

УДК 62-52 : 62-493

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УЧЕТА МАССОВОГО РАСХОДА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ НА ПНЕВМОТРАНСПОРТЕ

П. Ф. ТЮРИКОВ, А. В. ДЕМЕНТЬЕВ

Красноярский инженерно-строительный институт

Развитие пневмотранспорта на предприятиях деревообрабатывающей промышленности создает условия для создания систем учета количества технологической щепы с применением микро-ЭВМ. В настоящее время учет материала на пневмотранспорте осуществляется механическими системами, которым присущи следующие недостатки: невысокая точность, низкая производительность, необходимость реконструкции действующих технологических потоков для установки таких систем, большие размеры и металлоемкость. В целом по отрасли 60 % предприятий проводят учет продукции путем обмера круглых лесоматериалов, подаваемых в рубительные машины; 12 % — по выходу готовой продукции; 11 % — по массе; 10 % — по вместимости варочных котлов; 7 % — другими способами [3, 5].

Результаты экспериментов, проведенных в пневмогидротранспортной лаборатории кафедры АСУ и автоматики Красноярского инженерно-строительного института и лаборатории пневмотранспорта СибНИИЦКа, делают возможным разработку и внедрение автоматизированных систем учета массового расхода транспортируемого материала непосредственно по давлению в трубопроводе. Такого рода системы могут быть использованы для пневмолиний, оборудованных воздушодувными машинами центробежного типа. Этот параметр пневмотранспортного потока наиболее доступен для измерения и анализа.

Работа системы основана на экспериментально полученной и теоретически подтвержденной зависимости между массовым расходом материала и давлением в трубопроводе.

Используя уравнение Навье-Стокса, рассмотрим возможность измерения расхода транспортируемого потока по давлению в трубопроводе:

$$\frac{d\rho\bar{v}}{dt} = \bar{F}_m + \nabla T, \quad (1)$$

где ρ — плотность потока;
 \bar{v} — скорость потока;
 \bar{F}_m — массовые силы;
 ∇T — тензор напряжений.

Предположим, что транспортируемый поток несжимаем ($\text{div } \bar{v} = 0$), однороден по длине и сечению трубы ($\rho = \text{const}$), вращательная скорость потока невелика ($\nabla \bar{v} = 0$). С учетом этих допущений, из уравнения Навье-Стокса (1) получаем уравнение Эйлера для идеальной среды [2, 6]:

$$\rho \frac{d\bar{v}}{dt} = \bar{F}_m - \nabla p. \quad (2)$$

Здесь $\nabla p = \frac{\partial p}{\partial x} \bar{l}_x + \frac{\partial p}{\partial y} \bar{l}_y + \frac{\partial p}{\partial z} \bar{l}_z$ — градиент давления.

На основании определения понятия расхода (количество материала через поперечное сечение трубы S за время t) необходимо проинтегрировать уравнение (2) по S и t , предварительно умножив его на $dSdt$:

$$\int_S \rho \bar{v} dS = \iint_{S_t} (\bar{F}_m - \nabla p) dS dt. \quad (3)$$

Допустим, что давление потока (скорость) имеет одинаковую величину в любой точке поперечного сечения трубы. Тогда уравнение (3) с учетом того, что произведение $\bar{F}_m dS = 0$, можно записать в следующем виде:

$$\rho \bar{v} S = \int \nabla p dt. \quad (4)$$

Из уравнения (4) следует, что количество материала \bar{v} плотностью ρ , переданное по трубопроводу сечением S со скоростью \bar{v} за время t , пропорционально интегралу от градиента давления по времени.

Допустим, что тензор давления симметричный, т. е. $\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial p}{\partial y} = \frac{\partial p}{\partial z}$, тогда уравнение (4) можно записать так:

$$\rho \bar{v} S = \int \frac{\partial p}{\partial x} dt. \quad (5)$$

Для определения количества транспортируемого материала достаточно измерять градиент давления по продольной оси на поверхности трубы.

Результаты экспериментальных исследований аэродинамических параметров пневмотранспорта измельченной древесины как на коротких экспериментальных установках, так и на промышленных линиях ПО «Братский ЛПК», подтверждают зависимость (5), хотя давление измеряли одним датчиком. В связи с этим следует отметить, что определенное одним датчиком давление тоже есть градиент — разность между атмосферным давлением и давлением в трубопроводе, или давлением на выходе материала и давлением в точке замера.

Работа системы автоматического учета основана на интегрировании параметра давления в трубопроводе, преобразованного в аналоговый электрический сигнал постоянного тока, который пропорционален количеству перемещаемого материала. Коэффициенты пересчета давления в величину массового расхода технологической щепы определяют на базе нагрузочных характеристик пневмолинии.

При проведении экспериментальных исследований было обнаружено, что потери статического давления в трубопроводе (сопротивление сети) находятся в прямолинейной зависимости от количества подаваемой в трубопровод измельченной древесины. Эта нагрузочная характеристика постоянна для каждой конкретной пневмолинии в каждый момент времени, так как зависит от внешних условий, плотности транспортируемого материала, степени износа внутренней поверхности трубопровода и т. д.

Снятие нагрузочных характеристик пневмотранспортных линий ПО «Братский ЛПК» проводили в следующем порядке. После запуска воздуходушных машин и измерения давления по чистому воздуху включали конвейер подачи щепы нормальной фракции. При достижении стабилизации пневмотранспортного потока по давлению фиксировали показания образцового манометра, установленного до питателя с последующей остановкой конвейера. Далее с одного погонного метра транспортера отбирали пробы щепы и взвешивали. Эксперимент повторяли несколько раз для каждой пневмолинии.

Мгновенный массовый расход технологической щепы, т/ч, определяют по следующей формуле:

$$G_m = 3,6vg, \quad (6)$$

где v — скорость движения ленточного конвейера нормальной щепы, м/с;

g — измеренная масса слоя щепы, взятая с одного погонного метра конвейера, кг.

Ошибка при определении количества транспортируемого материала определяется классом точности датчиков давления и расстоянием между точками их установки Δx . Это расстояние необходимо выбирать из условий инерционности используемых приборов и объекта учета $\Delta x = f(T_{\text{приборов}}, T_{\text{объекта}})$. В настоящее время применяемые на производстве приборы не позволяют с достаточной степенью точности измерить градиент давления на небольших расстояниях.

Кроме того, если с целью учета использовать обычные промышленные датчики давления и преобразователи, то они уже по своей конструкции представляют простейшие интеграторы из-за наличия разного рода пружин и т. п. Поэтому для точного определения градиента давления (расхода материала) необходимо или учитывать интегрирующие свойства датчиков и преобразователей (для чего требуются дополнительные исследования), или использовать безынерционные высокочувствительные датчики давления, например, оптико-электрического типа.

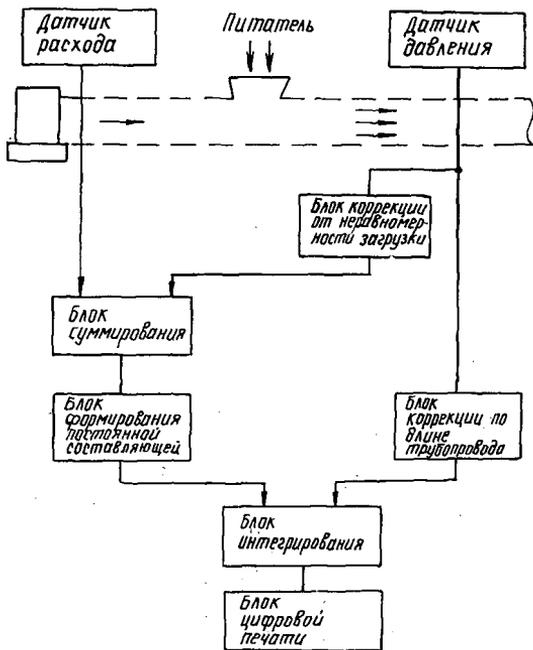


Рис. 1. Общая структурная схема локальной системы автоматического учета массового расхода технологической щепы

Система автоматического учета массового расхода транспортируемого материала, работающая на аэродинамическом методе учета, реализована в работе [1] (рис. 1) и включает в себя датчик расхода, датчик давления, блок коррекции по пульсациям давления от неравномер-

ности загрузки материала в питатель [4], блок суммирования, блок формирования постоянной составляющей, блок коррекции от пульсаций давлений по длине трубопровода, блок интегрирования, блок цифровой печати.

Локальная автоматическая система учета (рис. 2) выполнена на базе датчика давления, в качестве которого используют широко применяемый на производстве пневмоэлектрический преобразователь давления (ПЭ-55М) и вторичного интегрирующего прибора (ПВИ-7).

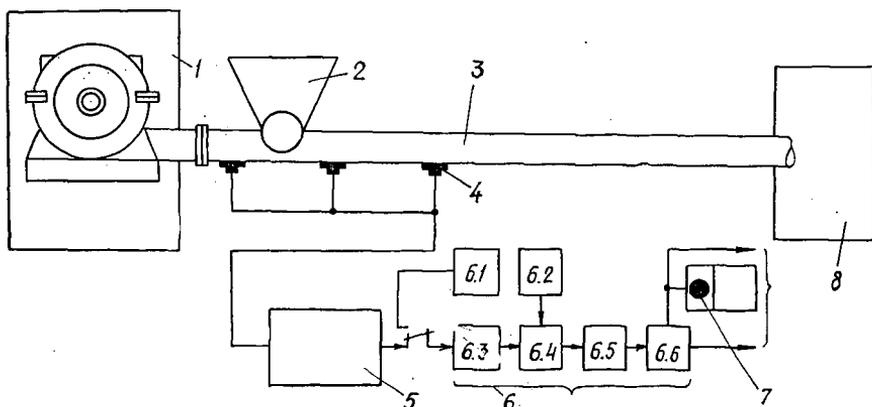


Рис. 2. Общая структурная схема цеховой системы автоматического учета массового расхода технологической щепы: 1 — воздуходувная машина; 2 — питатель; 3 — транспортный трубопровод; 4 — точки отбора давления; 5 — первичный преобразователь давления; 6 — интегратор-счетчик (6.1 — источник эталонного сигнала; 6.2 — генератор эталонной частоты; 6.3 — входное устройство; 6.4 — преобразователь постоянного тока; 6.5 — комбинированный делитель частоты; 6.6 — выходное устройство); 7 — электромеханический счетчик импульсов; 8 — склад хранения технологической щепы

Прибор типа ПЭ-55М предназначен для преобразования пневматического сигнала, поступающего от пневматического датчика или регулятора в унифицированный электрический сигнал постоянного тока.

Интегратор-счетчик ПВИ-7 предназначен для интегрирования унифицированных сигналов постоянного тока и напряжения с цифровым отсчетом значения интеграла от входного сигнала по времени и для формирования импульсных сигналов с периодом повторения импульсов, соответствующим периоду счета.

Цеховая система учета массового расхода технологической щепы построена на базе микро-ЭВМ «Искра-1256» (рис. 2).

Выбор микро-ЭВМ «Искра-1256» в качестве базовой определяется техническими возможностями данной машины и используемого в ней специального алгоритмического языка, удобного для организации учета и управления потоком материала. Интерфейсные блоки машины позволяют проводить учет одновременно по 47 каналам с разными уровнями входных сигналов; что делает возможным создание автоматической системы учета массового расхода технологической щепы для лесопромышленного комплекса с развитой сетью пневмотранспортных линий. Наличие таймера позволяет фиксировать продолжительность работы воздуходувных машин под нагрузкой и длительность простоев пневмолиний.

В настоящее время цеховая система автоматического учета массового расхода технологической щепы находится в стадии промышленного внедрения на пневмолиниях ПО «Братский ЛПК».

Ожидаемый экономический эффект составил 96,4 тыс. р. Локальная система учета на базе счетчиков-интеграторов ПВИ-7 внедрена на пневмолиниях ПО «Братский ЛПК». Фактический экономический эффект составил 37,2 тыс. р. на 61,1 тыс. м³ перемещенного материала. Полученный эффект достигнут за счет улучшения организации производства (снижение времени простоев оборудования, эффективное использование производственных мощностей и т. д.).

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. с. 1229150 СССР. Устройство для управления транспортированием материала в пневмотранспортных системах / П. Ф. Тюриков, А. В. Дементьев.— Оpubл. 07.05.86, Бюл. № 17 // Открытия. Изобретения.— 1986.— № 17. [2]. Дьярмати И. Неравновесная термодинамика.— М.: Мир, 1974.— 304 с. [3]. Кремлевский П. П. Измерение расхода многофазных потоков.— Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1982.— 214 с. [4]. Петровский В. С., Тюриков П. Ф. Автоматическая система регулирования расхода воздуха — средство повышения эффективности пневмотранспорта технологической щепы // Лесн. журн.— 1983.— № 5.— С. 70—73.— (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Производство технологической щепы из отходов лесопиления и деревообработки.— М.: ВНИИПИЭИлеспром, 1978.— 64 с. [6]. Френкель Я. Н. Кинетическая теория жидкости.— М.: Наука, 1975.— 526 с.

Поступила 30 июня 1987 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 676.481

**ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ
ЭЛЕКТРОПРОВОДНЫХ ПОКРЫТИЙ
ЭЛЕКТРОГРАФИЧЕСКОЙ БУМАГИ,
НАПОЛНЕННЫХ ГИДРОФИЛИЗОВАННЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ***Б. П. ЕРЫХОВ, М. Г. КРЫМЕР, А. С. ГОЛОВКОВ,
А. В. МОРЕВ, М. А. ПИЛИЯ*

Ленинградская лесотехническая академия

Один из возможных методов регулирования структуры полиэлектrolитного покрытия — введение наполнителей в состав покровной композиции [1].

Электропроводность материалов с проводимостью ионного типа определяется концентрацией ионов, которая в данном случае обусловлена степенью диссоциации электролита, связанной с количеством влаги, сорбируемой покрытием из окружающей среды. Исходя из этого, большое значение имеет степень гидрофильности всех компонентов покрытия, в том числе применяемого наполнителя.

Анализ литературных данных [1, 2, 4] показал, что из известных наполнителей наилучшие сорбционные свойства имеют каолин, белая сажа, аэросил.

Разработана технология модифицирования поверхности аэросила и белой сажи с целью придания им более гидрофильных свойств, а на Калужском ПО «Хлорвинил» освоено выпуск наполнителей АДЭГ и БСЭГ, модифицированных этиленгликолем, и АМГ, модифицированных глицерином. По методу БЭТ удельная поверхность АДЭГ и АМГ составляет 300 м²/г, БСЭГ — 100 м²/г.

Сорбционные свойства наполнителей оценивали путем определения впитываемости воды при одностороннем смачивании покрытием на основе карбамидоформальдегидной смолы с различной степенью наполнения. Дополнительно в состав покрытия вводили хлористый аммоний в количестве 5 % к массе смолы для ускорения процесса ее отверждения. При таком количестве отвердителя смола обладает минимальной впитывающей способностью и сорбционные свойства покрытия определяются наполнителем.

Покрытия массой 5 г/м² наносили на проклеенный целлюлозный субстрат массой 75 ± 3 г/м² с помощью лабораторной установки с ручной протяжкой, оборудованной ракелем Майера, сушили при температуре 105 °С, а затем термостатировали при 140 °С в течение 10 мин до полного завершения процесса отверждения смолы.

В таблице приведены данные о впитываемости воды при одностороннем смачивании покрытием из карбамидоформальдегидной смолы с различными наполнителями.

Анализ данных, приведенных в таблице, показывает, что мелкодисперсные наполнители в сравнении с каолином значительно эффективнее повышают впитывающую способность покрытия по отношению к воде. Впитывающая способность зависит как от удельной поверхности наполнителя, так и от ее природы. Влагосодержание покрытия значительно возрастает при использовании наполнителя с поверхностью, модифицированной этиленгликолем и особенно глицерином.