

Таким образом, в предлагаемом способе повышение экономичности процесса сушки осуществляется за счет повышения эффективности утилизации теплоты части рециркулирующего сушильного агента при одновременном обеспечении максимальной производительности процесса сушки.

Предлагаемый способ ведут следующим образом: отработанный сушильный агент, выходящий из шахты, разделяют на два потока, один из которых, поступающий из верхней части отводящего диффузора и составляющий 65...70% от полного потока сушильного агента, используют для предварительного подогрева зерна, поступающего в шахту, а другой поток отработанного сушильного агента, поступающего из нижней части диффузора и составляющий 35...30% от полного потока сушильного агента, пропускают через фильтр очистки, смешивают с наружным воздухом, подогревают в теплообменнике теплогенератора и далее осуществляют его подачу в шахту.

Предложенный нами способ рециркуляции с дополнительными устройствами и приспособлениями, включающий предварительный подогрев зерна, продувание гравитационно движущегося слоя зерна сушильным агентом, отвод отработавшего сушильного агента и повторное его использование. Он отличается тем, что, с целью повышения экономичности процесса за счет увеличения теплового КПД, отработанный сушильный агент разделяют на два потока, из которых один, составляющий 65-70% полного потока, отводят из верхней части шахты и направляют на предварительный подогрев зерна, а другой отводят из нижней части шахты, очищают, смешивают с наружным воздухом, подогревают и снова подают в шахту.

Литература.

1. Манасян С.К. Вспомогательные устройства для зерноочистительно-сушильного комплекса / С.К. Манасян, Н.В. Демский, М.С. Манасян, Г.С. Манасян. // «Сельский механизатор» №8. – 2013. – с. 21-22.
2. Манасян М.С. Анализ режимов сушки в зерносушилках шахтного типа на основе математической модели / М.С. Манасян, Г.С. Манасян, И.С. Андгуладзе, С.К. Манасян, Н.М. Андрианов, Ли Джен // Ползуновский альманах. – № 2. – 2014. – с. 68-70.
3. Цугленок Н.В. Проблемные вопросы сушки и послеуборочной обработки зерна / Н.В. Цугленок, С.К. Манасян // Ресурсосберегающие технологии механизации сельского хозяйства: прил. к «Вестн. КрасГАУ». – 2003. – № 1. – С. 122–125.
4. Цугленок Н.В. Экспериментальные исследования процесса сушки зерна / Н.В. Цугленок, С.К. Манасян // Ресурсосберегающие технологии механизации сельского хозяйства: прил. к «Вестн. КрасГАУ»: сб. ст. – Вып. 2. – Красноярск, 2004. – С.60–65.

## ДЕТОНАЦИОННЫЙ МЕТОД НАПЫЛЕНИЯ ПОКРЫТИЙ. ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ

*Р.В. Вахрамеев, А.Е. Вебер студенты гр. 3-10401*

*Научный руководитель: Григорьева Е.Г.*

*Юргинский технологический институт Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Покрытия могут представлять интерес для потребителя лишь в одном случае – если хорошо держатся. В противоположном случае будь хотя бы алмазные – они никому не нужны. Поэтому высокая адгезионная прочность (адгезия) является необходимым (но не достаточным) условием применения покрытий. Предлагаемый детонационный метод напыления покрытий при его правильном применении обеспечивает хорошую адгезию получаемых покрытий, в чем легко убедиться визуально проанализировав представленные здесь детали с покрытиями, частично изношенные до основного материала потоком абразивных частиц. Переход от основы к покрытию носит плавных характер, отсутствует ступенька, что свидетельствует о высокой адгезионной прочности, способной удерживать покрытие вплоть до его полного износа частицами.

Отличительная особенность детонационного напыления - циклический характер подачи порошка на поверхность обрабатываемой детали со скоростью, превышающей скорость звука. Циклический процесс напыления получают с помощью детонационных установок, принципиальная схема которых представлена на рис. 1.

В общем виде детонационные установки состоят из блока 4 подачи напыляющего порошка, включающего порошок питатель и дозирующее устройство: блока 4, служащего для образования требуемых газовых смесей и заполнения ими ствола детонационной установки с заданной скоростью; блока поджига 3 и воспламенителя 2, предназначенных для инициирования взрыва рабочей

смеси; ствола 5, представляющего собой трубу диаметром 20-50 мм, длиной 1-2.5 м и предназначенного для направленного распространения взрывной волны в сторону открытого конца ствола.

Принцип действия установки состоит в следующем. Из блока 1 газовая смесь подается в ствол 5. Одновременно из порошкового питателя через дозирующее устройство (блок 4) заданными порциями вдувают газом - азотом или воздухом - мелкодисперсный порошок в газовую смесь непосредственно перед ее зажиганием, затем воспламенителем 2 поджигают газовую смесь.

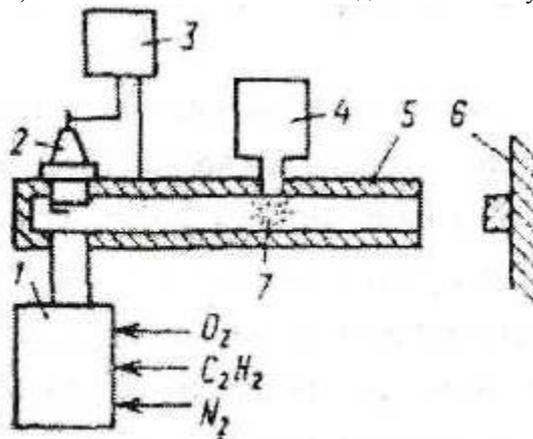


Рис.1. Схема детонационных устройств

В результате воспламенения и перемещения по каналу горючей смеси происходит ее взрыв с выделением значительного количества теплоты и образованием детонационной волны, которая ускоряет и переносит через ствол на поверхность детали 6 напыляемые частицы 7 со скоростью, определяемой геометрией ствола и составом газа.

Процесс формирования покрытий детонационным напылением сложный и недостаточно изучен. Во многом он сходен с процессом плазменного напыления. Сходство заключается в том, что сцепление частиц с подложкой и между собой может происходить в расплавленном, оплавленном и твердом состояниях. Прочность сцепления обеспечивается главным образом за счет напыления расплавленными и оплавленными частицами, которые растекаются и кристаллизуются на поверхности подложки за счет химического взаимодействия. В то же время детонационный процесс напыления в отличие от непрерывного плазменного является циклическим, сообщая частицам порошка более высокие скорости, что определяет особенности механизма формирования покрытий.

При детонационном напылении скорость частиц в отличие от плазменного напыления (100-200 м/с) достигает 400-1000 м/с. Поэтому кроме термической активации, существенное влияние на механизм и кинетику формирования напыленных слоев оказывает пластическая деформация в зоне соударения частиц и подложки. Однако основной вклад в формирование покрытий при напылении вносит термическая активация. Опыт применения различных способов напыления, в том числе детонационного, показывает, что для получения удовлетворительного сцепления частиц порошка с основой необходимо, чтобы их значительная часть транспортировалась на подложку в расплавленном или оплавленном состоянии. Представленные в работе [2] экспериментальные исследования по процессу формирования покрытий детонационным напылением показывают, что состояние частиц, находящихся в двухфазном потоке, неоднородно. В начале и середине потока они находятся в расплавленном или оплавленном состоянии, и температура в контакте с подложкой достигает температуры их плавления. При этом за счет теплоты, выделяемой при ударе о подложку частиц, имеющих скорость - 400 м/с, температура в точке контакта повышается примерно на 100°C. При напылении порошковыми материалами; температурой плавления, превышающей температуру плавления основного металла, происходит под-плавление последнего. Так, например, при нанесении покрытий из оксида алюминия  $Al_2O_3$  и порошковыми твердыми сплавами типа ВК на коррозионно-стойкие стали последние подплавляются и перемешиваются с напыляемыми расплавленными частицами порошка, повышая тем самым прочность сцепления. Повышению адгезии, как и при других способах газотермического напыления, способствует предварительная дробеструйная обработка напыляемой поверхности. В этом случае возможно получать прочные связи между напыляемым материалом и подложкой, имеющей твердость выше HRC60. При напылении первого слоя возможно возникновение пор. При

напылении второго слоя частицы порошка деформируют и уплотняют кристаллизующийся первый слой, что способствует устранению или уменьшению пористости. Это явление характерно для детонационного напыления, и авторы работы [1] назвали его эффектом горячего ударного прессования.

Более крупные частицы из конца (хвоста) менее концентрированного потока обладают меньшей скоростью и наносятся на поверхность подложки чаще всего в нерасплавленном виде. При формировании покрытия такие частицы играют двойную роль: полезную – удаляют дефектные участки ранее нанесенного покрытия, повышая его плотность и физико-механические свойства; вредную – при значительном повышении кинетической энергии крупных частиц в покрытии могут появиться трещины и даже полное его отслоение. Эти явления можно регулировать, изменяя режим скорострельности установки и грануляцию напыляемого порошка. С точки зрения применяемых материалов и оборудования процесс детонационного напыления весьма простой. Основными факторами, определяющими характер детонационного напыления, являются газовая смесь, порошки, ствол установки.

Однако использование этих факторов в технологическом процессе напыления связано с изменением и управлением ряда характерных для каждого из них параметров. Для газовой смеси это состав газовой смеси; доза газовой смеси за один выстрел; состав газовой смеси в стволе между выстрелами.

Для порошка - химический состав порошка; грануляция напыляемого порошка; расположение порошка в стволе в момент поджига смеси; распределение частиц по размерам. Ствол характеризуется геометрическими параметрами: диаметром и длиной.

В свою очередь, перечисленные параметры порождают другие параметры, характеризующие конечное состояние процесса: концентрация, температура и скорость частиц; химический состав среды; температура поверхности подложки. Таким образом, технологический процесс детонационного напыления является сложным, и качество формирования покрытий зависит от совокупности многочисленных параметров, их поддержания в оптимальных пределах. Рекомендуемые режимы детонационного напыления для некоторых материалов представлены в табл. 1 [2].

В серийном производстве поддержание оптимальных режимов многопараметрического процесса возможно при условии работы установки в автоматическом режиме.

Автоматическая детонационная установка, представленная на рис. 2 имеет систему электроуправления детонационным оборудованием, состоящую из нескольких блоков управления, обеспечивающих последовательность технологических операций и безопасность работы оператора.

Для повышения износостойкости используют карбиды вольфрама WC, титана TiC, хрома Cr<sub>2</sub>C<sub>3</sub>, борид хрома CrB<sub>2</sub> с добавками 8-20% Ni или Cr.

При детонационном напылении практически можно получить слои значительной толщины, но наибольшей прочностью сцепления обладают напыленные покрытия толщиной 0,2-0,4 мм (130-160 МПа). Поэтому наиболее рационально восстанавливать детали с небольшими износами. Скорострельность детонационного напыления составляет 1-5 выстрелов в секунду. Толщина покрытия в центре металлизационного пятна, наносимого за один выстрел, зависит от дозы порошка, подаваемого в ствол, и обычно составляет 8-20 мкм при площади покрытия 4-6 см<sup>2</sup>. При напылении самофлюсующимися сплавами обычно применяют порошки с диаметром частиц 7-70 мкм. Шероховатость после нанесения детонационных покрытий составляет, как правило, Ra = 3-4 мкм.

Производительность детонационного напыления (10-60 см<sup>2</sup>/мин) ниже плазменного (до 100 см<sup>2</sup>/мин). Повышение производительности связывают с *дальнейшим совершенствованием* процесса детонационного напыления и его оборудования. Применение диаметра ствола свыше 25 мм влечет за собой снижение качества формирования покрытий, а использование диаметра ствола свыше 50 мм не рекомендуется по соображениям техники безопасности.

За счет уменьшения длины ствола, а следовательно, сокращения времени его заполнения рабочей смесью можно повысить скорострельность. Однако сокращение времени заполнения ствола и уменьшение его длины (до 400 мм) возможно при использовании легкоплавких металлических порошков. Для получения качественных покрытий напылением более тугоплавкими сплавами требуется длина ствола - 2000 мм.

За счет применения многоствольных установок производительность можно повысить в несколько раз. В то же время из-за технических трудностей, связанных с управлением сразу несколькими стволами, эти установки пока что не нашли практического применения.

Детонационное напыление получает распространение в различных отраслях народного хозяйства как для упрочнения поверхностей новых деталей, так и для восстановления изношенных. Этому

способствует выпуск установок для автоматического детонационного напыления: УДН-2, «Гамма», «Союз», УДГ-Н2-30.

Детонационное напыление применяют для упрочнения различных видов инструмента, штампов, коленчатых валов и блоков цилиндров двигателей. Для восстановления изношенных деталей детонационное напыление пока применяют ограниченно, главным образом для нанесения покрытий на посадочные места под подшипники. Отдельные исследования по восстановлению коленчатых валов автотракторных двигателей пока не дали желаемых результатов. В то же время испытания ряда упрочненных и восстановленных деталей в условиях эксплуатации, а также опыт зарубежных фирм показывают, что более широкое внедрение детонационного напыления в производство позволит получить значительный технико-экономический эффект.

Литература.

1. Баркеньев С.С., Федько Ю.П., Григорьев А.И. Детонационное покрытие, Машиностроение, г. Ленинград, 1982 г.
2. Шерторов Ю.К., Харламов Ю.А. Физико-химические основы газового напыления покрытий. Наука, г. Москва, 1978 г.

### МУЛЬТИКОМПЛЕКСНЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ

*О.З. Берк, Е.А. Теплова, студенты группы 3-10Б20*

*Научный руководитель: Ретюнский О.Ю., доцент, к.т.н.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского*

*Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

За последние 20 лет значительно возросла сложность автомобильной электропроводки. Сегодня разработка и изготовление автомобильного жгута проводов является проблемой из-за его размеров и веса. В современном автомобиле может быть более 1200 отдельных проводов. Помимо увеличения размеров и веса, большое число проводов и соединителей ухудшает надежность.

По стоимости автомобильный жгут проводов занимает четвертое место после кузова, двигателя и трансмиссии. Эти системы в той или иной степени связаны друг с другом. Выходные сигналы некоторых датчиков могут использоваться несколькими электронными системами. Начинает претворяться в жизнь другое техническое решение, когда контроллеры отдельных электронных блоков управления (ЭБУ) связываются друг с другом коммуникационной шиной для обмена данными. Датчики и исполнительные механизмы, подключенные к этой шине через специальные согласующие устройства, становятся доступными для всех ЭБУ. Это есть не что иное, как локальная вычислительная сеть (ЛВС) по борту автомобиля.

Таким образом, развитие бортовых радиоэлектронных систем будет базироваться, очевидно, на гибком подходе, предусматривающем использование радиальных каналов для организации локальных или обособленных систем передачи типа «точка-точка», а развитие мультиплексных систем – для построения глобальных каналов междоульного обмена информацией.

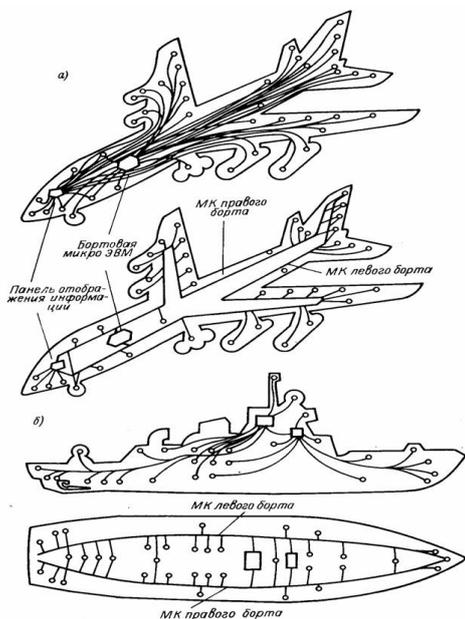


Рис. 1. Радиальный интерфейс соответствует топологии связи «звезда» (или одной из ее разновидностей – «дерево»), цепочечный – топологии «кольцо», магистральный – топологии «шина»