

ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

УДК 631.3.004.5; 621.664:621.762.214

М.Н. Ерохин, доктор техн. наук

Н.Н. Чупятов, канд. техн. наук

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ CVD-МЕТОДА МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Сельское хозяйство — одна из базовых отраслей мировой и российской экономики, которая обеспечивает национальную продовольственную безопасность. В современных условиях при производстве сельскохозяйственной продукции особую значимость приобретает снижение себестоимости, при этом в структуре затрат на производство 30...35 % составляют расходы на содержание машинно-тракторного парка. Снижение надежности машин ведет к значительному сокращению механизированных операций и как следствие увеличению себестоимости продукции [1–3].

Основной причиной отказов сельскохозяйственных машин и оборудования является изнашивание деталей гидравлических систем, интенсивность которого обусловлена тяжелыми условиями эксплуатации. Работа техники связана с перемещением по большим земельным площадям, при котором машинно-тракторные агрегаты часто работают в пылевом облаке, содержащем твердые абразивные частицы [1–3].

Существующие в настоящее время уплотнения не совершенны, они допускают проникновение пыли в подвижные соединения гидравлических систем, кроме того, абразивные частицы проникают в рабочую жидкость при замене фильтров, масел, а также через сапун бака системы.

Наиболее распространенным и быстро протекающим видом изнашивания в сопряжениях гидравлических систем является абразивное изнашивание. В этом случае механическое разрушение поверхностного слоя происходит в результате микрорезания и царапания абразивными частицами. Находящиеся в рабочей жидкости частицы, размер которых меньше зазора в сопряжении, вызывают гидроабразивное изнашивание всей рабочей поверхности [2].

По результатам исследования пыли, взятой в различных регионах России, можно судить о том, что основными ее компонентами, служащими абразивной массой, являются кварц (содержание кварца в пыли составляет от 70 до 80 %, его микротвердость находится в пределах 10 500...11 300 МПа) и оксид алюминия (содержание Al_2O_3 в пыли до 14 %, микротвердость 21 000 МПа). Учеными М.А. Бабичевым, М.М. Хрущёвым, М.М. Тененбаумом, И.В. Крагельским, Б.И. Костецким и другими подробно исследованы виды изнашивания поверхностей твердыми частицами и доказано, что износостойкость деталей зависит от соотношения их твердости и твердости абразива [2].

При увеличении твердости материала детали воздействие абразивной частицы на поверхность принимает характер упругого оттеснения (контак-

та). В этом случае микрорезание на поверхности детали не наблюдается, а изнашивание происходит вследствие многоциклового усталости материала.

По данным исследования М.М. Хрущёва, для минимизации абразивного изнашивания поверхностная твердость материалов сопрягаемых деталей должна быть не ниже 17 000 МПа. Повысить микротвердость стальных деталей с помощью термообработки, цементации или азотирования до указанного уровня не представляется возможным.

Одним из наиболее эффективных путей решения указанной проблемы в рамках комплексного подхода является совершенствование методов упрочнения деталей на стадии их изготовления. Упрочнение рабочих поверхностей деталей позволяет компенсировать несовершенство имеющихся в настоящее время уплотнений и систем фильтрации.

Конструкционные материалы, поверхности которых обладали бы одновременно высокими прочностными, антифрикционными и антикоррозионными свойствами, могут быть получены путем нанесения специальных покрытий. Для нанесения покрытий с заданными физико-механическими свойствами существуют различные технологии. Одной из наиболее перспективных в этой области можно признать технологию химического парофазного осаждения (CVD-метод). Данный метод практически не имеет ограничений по химическому составу применяемых для нанесения материалов [4, 5].

Современный уровень развития химии металлоорганических соединений (МОС) позволяет получить широкий спектр функциональных покрытий и композиционных материалов с заданными физико-механическими свойствами из газовой фазы.

Если сравнить CVD-процесс с другими методами получения металлических покрытий, такими как гальваническое осаждение, диффузионная металлизация, газопламенное и плазменное напыление, лазерная и газопорошковая наплавка и другие, то можно отметить следующие преимущества:

- высокая скорость металлизации до 10 мкм/мин;
- высокая плотность (беспористость) покрытий, что объясняется особым механизмом роста слоя (при термораспаде атомы решетки металла располагаются вплотную друг за другом, обеспечивая почти теоретическую плотность независимо от материала детали), позволяющая получать шероховатость поверхности $R = 2,5 \dots 0,32$ мкм;
- способность к равномерному «омыванию» поверхности подложки парами МОС, что позволяет осуществлять металлизацию поверхностей сложной конфигурации;
- микротвердость покрытий до 32000 МПа;
- прочность сцепления покрытия с материалом подложки до 260 МПа;
- температурные интервалы ведения процесса от 70 до 650 °С;

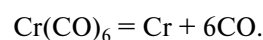
- возможность металлизации металлов и неметаллических материалов (керамики, пластмасс, резины и др.);
- процесс экологически чистый проводится по замкнутому циклу и легко поддается автоматизации [4, 5].

Пример аппаратного оформления CVD-метода представлен на рис. 1.

Сущность метода термического разложения МОС в газовой фазе заключается в том, что исходное соединение, находящееся в жидком или твердом состоянии, переводится в газообразное путем испарения или возгонки. Полученная газовая смесь подается в реакционную камеру и при контактировании с подложкой осаждается на ее поверхности, нагретой до температуры разложения используемого соединения.

Осаждение покрытий может проводиться как в вакууме, так и в среде транспортирующих газов. Особенностью CVD-метода термического разложения МОС является механизм образования покрытий. При этом металлизуемая поверхность подложки находится в окружении газовой смеси, включающей в себя пары металлоорганического соединения, молекулы которого постоянно перемещаются во всех направлениях в объеме реакционной камеры, что позволяет им приближаться и вступать в контакт со всеми частями и участками подложки, имеющими температуру, необходимую для разложения данного соединения.

Для восстановления и упрочнения деталей гидравлических систем целесообразно применять хромовые покрытия, получаемые термической диссоциацией гексакарбонила хрома $\text{Cr}(\text{CO})_6$ в газовой фазе:



Данное соединение позволяет получать качественные хромовые покрытия с заданной микротвер-

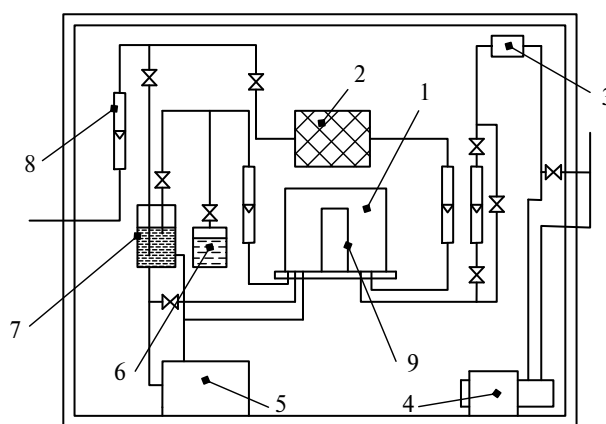


Рис. 1. Схема установки для нанесения покрытий CVD-методом:

- 1 — реактор; 2 — сублиматор; 3 — фильтр;
4 — вакуум-насос; 5 — термостат; 6, 7 — емкости с жидким МОС; 8 — расходомер; 9 — ИК-лампы

достью в пределах от 12 000 до 20 000 МПа. К основным технологическим параметрам процесса относятся температура подогрева $\text{Cr}(\text{CO})_6$ и температура подложки (рис. 2).

Установлено что процесс образования хромовых покрытий начинается при температуре 290 °С, максимальная скорость роста покрытия наблюдается при 300 °С. Выше этой температуры разложение паров карбонила начинается в объеме камеры.

Содержание примесей карбида хрома Cr_3C_2 с возрастанием температуры монотонно снижается так же, как и связанная с ним микротвердость. Меняя режим CVD-процесса, можно задавать микротвердость покрытий, которая постоянна по сечению и не зависит от толщины покрытия, в пределах 12...20 ГПа [4].

Прочность сцепления покрытия с подложкой растет при увеличении температуры процесса до 350 °С, а затем резко уменьшается, что связано с выделением в объеме камеры высокодисперсного никелевого порошка, часть которого попадает на подложку и способствует снижению адгезии.

Анализ свойств хромовых покрытий, полученных CVD-методом, позволяет считать их пригодными для упрочнения деталей гидравлических систем. Возможность решения вопросов упрочнения деталей путем внедрения технологических процессов с использованием МОС позволит значительно снизить воздействие абразивных частиц на поверхности сопрягаемых деталей и существенно повысить долговечность.

Практический интерес представляет разработка технологии нанесения упрочняющих покрытий

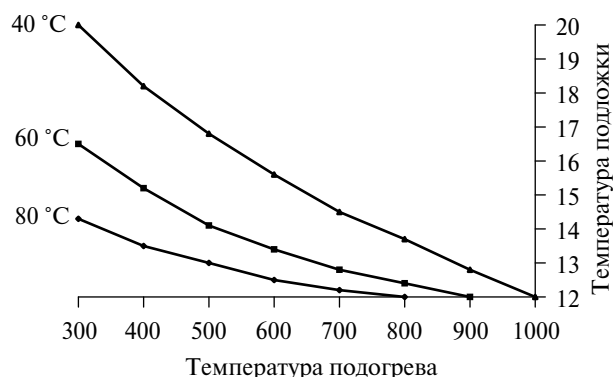


Рис. 2. Влияние температуры подложки и температуры подогрева $\text{Cr}(\text{CO})_6$ на микротвердость покрытий

на рабочие поверхности гидроцилиндров, сопрягаемых деталей гидрораспределителей и других деталей гидравлических систем при их изготовлении в условиях серийного производства.

Список литературы

1. Черноиванов В.И., Ежевский А.А., Федоренко В.Ф. Мировые тенденции машинно-технологического обеспечения интеллектуального сельского хозяйства: науч. изд. — М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. — 284 с.
2. Ерохин М.Н., Казанцев С.П. Диффузионные покрытия в ремонтном производстве. — М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2006. — 124 с.
3. Черкун В.Е. Ремонт тракторных гидравлических систем. — М.: Колос, 1984. — 254 с.
4. Сыркин В.Г. Химия и технология карбонильных материалов. — М.: Химия, 1972. — 240 с.
5. Козырев В.В. Металлоорганические соединения в машиностроении и ремонтном производстве: монография. — Тверь: Студия-С, 2003. — 160 с.

УДК 631.3 004.12

Н.Ж. Шкаруба, канд. техн. наук

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

СОВРЕМЕННЫЕ ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Качество конечной продукции зависит от множества факторов, наиболее важные среди них следующие:

- качество схемно-технической отработки изделий;
- технологичность конструкции;
- качество применяемых технологических процессов;
- качество поставляемых материалов и комплектующих;
- качество контроля изделий на этапах проектирования и разработки, производства и испытаний [1–2].

Требования к метрологическому обеспечению технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной и промышленной техники представляют собой комплекс обязательных и рекомендуемых к исполнению действий, направленных на обеспечение единства и требуемой точности измерений, повышение эффективности и качества работ по эксплуатации и ремонту.

Основными целями метрологического обеспечения являются:

- а) повышение качества работ по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной и промышленной техники;