

УДК 620.18:621.793:53.082.5:681.5

А.И. Денисенко

К ОПТИМИЗАЦИИ ЛАЗЕРНОЙ ДИАГНОСТИКИ ДИСПЕРСНОЙ ФАЗЫ В ИНЖЕКЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕЗА КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Рассматривается возможность адаптации метода лазерной теневой диагностики дисперсной фазы к индикации кинетических параметров инжектируемых частиц и контролю транспортировки порошка в инжекционной технологии синтеза композитных материалов путем оптимизации быстродействия спектрометра частиц применением для регистрации параметров импульсов от частиц матрицы счетчиков на элементах памяти.

Ключевые слова: лазерная диагностика, дисперсная фаза, инжекционная технология, композитный материал, счетчик на элементах памяти.

Введение и анализ публикаций

Технологические процессы с использованием дисперсных систем характеризуются неполнотой априорной информации в первую очередь о дисперсном составе [1,2], а также значительным запаздыванием в каналах управления, которое приводит к ухудшению качества получаемых изделий. Управление дисперсным составом, определяющим основные свойства порошковых материалов, в том числе качественные показатели формируемых с их использованием композитных структур, обычно сводится исключительно к стабилизации технологических режимов, а диагностика дисперсности ограничивается в большинстве случаев ситовым, седиментационным, микроскопическим методами, которые требуют значительного времени для проведения анализа, не позволяют оперативно получать достоверную информацию непосредственно в процессе производства [1] и, соответственно, обеспечивать благодаря ее использованию желаемое качество производимых композитных материалов.

Инжекционная технология синтеза композитного слоя тонкого ленточного электрода химического источника тока [3] включает пневмотранспортировку электрохимически активного оксидного

порошка к сверхзвуковому соплу и внедрение микрочастиц, разогнанных в сопле, ударными торможениями в электродную поверхность.

Лазерная диагностика дисперсной фазы в инжекционной технологии синтеза композитных материалов может быть применена для организации оперативного контроля транспортировки порошка к сверхзвуковому соплу и для индикации кинетических параметров порошинок непосредственно над обрабатываемой поверхностью тонкого ленточного электрода [4].

Перспектива повышения информационной емкости метода лазерной теневой диагностики определяется возможностью оптимизации скорости набора информации о параметрах сигналов от частиц.

Постановка задачи

С целью адаптации метода лазерной теневой диагностики дисперсной фазы к инжекционной технологии синтеза композитных материалов в области индикации кинетических параметров инжектируемых частиц непосредственно над модифицируемой поверхностью, а также для организации оперативного контроля режима транспортировки электрохимически активного порошка к сверхзвуковому соплу, рассмотреть возможность оптимизации скорости регистрации информации лазерным спектрометром частиц на основе анализа преобразований информации в его оптических и электронных узлах.

Основная часть

Характерная для лазерного спектрометра частиц последовательность этапов преобразования информации в процессе диагностики дисперсной фазы двухфазного потока включает формирование измерительного объема оптико-электронными средствами, дискретизацию параметров импульсов и накопление статистической информации о них, формирование распределений по параметрам импульсов от частиц и по параметрам частиц дисперсной фазы [2].

В качестве той части информационного канала лазерного спектрометра частиц, которая связана со скоростью счета и ограничивает ее, выделим этапы формирования импульсного сигнала

пересекающей измерительный объем одиночной частицей, оцифровку параметров импульсных сигналов от частиц и накопление статистической информации о них.

Известно [2], что в результате оптимальной оптико-электронной настройки лазерного спектрометра частиц на исследуемую зону двухфазного потока сигналы от частиц, пересекающих измерительный объем, разделяются во времени близкими к ним по длительности промежутками отсутствия частиц в измерительном объеме, а минимизация времени холостой работы спектрометра частиц обеспечивает экономическую и информационную эффективность замеров. В качестве критерия оптимальности скорости счета целесообразно регистрировать и использовать функцию распределения по интервалам между импульсами, оптимизируя изменением формы и размеров измерительного объема удовлетворение требования одночастичного приближения.

Для организации индикации кинетических параметров дисперсной фазы над модифицируемой поверхностью в инжекционной технологии синтеза композитных материалов, а также для оперативного контроля режима транспортировки электрохимически активного порошка к сверхзвуковому соплу, в лазерном спектрометре частиц необходимо оцифровывать и совместно регистрировать длительности и амплитуды импульсов от частиц.

Преобразование величины длительности импульса в параллельный код в лазерных спектрометрах частиц реализуется применением двоичных счетчиков, на вход которых подаются заполняющие измеряемый временной интервал счетные импульсы стабилизированной частоты, что позволяет сразу по окончании измеряемого интервала времени считывать информацию о его величине в виде, наиболее удобном для ее последующей регистрации.

Применение для оцифровки амплитуды сигналов аналого-цифровых преобразователей параллельного типа становится перспективным при обеспечении снижения длительности регистрации информации от одного сигнала до величины, близкой к длительности оцифровки.

Регистрация экспериментальной информации может быть выполнена “непосредственно на матрице счетчиков импульсов” или иным способом, но с последующим “приведением ее к такой же

структуре распределением сигналов по сеткам интервалов разбиения диапазонов регистрируемых параметров” [2]. При сравнении способов записи оцифрованной статистической информации в память с точки зрения экономности ее расхода преимущество матричной системы записи информации растет по сравнению с последовательной записью прямо пропорционально количеству регистрируемых параметров и среднему числу накапливаемых в одной ячейке сигналов для равных объемов выборок.

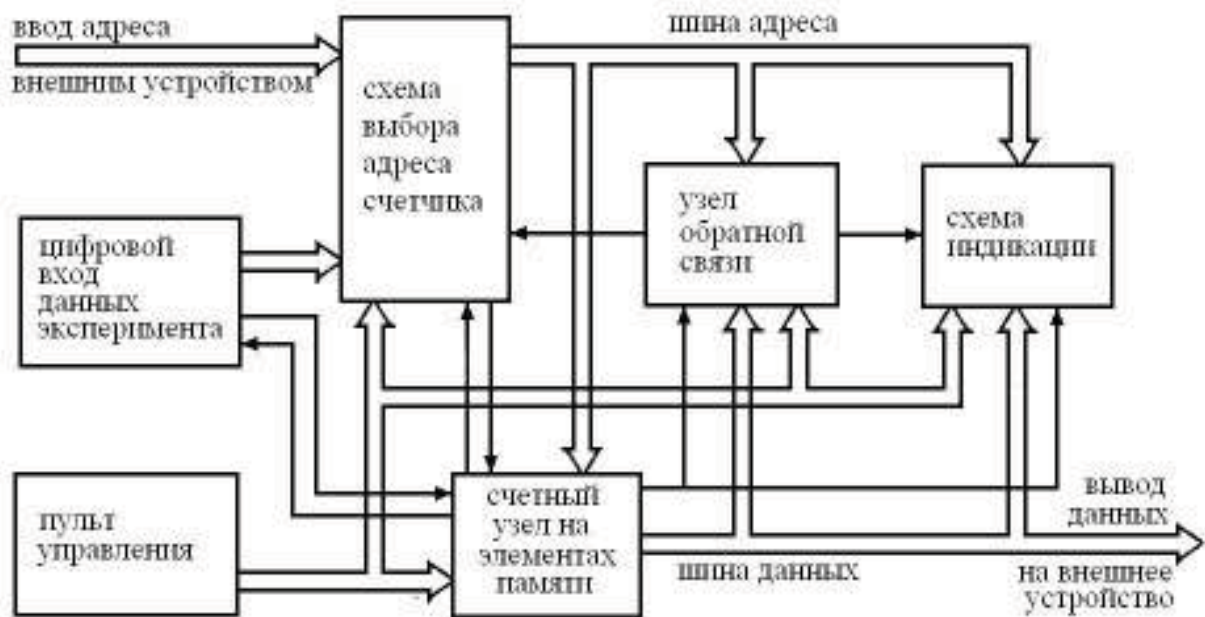


Рис. 1. Блок-схема электронного накопителя статистической информации

На рис. 1 приведена блок-схема электронного накопителя с матричной системой регистрации статистической информации, а на рис. 2 – временная диаграмма работы и фрагмент схемы каскада счетного устройства, содержащего матрицу счетчиков на элементах памяти с объединенными входом и выходом шины данных.

Если электронный накопитель на элементах памяти составлен, например, из четырех соединенных параллельно каскадов (один такой каскад представлен на рис. 2), то он содержит 8192 счетных канала и позволяет сократить время регистрации параметров одного импульса приблизительно до 10^{-6} с, что обеспечивает целесообразность применения аналого-цифрового преобразователя параллельного типа и позволяет довести совместное время дискретизации и регистрации величин параметров импульса до $3 \cdot 10^{-6}$ с.

С увеличением представительности выборок вследствие минимизации времени обработки сигналов от частиц становится

возможным более мелкое дробление диапазонов измеряемых параметров, что открывает пути к повышению точности регистрации многомерных функций распределения, формируемых за те же времена накопления и с той же степенью статистической заполненности счетных каналов, где ранее представлялось возможным определять только одномерные функции распределения.

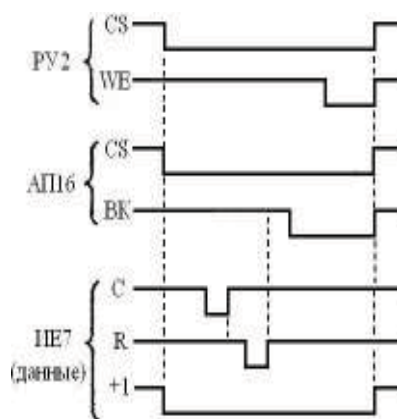
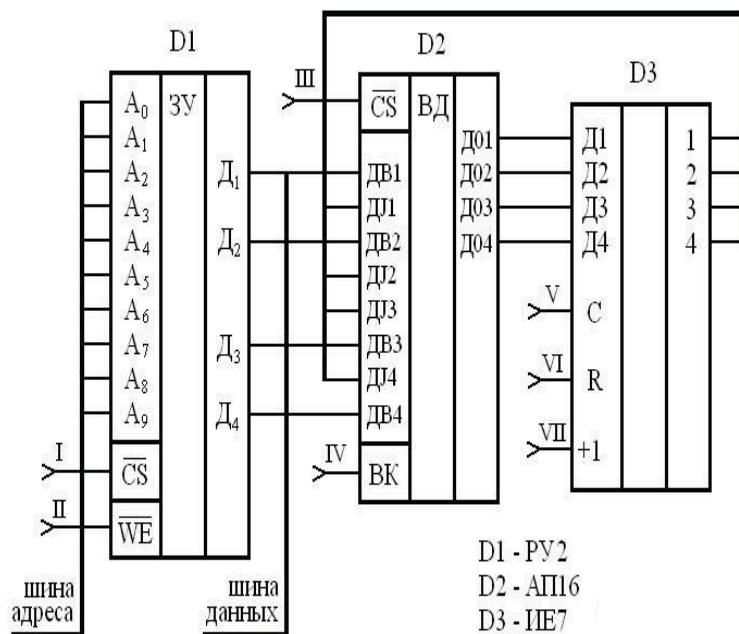


Рис. 2. Фрагмент (б) схемы счетного устройства на элементах памяти с объединенным входом и выходом шины данных и временная диаграмма (а) его работы

Аппаратурное увеличение скорости счета эквивалентно расширению при неизменных остальных компонентах двухфазного потока диапазона измерения скорости частиц или их концентрации,

или расширение диапазонов регистрации этих двух параметров в совокупности.

Выводы

На основании анализа этапов преобразования информации в оптических и электронных узлах лазерных спектрометров дисперсной фазы требование оптимизации скорости счета сведено к минимизации времени оцифровки амплитуды и длительности импульсного сигнала от частицы и их регистрации.

Минимизация скорости регистрации представленных в параллельном коде параметров сигналов от частиц применением матрицы счетчиков импульсов на элементах памяти обеспечивает целесообразность применения аналого-цифрового преобразователя амплитуды импульса в параллельный код и позволяет уменьшить совместное время дискретизации и регистрации длительности и амплитуды одного импульса до $3 \cdot 10^{-6}$ с.

Повышение экономической и информационной эффективности замеров, обеспечиваемое увеличением скорости счета лазерного спектрометра частиц, способствует перспективе применения метода лазерной теневой диагностики дисперсной фазы к инжекционной технологии синтеза композитных материалов в области индикации кинетических параметров инжектируемых частиц непосредственно над модифицируемой поверхностью, а также для организации оперативного контроля режима транспортировки электрохимически активного порошка к сверхзвуковому соплу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тігарев А.М. Контроль та управління дисперсним складом порошків у технологічних процесах їх виробництва / А.М. Тігарев // Автореф. дис... канд. техн. наук. – Одеса, 2004. – 20 с.
2. Денисенко А.И. К взаимосвязи многомерных функций распределений частиц двухфазного потока и теневых сигналов от них по параметрам / А.И. Денисенко // «Системные технологии». Региональный межвузовский сборник научных трудов. – Выпуск 2 (49). – Днепропетровск, 2007. – С. 149–160.
3. Денисенко А.И. Преимущества и ограничения инжекционного метода формирования металлокомпозитного катода / А.И. Денисенко // Теория и практика металлургии. – 2007. – № 4-5. – С. 94-97.
4. Денисенко О.І. Застосування дисперсної діагностики при інжекційному синтезі композитних функціональних матеріалів / О.І. Денисенко // Восточно-Європейський журнал передових технологій. – Выпуск 4/5 (46). – Харків, 2010. – С. 37-41.