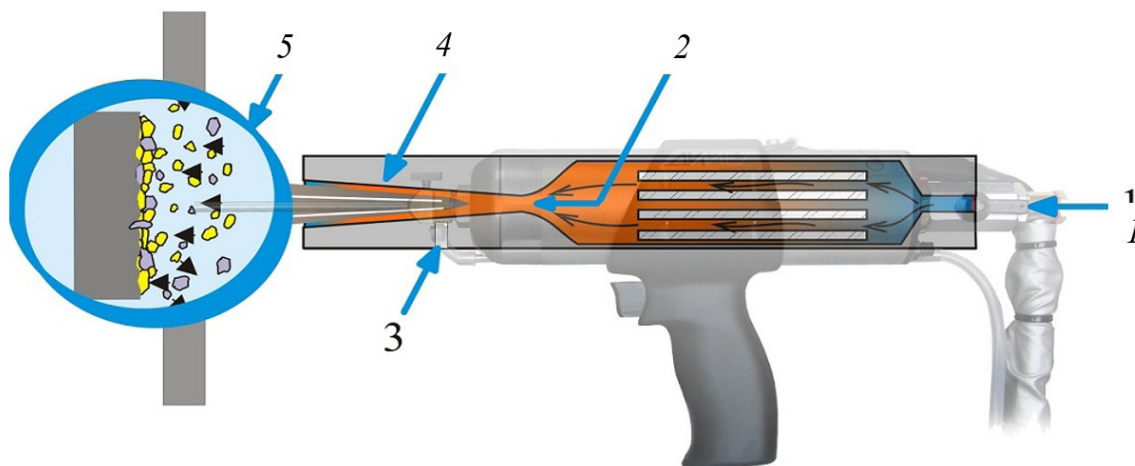


Рис. 1. Схема установки холодного газодинамического напыления низкого давления

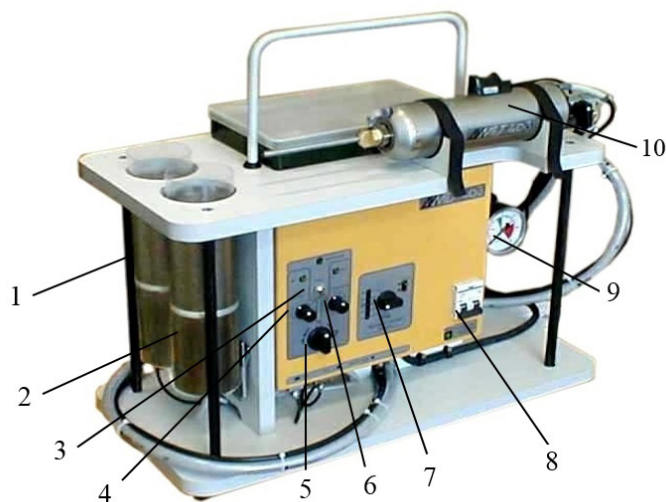


Рис. 2. Внешний вид установки для холодного газодинамического напыления ДИМЕТ модели 403:

1 – питатель порошка для пескоструйной обработки; 2 – питатель порошка для нанесения материала; 3 – тумблер включения принудительного встряхивания; 4 – ручьятка расхода порошка пескоструйки; 5 – ручьятка переключения питателей; 6 – ручьятка расхода порошка для нанесения; 7 – ручьятка переключения энергетического режима; 8 – кнопка включения установки; 9 – манометр регистрации давления; 10 – напылительная головка

Технологическая простота нанесения металлических покрытий с высокой электропроводностью (алюминиевых, цинковых, медных, никелевых) на любую металлическую или керамическую основу позволяет применять их

для ремонта элементов электрооборудования машин.

При отсутствии возможности установки новых подшипников скольжения при ремонте двигателей внутреннего сгорания можно вос-

пользоваться способом ХГН.

Исходя из того что габариты (400 × 70 × 80) и вес (30 кг) установок ДИМЕТ незначительны, а имеющиеся в ПТОР воинских частей и комплексах ПАРМ-1АМ.1, ПАРМ-3А (3А.1) технологическое оборудование (станок токарный, компрессор, электрифицированный инструмент и т.д.) и другие средства ремонта (производственные палатки и помещения) успешно дополняют установку, для

замены технологических процессов пайки, сварки и склеивания вполне возможно применение данного оборудования.

Пример размещения оборудования ДИМЕТ на рабочем месте газосварочных работ, поста тепловых работ, участка специальных работ ремонтной роты автомобильной техники показан на рисунке 3. Пример восстановления других корпусных деталей представлен на рисунке 4.



Рис. 3. Ремонт радиатора способом холодного газодинамического напыления



Рис. 4. Ремонт корпусных деталей способом холодного газодинамического напыления:
а – головка блока; б – седло клапана; в – фланец

Следующая проблема для реализации агрегатного метода ремонта ВВСТ в полевых условиях решается наличием достаточного объема ЗИП, ремонтных комплектов. Однако опыт ремонта техники в полевых условиях, в том числе по результатам СВО, показал необходимость внедрения аддитивных технологий при изготовлении простых деталей, прокладок и уплотнений.

Аддитивные технологии простыми словами – это послойное создание 3D-объектов из пластика, резины, металла. Для реализации

данного способа необходим компьютер, где прорисовывается 3D-объект в соответствующей программе, и 3D-принтер, который его изготавливает (см. рис. 5). На сегодняшний день в полевых условиях реализовать в полной мере данную технологию не позволяют размеры данных 3D-принтеров и их производительность. Однако 10 лет назад мы про это только начинали говорить. Уже несколько лет данную продукцию освоили отечественные производители.

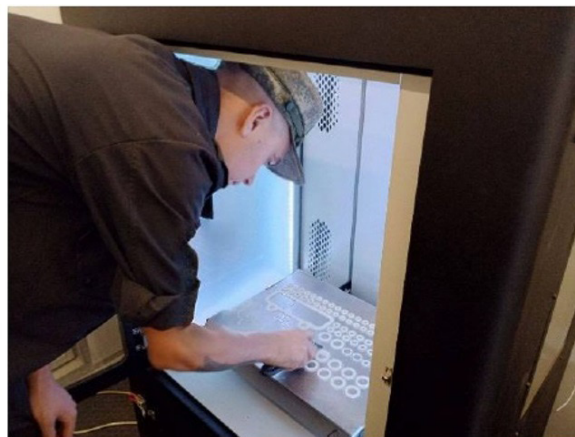


Рис. 5. Применение аддитивных технологий

Таким образом, использование преимуществ холодного газодинамического напыления и аддитивных технологий изготовления деталей при войсковом ремонте ВВСТ позволит расширить номенклатуру восстанавливаемых деталей, снизить трудоемкость ремонта.

Все это повысит возможности РВО по восстановлению агрегатов, механизмов, узлов и корпусных деталей, в том числе в полевых условиях, и в целом производственные возможности по ремонту ВГ и КМ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Куприянов, И.Л. Влияние наклепа поверхности основы на физико-химическое взаимодействие материалов при напылении / И.Л. Куприянов, А.А. Верстак, И.С. Буров, А.Ф. Ильющенко // Сварочное производство. – № 1. – 1986. – С. 23–25.
2. Евдокимов, И.Н. Физические эффекты при бурении нефтяных и газовых скважин. Эффекты удара / И.Н. Евдокимов, И.А. Ведищев. – М.: Готика, 2001. – 128 с.
3. Клюев, О.Ф. Технология газодинамического нанесения металлических покрытий [Текст] / О.Ф. Клюев, Т.В. Бuzдыгар, А.В. Шкодкин // Ремонт БТВТ и АТ. – 2004. – № 122. – С. 34–39.
4. Бuzдыгар, Т.В. Технология газодинамического нанесения металлических покрытий [Текст] / Т.В. Бuzдыгар, О.Ф. Клюев, А.В. Каширин, А.В. Шкодкин // Модернизация, ремонт и восстановление. – 2005. – № 7. – С. 24–28.

Гедзь Андрей Дзюнович – кандидат технических наук, начальник кафедры ремонта бронетанковой и автомобильной техники. Омский автобронетанковый инженерный институт.

REFERENCES

1. Kupriyanov, I.L. Vliyanie naklepa poverhnosti osnovy na fiziko-himicheskoe vzaimodeystvie materialov pri napylenii / I.L. Kupriyanov, A.A. Verstak, I.S. Burov, A.F. P'yuschenko // Svarochnoe proizvodstvo. – № 1. – 1986. – S. 23–25.
2. Evdokimov, I.N. Fizicheskie efekty pri burenii neftyanyh i gazovyh skvazhin. Effekty udara / I.N. Evdokimov, I.A. Vedischev. – M.: Gotika, 2001. – 128 s.
3. Klyuev, O.F. Tehnologiya gazodinamicheskogo naneseniya metallicheskih pokrytij [Tekst] / O.F. Klyuev, T.V. Buzdygar, A.V. Shkodkin // Remont BTVT i AT. – 2004. – № 122. – S. 34–39.
4. Buzdygar, T.V. Tehnologiya gazodinamicheskogo naneseniya metallicheskih pokrytij [Tekst] / T.V. Buzdygar, O.F. Klyuev, A.V. Kashirin, A.V. Shkodkin // Modernizatsiya, remont i vosstanovlenie. – 2005. – № 7. – S. 24–28.

Gedz' Andrey Dzhonovich – Cand. Sc. {Engineering}, Head at the Department of Armoured and Automotive Vehicles Maintenance. Omsk Tank-Automotive Engineering Institute.

Статья поступила в редакцию 11.09.23