12. Пат. 2262080 Российская Федерация, C2, МКИ 7 G 01 F 1/30. Датчик расхода/ В.Ф. Першин, В.Е. Подольский, В.Г. Однолько, С.А. Егоров; заявитель патентообладатель Тамб. гос. техн. ун-т. – №2003110046; заявл. 08.04.03; опубл. 10.10.05, Бюл. №27.

ОРГАНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ДВУХСТАДИЙНОГО ДОЗИРОВАНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Казаков В.А., Лазеев И.С., Пасынков В.В., Явник П.М.

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, e-mail: vanyatambov@mail.ru

Непрерывное дозирование сыпучих материалов являются одной из ключевых операций многих технологических процессов химической, пищевой, фармацевтической и смежных отраслей промышленности [1]. Для осуществления данной операции используются дозаторы различных конструкций, но наиболее широко применяются ленточные дозаторы. Основной метрологической характеристикой дозатора является погрешность или точность дозирования. Анализ работы различных конструкций ленточных дозаторов показывает, что одной из основных причин снижения их точности является динамическое воздействие на весоизмерительное устройство, поскольку определение веса материала, находящегося на ленте транспортера осуществляется при ее движении [1]. Для того чтобы исключить погрешности вызванные динамическими нагрузками был предложен способ двухстадийного непрерывного дозирования сыпучих материалов [2]. Сущность данного способа заключается в том, что на первой стадии осуществляется формирование отдельных порций определенного веса ΔP, которые через равные промежутки времени ΔT подаются в специальные устройства, где они преобразуются в непрерывный поток. Ранее были предложены устройства для преобразования отдельных порций в непрерывный поток: гладкая вращающаяся труба [1]; наклоненные под небольшим углом к горизонту прямоугольный лоток, совершающий вертикальные колебания [4, 5] .

В данной работе предпринята попытка экспериментального исследования двухстадийного дозирования при использовании в качестве преобразователя ленточного транспортера.

Устройство для реализации двухстадийного непрерывного дозирования содержит ленточный транспортер с приводом, установленные на основании. Материал на ленту подается порционным дозатором через узел формирования материала на ленте. Датчик веса входит в состав порционного дозатора. Выгрузка материала осуществляется через узел выгрузки. Скорость движения ленты контролируется с помощью датчика измерения скорости. Блок управления, включен в общую электрическую цепь с приводом ленточного транспортера, узлом подачи материала, функцию которого выполняет порционный дозатор и датчиком скорости движения ленты. Над лентой транспортера, перпендикулярно к направлению ее движения установлена регулировочная пластина с возможностью вертикального перемещения и изменения угла наклона пластины к вертикали.

Численные значения ΔP и ΔP выбираются исходя из заданной производительности с учетом, что $Q=\Delta P/\Delta Q$.

Идеальное преобразование отдельных порций в непрерывный поток осуществляется при равенстве производительностей Q и $Q_П$, как это показано на рис. 1а. На практике данный вариант достигнуть невозможно, поскольку периодически изменяется насыпная плотность и угол естественного откоса. Эти изменения могут быть вызваны разными причинами, например изменением влажности сыпучего материала, вибрацией устройства для распределения материала на ленте транспортера и т.д. При наличии указанных изменений, например при уменьшении насыпной плотности возможен случай, когда $Q_П<Q$. В этом случае материал будет накапливаться перед регулировочной пластиной и дозатор не будет обеспечивать требуемую производительность. Наиболее реальное распределение материала во времени после его ссыпания с ленты показано на рис.1б. В основном, производительность равна $Q+\Delta Q_1$, а перед подачей очередной порции производительность равна $Q-\Delta Q_2$. В общем случае $\Delta Q_1 \neq \Delta Q_2$, однако средняя производительность за промежуток времени ΔT равна Q. На практике желательным является распределение по варианту 1б, максимально приближенное к варианту 1а. В этом случае, с одной стороны, отклонения ΔQ_1 и ΔQ_2 будут минимальны, а с другой стороны, исключена возможность накопления материала перед пластиной.

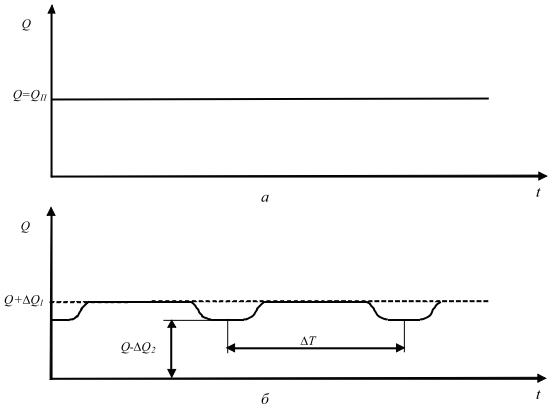

Рис. 1 Варианты изменения производительности на выходе при реализации двухстадийной технологии дозирования

При проведении экспериментов, материал с ленточного транспортера постоянно поступал на весы, которые были установлены под ссыпающим краем транспортера. Информация с весов передавалась на персональный компьютер. Для сокращения времени на обработку результатов экспериментов, было разработано программное обеспечение, которое позволяло не только фиксировать вес материала на весах, в определенные моменты времени, но и строить зависимость изменения веса материала, т.е., так называемую, кумулятивную кривую. Выбрав интервал по времени от кумулятивной кривой легко перейти к дифференциальной кривой, которая характеризует равномерность непрерывного потока. Далее, по этой кривой в программе рассчитывается вес порции материала, который ссыпался с транспортера за выбранный интервал времени. По полученным результатам рассчитывается отклонение веса порции от заданного значения и, в конечном итоге коэффициент неоднородности, то есть фактически-экспериментально определяли точность весового непрерывного дозирования.

Анализ результатов экспериментов показал, что при использовании двухстадийной технологии и предложенного в данной работе устройства для её реализации погрешности, при отборе проб за промежутки времени большие чем (3-5) ΔT, не превышают погрешностей порционного дозирования, которые существенно меньше погрешностей непрерывного дозирования.

Поскольку точность непрерывного дозирования существенно влияет на качество готовой смеси [6, 7, 8, 9] при промышленном использовании описанного выше подхода, вместо весов можно использовать

оптические датчики веса [10] или расхода [11]. В заключении можно сделать вывод о том, что для повышения точности непрерывного весового дозирования, существующие ленточные дозаторы могут быть модернизированы [12] или адаптированы для реализации двухстадийной технологии дозирования.

Список литературы

1. Першина С.В. Весовое дозирование зернистых материалов / С.В. Першина, А.В. Каталымов, В.Г. Однолько, В.Ф. Першин. – М.: Машиностроение, 2009. – 260 с.

2. Пат. 2138783 Российская федерация, С1, МКИ G 01 F 11/00. Способ непрерывного дозирования сыпучих материалов / В.Ф. Першин, С.В. Барышникова; заявитель и патентообладатель Тамб. гос. Техн. ун-т.

3. Пат. 2138784 Российская Федерация, МПК[7] G 01 F 11/46. Барабанный порционный дозатор / В.Ф. Першин, С.В. Барышникова ; заявитель и патентообладатель Тамб. гос. техн. ун-т. – №98110906/28; заявл. 02.06.98; опубл. 27.07.99, Бюл. № 27.

4. Першин В.Ф. Модель процесса смешивания сыпучего материала в поперечном сечении гладкого вращающегося барабана / Теоретические основы химической технологии. – 1989. – Т.23. – №3. – С. 370

5. Пат. 2251083 Российская Федерация, С2, МКИ[3] G 01 F 11/00. Способ непрерывного дозирования сыпучих материалов и устройство для его осуществления / В.Ф. Першин, С.В. Барышникова, Д.К. Каляпин, А.А. Осипов; заявитель и патентообладатель Тамб. гос. техн. ун-т. – № 2003109774/28; заяв. 07.04.03; опубл. 27.04.05, Бюл. № 12.

6. Першин В.Ф. Упорядоченный способ смеси приготовления / В.Ф. Першин, М.М. Свиридов // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. 2008, Т. 51, № 6. – С. 66-69.

7. Першин, В.Ф. Механизм пересчета концентраций компонентов по подслоям в барабанном смесителе / В.Ф. Першин, Ю.Т. Селиванов, А.В. Орлов // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2003. – № 2. – С. 5 – 8.

8. Селиванов Ю.Т. Расчет регламента загрузки компонентов в циркуляционные смесители / Ю.Т. Селиванов, В.Ф. Першин, А.С. Дурнев // Химическое и нефтегазовое машиностроение, № 1, 2011. – С. 16-19.

9. Селиванов Ю.Т. Некоторые аспекты практического использования циркуляционных смесителей сыпучих материалов / Ю.Т. Селиванов, В.Ф. Першин // Химическая промышленность сегодня, № 2, 2011. – С. 51-55.

10. Егоров С.А. Перспективы использования оптических датчиков перемещения для непрерывного дозирования сыпучих материалов / С.А. Егоров, В.Ф. Першин, В.Е. Подольский // Вестник ТГТУ. – Тамбов, 2008. – Т.14, №1. – С 32-40.

11. Пат. 2262080 Российская Федерация, С2, МКИ 7 G 01 F 1/30. Датчик расхода/ В.Ф. Першин, В.Е. Подольский, В.Г. однолько, С.А. Егоров; заявитель патентообладатель Тамб. гос. техн. ун-т. – № 2003110046; заявл. 08.04.03; опубл. 10.10.05, Бюл. №27.

12. Явник П.М. Моделирование процесса непрерывного весового дозирования/ П.М. Явник, С.В. Першина, В.Ф. Першин / Вестник ТГТУ. 2012. Том 18. № 4. С.912-916.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВНЕЦЕНТРЕННО СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРОГРАММНОМ РАСЧЕТНОМ КОМПЛЕКСЕ SCAD

Козлов А.А., Кузина Ю.А., Буланов В.Е.

Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, e-mail: sanche93@mail.ru

Внецентренно сжатые элементы широко используются во многих отраслях промышленности. Они могут работать как в упругой, так и в упруго пластической стадии. При этом нормативные документы (включая [1,2]) не содержат рекомендаций по определению деформаций данных стержней. Для исследования напряженно-деформированного состояния применяются различные способы. В последнее время получили широкое распространение программно-расчетные комплексы. Среди них ПК Лира, SCAD Office, Nastran и т.д. [3].

Нами была предпринята попытка оценить возможность применения комплекса SCAD Office 11.5.1 для исследования состояния стального симметричного двутаврового сечения и сравнения результатов с результатами экспериментов [4-7].

Программный комплекс SCAD предназначен для выполнения полного набора расчетов, включая расчет напряженно-деформированного состояния, собственных частот и форм колебаний, анализ устойчивости, исследование установившихся и неустановившихся процессов, нелинейных статических и быстротекущих процессов, нелинейных динамических переходных процессов, расчет критических частот и вибраций роторных машин, анализ частотных характеристик при воздействии случайных нагрузок. В нем предусмотрена возможность моделирования практически всех типов материалов, включая композитные и гиперупругие.

Нами в программе SCAD была спроектирована модель двутавровой колонны со следующими размерами: длина модели 5 м; толщина полок 4 мм; толщина стенка 2,2 мм. В качестве материала для изготовления принята «сталь обыкновенная» R_y = 270 МПа из сортамента комплекса, имеющая наиболее близкие характеристики со сталью ВСт3сп3 НО 14637-89, использованной для изготовления образцов колонн (предел текучести материала стенки $\sigma_т$ = 265 МПа, поясов $\sigma_т$ = 260 МПа).

Для более точного расчета и выявления опасных зон колонна была построена из большого числа конечных элементов (КЭ). Стенка двутавра имеет шаг разбивки 0,01 м, т.е. 500 рядов в длину и 18 рядов по высоте. Каждая единица КЭ представляет собой прямоугольную «пластинку». По исходным данным программы все «пластинки» сшиваются, образуя стенку разбитую на сектора и работающую как единое целое.

Полки двутавра заданы с помощью четырех узловых пластин, каждая из которых имеет свою жесткость и толщину, после чего с помощью программной функции «дробление 4-узловых пластин» были разбиты так же, как и стенка на КЭ: 500 рядов по длине верхнего и нежнего пояса (направление X в программе) и 10 по ширине (направление Y в программе).

Для задания эксцентриситета использовалась функция программы «абсолютно твердое тело» ниже АТТ. Размеры АТТ заданы с помощью узлов входящих в него таким образом, что бы эксцентриситет приложения нагрузки равен 100 мм.

С одной стороны расположен неподвижный шарнир устанавливающий связи в направления X Y Z с другой стороны установлен подвижный шарнир устанавливающий связи в направлениях Y Z все по краям полок установлены связи в направлении Y по длине на расстояние l/3 для обеспечения жесткости в направлении Y (плоскости наименьшей жесткости).

Загружение происходило, как и в опыте, проводимом при испытании колонн на стенде ступенями: на первом этапе (от 20 до 80 кН) шаг составлял 20 кН, после 80 и до 110 шаг был уменьшен до 5 кН с целью уточнения величин критических нагрузок.

На рис. 1 представлено сравнение экспериментальных данных с результатами моделирования. Из рисунка видно, что вплоть до нагрузки 80 кН, которая примерно соответствует краевому напряжению, равному пределу пропорциональности материала, экспериментальные и расчетные величины деформаций практически совпадают, при этом отклонения не превышают 5-7 %. Следует отметить, что экспериментальные кривые чуть более пологи. При больших нагрузках теоретическая кривая изгибается более полого, что связано с увеличенным коэффициентом запаса, установленным программным комплексом.

Разрушение конструкции, как в теоретическом, так и в экспериментальном случае, произошло из-за потери устойчивости сжатым поясом в зоне между упорами, раскрепляющими модели от потери устойчивости из плоскости действия изгибающего момента, при нагрузках 105-110 кН при этом общая теоретическая деформация превышает экспериментальную на 25-32 %.