

УДК 614.8: 621.762–419.8: 620.197

С.А. ХЛЕБУНОВ, О.В. ДЫМНИКОВА**МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОКОМПОЗИТОВ СИСТЕМЫ <Fe–S>
И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ОСНОВЕ.
АСПЕКТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Рассмотрена методика химико-термической обработки в вибрирующем слое для получения железо-серных микрокомпозигов и композиционных материалов на их основе и аспект производственной безопасности, а именно защита воздуха рабочей зоны оператора.

Ключевые слова: химико-термическая обработка, вибрирующий слой, микрокомпозигов, производственная безопасность, опасный производственный фактор, очистка воздуха.

Введение. Структура методов исследования и постановка экспериментов определялась целями работы, а именно необходимостью комплексного, многостороннего анализа метода формирования структуры и свойств железо-серных микрокомпозигов, получаемых химико-термической обработкой в вибрирующем слое и композиционных материалов на их основе, а также поддержания приемлемого состава воздуха рабочей зоны оператора.

В качестве объекта исследования были выбраны промышленные и экспериментальные железные порошки: восстановленный ПЖВ4.160.26 (ГОСТ 9849-86) производства Сулинского металлургического завода (ныне ЗАО «СТАКС», г. Красный Сулин Ростовской обл.), распыленные ПЖРВ3.200.26; ПЖРВ4.200.26; ПЖРВ5.200.26 цеха железных порошков «Северстальтяжмаш» (г. Череповец). Это объясняется их относительной дешевизной, доступностью и широким распространением в отечественной практике. Кроме того, для частиц распыленного порошка ПЖРВ характерна форма, более близкая к равноосной, и следовательно, более предсказуемы результаты процессов происходящих с ними, ввиду простоты формы; выводы, полученные для «идеальных» частиц, ближе к реальным, а сопоставление с восстановленным губчатым, крупнопористым порошком дает критические сравнительные результаты. Для приготовления шихт использовался как порошок в состоянии поставки, так и порошок, рассеянный на фракции, с размером частиц 0,16-0,10 мм и 0,063-0,040 мм.

Химико-термическая обработка в вибрирующем слое. В качестве метода химико-термической обработки (сульфидирования) железного порошка как матричной основы композиционных материалов была выбрана технология химико-термической обработки в вибрирующем слое (ХТО ВС). Сама технология ХТО ВС и оригинальное оборудование для ее реализации разработаны в лаборатории порошковой металлургии Донского государственного технического университета [1-5]. Суть метода состоит в наложении на порошок-основу (в данном случае, железный), помещенный в нагретый котейнер (реактор), низкочастотных вибраций (частота 25-33 Гц, амплитуда колебаний 0,5-5 мм), переводящих стационарный неподвижный слой в псевдокипящее состояние – вибрирующий (виброкипящий, виброфонтанирующий) слой, область действия которого определяется размерами и конфигурацией реактора.

Конструктивное решение реактора обтекаемой формы (круглый, полукруглый, овальный в сечении) с органичивающими боковыми стенками и небольшим (1° - 3°) наклоном вдоль продольной оси обеспечивает не только активное перемешивание находящегося внутри порошка по сечению – поперечное перемещение, но и постепенное смещение всей массы загруженного порошка от одной боковой стенки реактора к другой и обратно-продольное движение. Вибрационные колебания позволяют создать высокопористую структуру (порозность) дисперсионного слоя материалов, которые в других условиях трудно поддаются ожижению или вообще не ожижаются. При этом интенсивность псевдоожижения не зависит от скорости газового реагента, что значительно уменьшает расход газа, подает его равномерно и в количествах, необходимых только для протекания химического процесса. Высокопористая подвижная среда дисперсионного материала легко пронизывается газом-реагентом, подаваемым в реактор под небольшим давлением – 0,1 атм и менее, и даже может периодически работать со «стоящей» (не проточной) атмосферой до ее истощения, реализуя так называемую замкнутую

систему массообмена. Все это обеспечивает уменьшение уноса твердой фазы или полностью его исключает. Равномерное распределение температуры и газа, активное перемещение материала создают благоприятные условия для получения конечных продуктов однородных по составу и свойствам.

Таким образом, реализуется процесс газозафазного насыщения твердого реагента (железа) в режиме гетерогенно-каталитических реакций и твердофазных превращений матричного продукта на первом этапе и возможного диффузионного закрепления в дальнейшем.

Кроме того, наложение низкочастотных вибраций на реактор с порошком исключает некоторые негативные побочные эффекты. Прежде всего, исключается внешнелатифузионное торможение процесса ХТО ВС и полностью устраняются причины, замедляющие подвод газореагента к внешней поверхности индивидуальной частицы порошка, витающей в пространстве реактора. Так, применительно к сульфидированию порошкообразных материалов вибрационное псевдооживление позволяет не только исключить неравнодоступность частиц легирующего элемента (исключить зональность, характерную для стационарного слоя), но и предотвратить такое неблагоприятное явление, сопутствующее многим процессам термообработки порошков, как их спекание в агломераты и налипание на стенки (образование настоек) с зарастанием живого сечения реактора.

Для реализации вышеизложенных принципов была разработана и изготовлена экспериментальная установка, в которой используется принцип порционной обработки материала с неограниченным периодом времени обработки (см. рисунок). Отличие данной установки от уже существующих состоит в некотором упрощении конструкции, связанном с отсутствием необходимости немедленной загрузки порошка после обработки очередной порции, а также поступления легирующего элемента в виде газа (например, смеси Ar-S или $\text{N}_2\text{-S}$), пронизывающего псевдокипящую массу основы. Однако циклическо-периодическое действие установки и капсульный принцип загрузки не являются препятствием повышения ее производительности, которая составляет до 10 кг/час (опытно-промышленный вариант), позволяя при сравнительно малых габаритах (занимаемая площадь примерно 2 м²) обрабатывать до 5-6 т порошка в год, полностью удовлетворяя потребность по номенклатуре в 1-2 деталях.

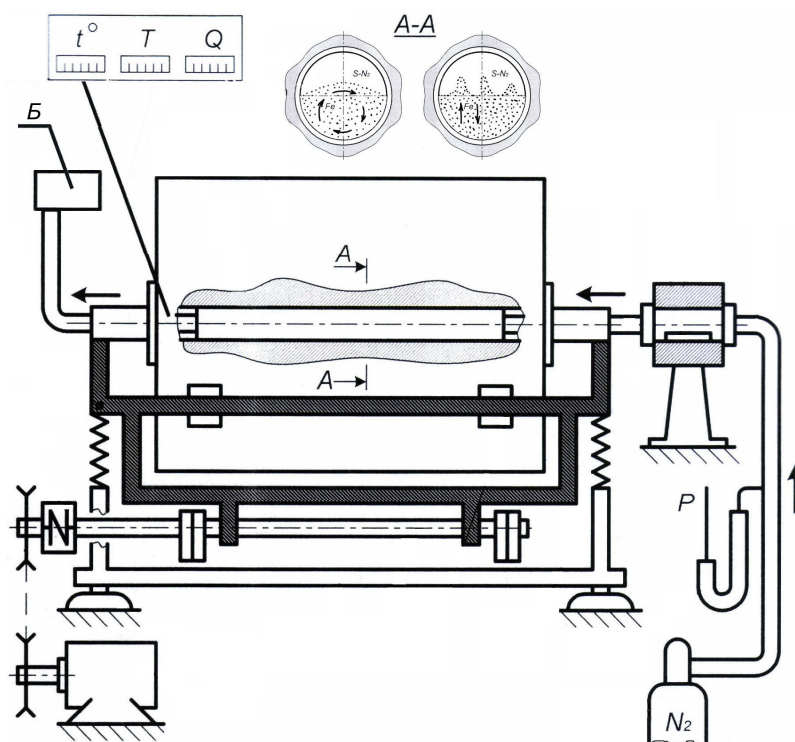
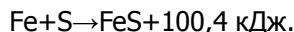


Схема установки химико-термической обработки порошка в вибрирующем слое с блоком очистки (Б)

Легирующий элемент, в данном случае – сера, находится в тигле в герметично закрытой электропечи, которая разогревается до температуры немного выше кипения серы (примерно 450-460 °С). После начала кипения в печь подается с небольшим избыточным давлением газ (азот или любой инертный газ), который по газопроводу вносит пары серы в виброкипящий слой разогретого железного порошка, где они реагируют между собой:



Наблюдение за протеканием процесса осуществляется при помощи комплекса контрольно-измерительного оборудования, в частности: хромель-алюмелевой термопары, контролирующей температуру протекания реакции; автотрансформатора, регулирующего напряжение подаваемое на печи и, как следствие, температуру в их рабочих зонах; вольтметров, контролирующих это напряжение; ротаметра, регулирующего расход несущего газа.

В ходе проведения эксперимента использовалась химически чистая сера (от 0,2 до 1,4%) для получения порошков с шагом 0,2%. После окончания обработки порошок ссыпался в герметичные емкости, химически нейтральные к конечному продукту реакции (выполненные из керамики или нержавеющей стали).

Отличие представленной установки от существовавших ранее, помимо прочего, в системе улавливания паров непрореагировавшей серы, вынесенных из реактора избыточным давлением и являющихся вредным и даже опасным производственным фактором. В данной установке улавливание паров серы производится водяным затвором (см. на рисунке, Б), являющимся надежным средством нейтрализации такого химически активного вещества, как сера.

Выводы. Заборы проб воздуха в рабочей зоне установки ХТО ВС показали правильность выбора данного средства безопасности.

Библиографический список

1. Развитие метода микрофазного легирования в вибрирующем слое железных порошков и создание на их основе модифицированных порошковых материалов / В.Г. Люлько, Б.Б. Жмайлов, С.А. Малофеева, С.А. Хлебунов, А.Г. Краснобаев: отчет по проекту 202.05.01.026. – №ГР. 01.20.03.08421. – С.63-67, 86-87.
2. Экспериментальная установка для получения железосерных композиционных порошков термоплакированием в вибрирующем слое / А.В. Хохлов, С.А. Хлебунов, А.В. Люлько, Э.В. Левицкий // Применение новых материалов в машиностроении: межвуз. сб. науч. тр. – Ростов н/Д, 1997. – С.42-46.
3. Развитие технологии получения композиционных порошков термосинтезом в псевдооживленном слое / В.Г. Люлько, С.А. Хлебунов, Д.В. Олейников // Technologia`99: Proceedings 6-th Intern. conf., 8-9 sept. 1999. – Bratislava, 1999 – vol.II. – P.932-937.
4. Экологически безопасные порошковые подшипниковые материалы для аппаратов пищевого производства / В.Г. Люлько, С.А. Хлебунов, М.В. Гусак // Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности: сб. тр. междунар. эколог. конгр. 14-16 июня 2000 г. / Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2000. – С.155-156.
5. Кинетика поверхностного насыщения серой железного порошка при химико-термической обработке в вибрирующем слое / В.Г. Люлько, Ю.А. Гордин, С.А. Хлебунов // Инженерия поверхности и реновация изделий: материалы 3-й междунар. науч.-техн. конф. Ялта, 27-29 мая 2005 г. – Киев, 2003. – С.255-258.

Материал поступил в редакцию 12.11.10.

References

1. Razvitie metoda mikrofaznogo legirovaniya v vibriruyuschem sloe jeleznyh poroshkov i sozdanie na ih osnove modifitsirovannyh poroshkovykh materialov / V.G. Lyul'ko, B.B. Jmailov, S.A. Malofeeva, S.A. Hlebunov, A.G. Krasnobaev: otchet po proektu 202.05.01.026. – №GR. 01.20.03.08421. – S.63-67, 86-87. – In Russian.
2. Eksperimental'naya ustanovka dlya polucheniya jelezosernykh kompozitsionnykh poroshkov termoplakirovaniem v vibriruyuschem sloe / A.V. Hohlov, S.A. Hlebunov, A.V. Lyul'ko, E.V. Levickii // Primenenie novykh materialov v mashinostroenii: mezhvuz. sb. nauch. tr. – Rostov n/D, 1997. – S.42-46. – In Russian.
3. Razvitie tehnologii polucheniya kompozitsionnykh poroshkov termosintezom v psevdoojijennom sloe / V.G. Lyul'ko, S.A. Hlebunov, D.V. Oleinikov // Technologia`99: Proceedings 6-th Intern. conf., 8-9 sept. 1999. – Bratislava, 1999 – vol.II. – R.932-937.
4. Ekologicheski bezopasnye poroshkovye podshipnikovye materialy dlya apparatov pischevogo proizvodstva / V.G. Lyul'ko, S.A. Hlebunov, M.V. Gusak // Novoe v ekologii i bezopasnosti jiznedejatel'nosti: sb. tr. mejdunar. ekolog. kongr. 14-16 iyunya 2000 g. / Balt. gos. tehn. un-t. – SPb., 2000. – S.155-156. – In Russian.
5. Kinetika poverhnostnogo nasyscheniya seroi jeleznogo poroshka pri himiko-termicheskoj obrabotke v vibriruyuschem sloe / V.G. Lyul'ko, Yu.A. Gordin, S.A. Hlebunov // Injeneriya poverhnosti i renovaciya izdelii: materialy 3-i mejdunar. nauch.-tehn. konf. Yalta, 27-29 maya 2005 g. – Kiev, 2003. – S.255-258. – In Russian.

S. A. KHLEBUNOV, O. V. DYMNIKOVA

TECHNIQUE OF GETTING MICROCOMPOSITES OF <FE-S> SYSTEM AND COMPOSITE MATERIALS ON THEIR BASIS. INDUSTRIAL SAFETY ASPECT

The technique of surface impregnation in the vibrated bed for getting ferric sulfuric microcomposites and composite materials on their basis is considered. The industrial safety aspect, namely air protection of the operating space is described.

Key words: surface impregnation, vibrated bed, microcomposites, industrial safety, safety hazard, air clearing.

ХЛЕБУНОВ Сергей Анатольевич (р. 1965), декан факультета «Безопасность жизнедеятельности и инженерная экология» Донского государственного технического университета, кандидат технических наук (2007). Окончил Ростовский-на-Дону институт сельскохозяйственного машиностроения (1987).

Область научных интересов: порошковая металлургия, производственная безопасность, очистка воздуха рабочей зоны оператора.

Автор 32 публикаций. Имеет авторское свидетельство.

nazer2000@mail.ru

ДЫМНИКОВА Ольга Валентиновна, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» Донского государственного технического университета, кандидат химических наук (2003). Окончила Ростовский государственный университет (1989).

Область научных интересов: разработка оптимальных методов очистки сточных вод и атмосферных выбросов, создание малоотходных технологий в гальваническом производстве.

Автор 27 публикаций.

Sergey A. KHLEBUNOV (1965), Dean of the Life Protection Sciences and Engineering Ecology Faculty, Don State Technical University. Candidate of Science in Engineering (2007). He graduated from Rostov Institute of Agricultural Engineering (1987).

Research interests: powder metallurgy, industrial safety, air clearing of the operating space.

Author of 32 publications and 1 certificate of authorship.

Olga V. Dymnikova, Associate Professor of the Life and Environment Protection Sciences Department, Don State Technical University. Candidate of Science in Chemistry (2003). She graduated from Rostov State University (1989).

Research interests: development of the optimum methods of sewage and atmospheric emissions treatment, monitoring of the surface water condition in the rivers and springs of Rostov-on-Don and Rostov region, creation of low-waste technologies in galvanic manufacture.

Author of 27 publications.