

3. Определение энергосиловых параметров процессов обработки металлов давлением косвенным методом / А.А. Радионов, Д.Ю. Усатый, А.С. Карандаев и др. – М.: 2000. Деп. в ВИНТИ 20.04.00, № 1085-В00. 10 с.

4. Исследование энергосиловых параметров холодной прокатки листа на стане 2500 ОАО “ММК” / В.М. Салганик, А.А. Радионов, В.А. Антипенко, В.В. Андросенко // Электротехнические системы и комплексы: Межвуз. сб. науч. тр. – Магнитогорск: МГТУ, 2000. Вып.5. С. 114-120.

5. Исследование энергосиловых параметров холодной прокатки листа на стане 2500 ОАО “ММК” / А.А. Радионов, В.М. Салганик, В.А. Антипенко, В.В. Андросенко // Электротехнические системы и комплексы: Межвуз. сб. науч. тр. - Магнитогорск: МГТУ, 2000. Вып. 5. С. 114-120.

6. Разработка устройства сбора данных для исследования параметров электроприводов в промышленных условиях / С.Н. Басков, Д.Ю. Усатый, А.А. Радионов и др. – М.: 1999. Деп. в ВИНТИ 14.12.99, № 3700-В99. – 12 с.

УДК 621.2

АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ВЛАЖНОСТИ ТВЁРДЫХ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПОТОКЕ

Б.П. Искандаров*, П.И. Каландаров**

*Азиатский Тихоокеанский университет технологии
и инновации (УСТИ), Малайзия, г. Куала-Лумпур
bek3006@bk.ru*

*Ташкентский государственный технический университет,
Узбекистан, г. Ташкент.
Polvon_1955@yahoo.com*

В статье рассматриваются вопросы проектирования микроволновой системы на базе сверхвысокочастотного метода, где СВЧ-модуль предназначен для определения влажности твёрдых сыпучих материалов, транспортируемых на конвейерах.

В горнорудной отрасли на долю твёрдых сыпучих материалов, таких, как коксика и гранулированной аглошихты приходится значительный объем сырья и готовой продукции. Автоматизация таких

сложных технологических процессов требует применения высокоточных экспресс-методов контроля электрофизических параметров сыпучих материалов, оказывающих существенное влияние на качественные показатели конечной продукции и обеспечивающих надежный эффект от внедрения современных систем автоматического контроля и управления.

Из [1] известна проблема построения автоматизированных систем контроля свойств и характеристик сыпучих материалов горнорудного производства, требующего решения целого комплекса задач, наиболее общими и значительными из которых являются:

- нахождение эффективных методов первичного измерительного преобразования, подлежащих автоматическому контролю электрофизических свойств материала в выходной сигнал, которые позволяли бы достигать требуемой достоверности, точности и быстродействия процесса измерения;

- приборная реализация методов, обеспечивающих надежную и бесперебойную работу измерительных устройств в условиях промышленного производства.

Однако вопросы реализации информационно-измерительной поддержки автоматизированных систем управления технологическими процессами контроля влажности СВЧ-методом для таких материалов, как коксик и гранулированная аглошихта в горнорудном производстве до настоящего времени остаются нерешенными и далекими от своего исчерпывающего завершения [2].

Для реализации системы контроля влажности в технологических потоках коксика и аглошихты при производстве агломерата, требуется анализ развития влагометрической сверхвысокочастотной системы, принципов создания приборов для измерения влажности твердых сыпучих материалов и технологических сред горнорудного производства.

Нами сформулированы научно-методические основы проектирования и реализации единого информационного обеспечения в составе интегрированных АСУ ТП с одновременным достижением точности и достоверности первичной производственно-технологической информации, циркулирующей в подсистеме поддержки принятия управленческих решений.

Результаты исследований использованы при расчете и выборе параметров СВЧ-влагомеров. Разработанные и рекомендованные принципы, методы и алгоритмы заложены в основу функционирования информационного обеспечения подсистемы АСУ ТП, в том числе автоматического контроля влажности материала. Разработана экспериментальная установка, позволяющая комплексно изучать электрофизические характеристики рассматриваемых материалов, раскрывать мно-

гофакторные зависимости “свойства исследуемого материала – электрические параметры”, которые необходимы для определения состава и свойств исследуемых материалов горнорудной отрасли.

Анализ литературных источников [1, 3, 6-12] показал, что для класса рассматриваемых твердых сыпучих материалов, наиболее перспективны СВЧ-методы, в основу которых положено взаимодействие электромагнитного поля с влажным материалом. Основным информативным параметром массового отношения исследуемого материала является величина затухания электромагнитной волны. Она в два раза чувствительнее фазового метода, и в шесть раз чувствительнее метода отражения. СВЧ влагомеры обладают лучшими метрологическими свойствами [3], более широким диапазоном по параметру преобразования, высоким быстродействием и точностью. Последнее обусловлено уменьшением погрешности от влияния химического состава материала, неравномерности распределения влаги в нем и неоднородности его структуры. Благодаря применению полупроводниковых генераторов и регулирующих элементов, влагомеры СВЧ, построенные на современной микроэлектронной базе, отличаются большой надежностью, малыми габаритами и невысокой стоимостью [4].

Наиболее достоверным СВЧ-метод для измерения массового отношения влаги материала будет в том случае, если измерение проводить по нескольким параметрам – основному (т.е. величине затухания) и корректирующим (коэффициенту отражения и фазовому сдвигу электромагнитной волны).

Все известные влагомеры СВЧ диапазона классифицируются по различным признакам, информативному параметру, схемному размещению и по способу образования сигнала.

Как в отечественной, так и в зарубежной практике при реализации метода исходят из следующих предпосылок, ведущих к построению влагомеров двух типов:

1. Информационным параметром служит амплитуда проходящей сквозь материал волны;
2. Информация о влажности представляется в виде функции двух параметров переменных (ослаблением ΔA СВЧ энергии и фазовым сдвигом $\Delta \varphi$ электромагнитной волны).

Построение измерительного устройства для определения влажности в технологических потоках рассматриваемого класса материалов, структура и элементы автоматического СВЧ-влагомера должны содержать СВЧ-генератор, делитель мощности, передающую и приемную антенны, кювету с крышкой для размещения исследуемого мате-

риала, управляемый аттенуатор, коммутатор, детектор, усилитель, перемножитель, генератор тока и индикатор.

Однако использование известного устройства для измерения влажности аглошихты в технологическом потоке связано с определенными трудностями, обусловленными отсутствием определенности в режиме управления кюветой с исследуемым материалом, точного времени запуска работы СВЧ генератора и включения в реверсирование двигателя для приведения устройства в исходное положение.

Предложенная схема проектируемой системы для определения влажности в технологическом потоке твердых сыпучих материалов представлена на рис.1.

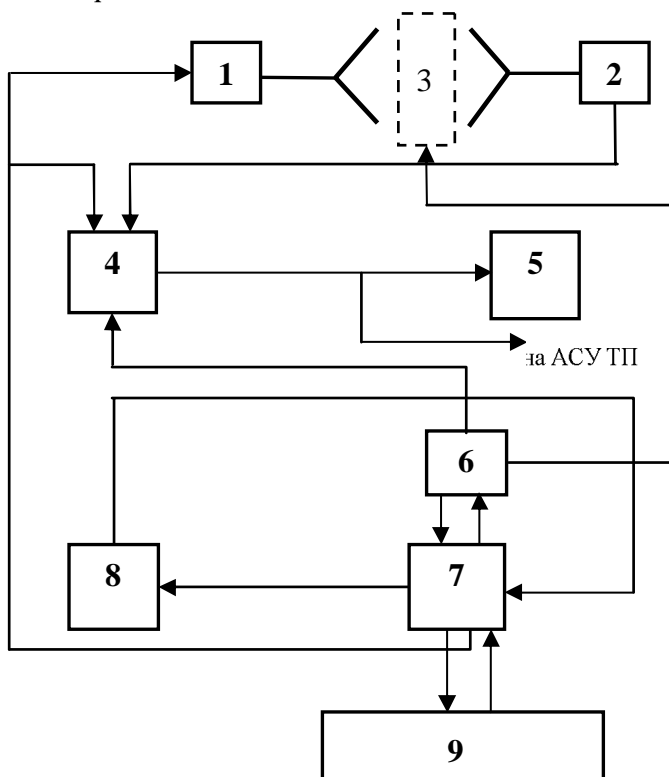


Рис.1. Блок-схема системы для определения влажности аглошихты в технологическом потоке:

1 - СВЧ-модуль, 2 - измерительная станция, 3 - контролируемый образец, 4 - вычислительное устройство, 5 - блок индикации, 6 - блок управления загрузкой и разгрузкой пробоотборника, 7 - регулируемая подвеска с измерительной камерой, 8 - шаговый привод для регулирования по высоте, 9 - ленточный конвейер.

Известно [5,6], что в основу использования СВЧ метода измерения влажности заложена зависимость параметров взаимодействующей с контролируемым материалом электромагнитной волны, от его диэлектрических характеристик. При этом наиболее влияющими величинами при измерении влажности являются плотность и температура рассматриваемого материала. Плотность определяет количество сухого материала и влаги в контролируемом объеме, поэтому от неё зависят диэлектрические параметры образца.

Влияние температуры материала на его диэлектрические свойства обусловлено тем, что колебание температуры (t_M^o) приводят к изменению энергии связи влаги с материалом и к перераспределению влаги между компонентами материала. Поэтому изменение диэлектрических параметров зависит от средней энергии связи влаги с материалом, т.е. от его влажности (W_M). В этом случае также необходимо произвести расчетные операции по определению оптимальной зависимости ΔA и $\Delta \varphi$ от W_M с учетом Δt_M^o .

Анализ работ [1,6,7], подтверждает, что СВЧ-модель обеспечивает повышение степени автоматизации процесса измерения и получения необходимой точности путем автоматического учета основных влияющих факторов плотности (давления) и температуры материала. Она достигается оперативным вводом этих параметров в вычислительное устройство и использованием их в математической модели процесса измерения, при расчете значений влажности W_M исследуемого материала.

На основе результатов проведенных исследований по проектированию системы контроля влажности в технологическом потоке коксика и аглошихты рекомендуется реализация приборно-аппаратурного обеспечения системы с применением СВЧ-модуля со следующими метрологическими характеристиками:

- диапазон измерения влажности 5-18%;
- Относительная погрешность измерения:
 - при крупности составляющих шихты 0-1 мм ($\pm 0,5-0,75\%$);
 - при крупности составляющих шихты 1-5 мм ($\pm 0,1\%$);
 - время измерения 90-120 с.

Для решения задач оптимального проектирования СВЧ влагомеров необходимо разработать методику оценки их качества. В основу оценки должен быть положен комплексный критерий эффективности, включающий в себя доминирующие единичные показатели: точность, надежность и стоимость.

Список литературы:

1. Кричевский Е.С. и др. Контроль влажности твердых и сыпучих материалов. -М.: Энергоиздат,1987, -136 с.
2. Каландаров П.И., Искандаров Б.П, Абдримов Ф.А. Автоматизированная система контроля параметров технологических процессов в производстве аглошихты. ХУП - Международная научно-практическая конференция Инновация-2012.Ташкент, 2012. С.203-205.
3. Исматуллаев П.Р., Каландаров П.И. Сверхвысокочастотная влагометрия и проблемы метрологического обеспечения. //Приборы. 2011 -№7. - С.40-44.
4. Каландаров П.И., Собиров З.А. Информационно-измерительные системы приборов контроля технологических параметров. //Стандарт. 2010. -№1. - С.35-36.
5. Kalandarov P.I., P.R. Ismatullaev, H.A. Usmanova, “The control of information transfer reliability in intellectual control system on the basis of statistical redundancy”. // “Sixth World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation -WCIS-2010”. Tashkent. 2010. -p.67-69.
6. Исматуллаев П.Р., Тургунбаев А., Машарипов Ш.М. Преимущество сверхвысокочастотного метода измерения влажности хлопкосырца. //Вестник ТашГТУ. Ташкент. -2011. - №1-2. -С.47-49.
7. Берлинер М.А., Иванов В.А. Характеристики влагомеров СВЧ. Приборы и системы управления. 1997. -№3. – С.27-30.
8. Бензарь В.К. Техника СВЧ влагометрии. Минск. Высшая школа, 1974. – 349 с.
9. Сайтов Р.И. СВЧ-влагометрия продуктов сельского хозяйства. – Уфа, 1999. – 52 с.
10. Дмитриев А. Федюнин П.А., Казьмин А.И. Неразрушающий микроволновой контроль влажности капиллярно-пористых материалов/ А. Дмитриев, //Вестник ТГТУ. - Тамбов: ТГТУ. - 2008. -№2. - С.299 - 309.
11. Патент №2330268, МПК[^] G01N22/04 СВЧ способ контроля влажности твёрдых материалов/ П.А. Федюнин, Д.А. Дмитриев, А. Дмитриев, Н.П. Фёдоров (РФ). - №2006130341. Заявл. 22.08.06, Опубл.27.07.08. Бюл. №21.
12. Панов А.А. Микроволновая интроскопия при неразрушающем контроле качества магнитодиэлектрических материалов и покрытий/ А.А. Панов, П.А. Федюнин, Д.А. Дмитриев//Вестник ТГТУ. - 2007. №7. – С.34-38.