

ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ

622.7:311.026

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОПИСАНИЯ ДРОБИЛЬНО-ПОМОЛЬНОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

В. П. Розен, канд. техн. наук, А. В. Мейта, асп. (НТУУ «КПИ»)

Розглянуто деякі аспекти опису технологічного процесу помолу, порушено проблеми повноти і адекватності інформаційного відображення дробильно-помольного комплексу як об'єкта управління. Проаналізовано існуючі підходи до побудови системи автоматичного управління помолом і запропоновано комплексний підхід до опису процесів, що протікають у помольних пристроях. Цей підхід, у поєднанні з поставленою задачею оптимізації електроспоживання, дозволить забезпечити економію електроенергії та стабільність технологічного процесу.

Существующие трудности в энергетике Украины обуславливают необходимость пересмотра взглядов на то, как следует распределять и использовать энергетические ресурсы. Вопросы рационального энергопотребления в первую очередь должны решать наиболее крупные энергопотребители – угледобывающая, машиностроительная, химическая, металлургическая и строительная отрасли промышленности.

Одной из наиболее энергопотребляющих отраслей хозяйства является строительная промышленность. Получение строительного материала начинается с добычи и подготовки сырья, его первичной обработки, дробления, помола. Принципиальная конструкция существующего на сегодняшний день объекта управления (ОУ) в технологическом процессе измельчения (дробилка, мельница, грохот) и протекающие в нем рабочие процессы не претерпели существенных изменений за последние два-три столетия. Совершенствовались только системы управления ими.

Первые, наиболее простые системы управления (СУ) реализовали принцип управления, согласно которому изменение некоторого параметра, характеризующего работу мельницы ΔX (например, вращающего момента), приводило к изменению управляющего воздействия ΔY (например, подачи) [1]. Такие одноконтурные системы различаются между собой лишь выбранными управляющими и управляемыми воздействиями. К первым относятся загрузка, частота вращения, выходная производительность, ко вторым – ток пылеуловительной системы, внутримельничное заполнение, давление масла в цапфе [2, 3]. Одноконтурная схема управления представлена на рис. 1. К

недостаткам такого подхода следует отнести то, что не уделялось внимания влиянию возмущающих воздействий Z . Одно и то же управляющее воздействие U было реакцией на все возмущающие воздействия, независимо от причины; не учитывалась также степень корреляционной связи между ними.

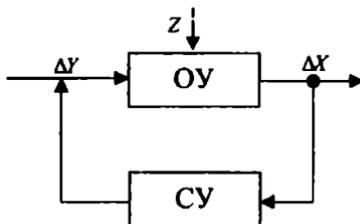


Рис. 1. Одноконтурная схема управления

Другой принцип управления (рис. 2) предусматривает поддержание регулируемого параметра X , например, скорости, в заданных пределах [1]. Для этих целей в системах применяют различного рода задатчики (3), регламентирующие производительность, разность степени загрузки камер, пределы внутримельничного заполнения [4–6]. Достоинством этого способа является то, что проводится поиск фактора, в наибольшей мере влияющего на работу объекта. Однако при этом не учитывается тот факт, что оптимальный режим может характеризоваться не режимом работы с фиксированными параметрами рабочего процесса, а некоторым законом изменения этих параметров.

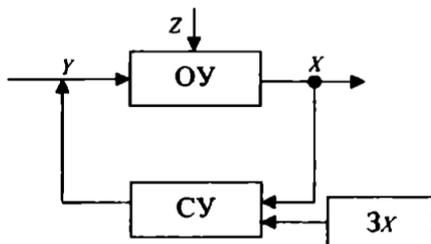


Рис. 2. Одноконтурная схема управления с задатчиком

Дальнейшее совершенствование систем управления привело к созданию многоконтурных систем управления, в которых сочетаются оба вышеизложенных принципа регулирования. Выработка управляющих воздействий $Y_0 \dots Y_N$ по контурам производится при условии, что некоторая управляемая величина X_0 , например тонкость помола, фиксируется в заданных пределах, а регулирование осуществляется с учетом изменения остальных управляемых переменных $X_1 \dots X_N$, таких как степень загрузки, ток пылеуловительной системы и разность давления в камерах [7].

Одним из направлений исследований является более полное раскрытие информационных сигналов, установление связей между легкоизмеримыми величинами (амплитуда и частота акустического шума) и параметрами, недоступными измерению во время работы мельницы (состояние мелющих тел и футеровки, сортамент шаров, крупность, твердость, влажность и количественный состав внутримельничного заполнения) [8, 9]. Этот подход очень полезен для построения адекватных моделей управляемых объектов, нахождения эффективных управляющих воздействий и оценки степени влияния различных возмущающих факторов на работу управляемого объекта.

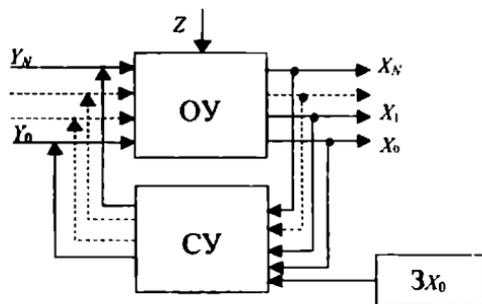


Рис. 3. Многоконтурная схема управления

В настоящее время задачи управления дроблением и помолом в основном сводятся к поддержанию на заданном уровне либо изменению по требуемому закону производительности питателя Q и тонкости помола T [1] (рис. 4).

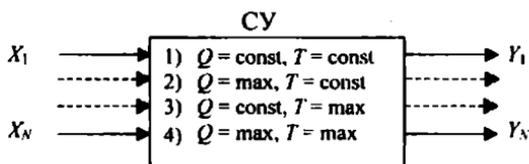


Рис. 4. Схема существующего подхода к управлению помолом

Эти величины характеризуют количественные и качественные показатели помола как технологического процесса. Однако это описание помола не затрагивает такой важной характеристики процесса, как его эффективность. В качестве критерия эффективности следует принять показатель электропотребления W . Разрушение вещества дроблением и истиранием является по своей природе энергоемкой технологией с большими потерями. Поэтому необходимо правильно использовать ту часть энергии, которая непосредственно совершает полезную работу, и не увеличивать и без того большие потери, что может быть достигнуто благодаря оптимальному управлению.

При создании систем автоматического управления измельчением необходимо учитывать следующее.

1. В процессе измельчения можно выделить несколько десятков факторов (управляющие, управляемые и возмущающие воздействия), причем каждая новая переменная усложняет управление процессом. Однако решения по управлению на основе поля факторов будут тем точнее, чем полнее это поле.

2. Величины, описывающие процесс измельчения, в большинстве своем изменяются по случайным законам. В качестве примера можно назвать гранулометрический состав исходного материала, тонкость выходного продукта, качество мелющей среды.

3. Объекты типа мельниц представляют собой своего рода «черный ящик». Поскольку мы имеем дело с входными и выходными переменными и строим описывающие их модели, используя данные о конструктивных особенностях мельниц, то можно только предполагать, по каким законам протекают процессы внутри объекта.

4. Большие сложности связаны с количественным описанием качественных величин, таких как крупность материала, качество мелющей среды, степень износа футеровки. Эти параметры определяются оператором и выдаются в форме описания или сравнения, что требует применения принципиально нового математического аппарата.

5. Наличие многих переменных приводит к столь же большому числу связей между ними, поэтому одной из важнейших задач, определяющих работу объекта, является установление значимости этих переменных, их зависимости друг от друга и иерархии.

6. Необходимым требованием к системе управления является ее оперативность. Важно, чтобы сигнал управления соответствовал действительной ситуации на объекте. Чем большей инерционностью обладает объект (а измельчительное оборудование относится именно к таким объектам), тем больше значимость данного требования.

Принимая во внимание важность решения проблемы энергосбережения, можно предложить такую формулировку цели оптимального управления: обеспечение минимального электропотребления при поддержании производительности и качества помола в регламентируемых пределах. Эту же цель можно сформулировать и как задачу многокритериальной оптимизации, а именно, достижение минимального электропотребления, максимальной производительности и максимального качества помола (рис. 5).

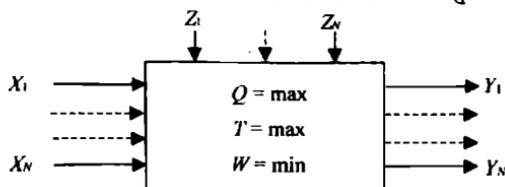


Рис. 5. Схема предлагаемого подхода к управлению помолом

Потребляемая мельницей мощность зависит от ее загрузки и скорости вращения [1], поэтому модель электропотребления мельницы можно представить в виде двух взаимодействующих составляющих: скорости вращения барабана n и внутримельничного заполнения (ВЗ). Скоростная составляющая однозначна, не ниже некоторого значения, при котором вообще возможен помол, и легко управляется при помощи регулируемого привода. Внутримельничное заполнение является, напротив, функцией многих переменных. Прежде всего, эта величина определяется заданными производительностью и качеством, затем она должна учитывать как можно большее число возмущающих воздействий и быть функцией времени (выполнять функции прогнозатора (ПР) – определять влияние предыдущих значений факторов на их текущие значения). Такое представление о внутримельничном заполнении позволит учесть многофакторность объекта и устранить влияние его инерционности (рис. 6).

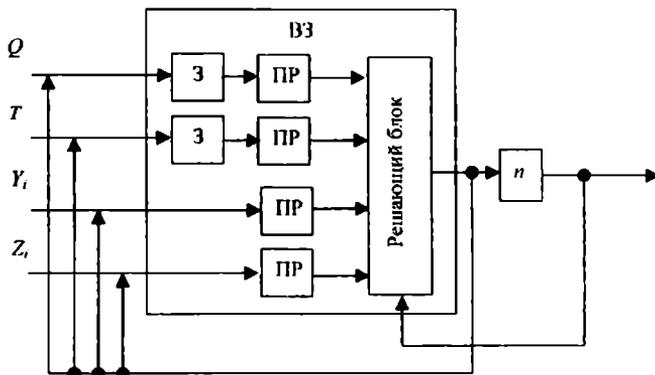


Рис. 6. Модель электропотребления мельницы

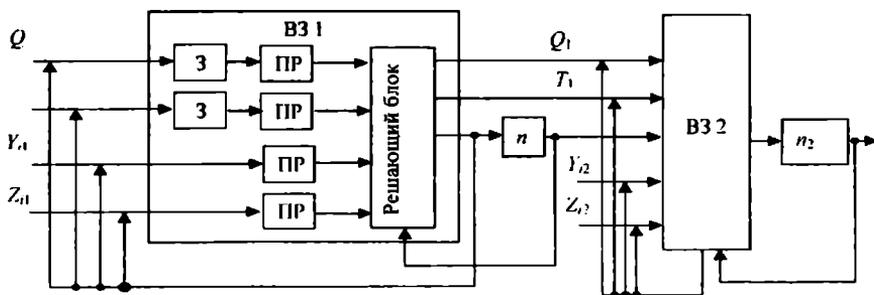


Рис. 7. Модель электропотребления при совместной работе двух мельниц

На основании описанной выше модели мельницы можно строить и модели более сложных систем, описывающие процесс многостадийного помола: последовательной работы двух мельниц либо комплекса дробилка-мельница (рис. 7). В этом случае имеется система из двух электропотребляющих объектов и задачей уже будет подбор сочетания скоростей, обеспечивающего минимальное электропотребление. При этом первая мельница будет выполнять функции питателя относительно второй мельницы. В этом случае появляется возможность регулирования не только производительности, но и качества измельчения продукта. Для оптимального энергопотребления следует подобрать такую тонкость выходного продукта первой мельницы, при которой общее энергопотребление системы будет минимальным. То есть, если в случае работы одного объекта скорость являлась регулирующим параметром, а производительность и тонкость помола внутренне рассчитываемыми, то при совместной работе все три переменные для первой мельницы становятся регулируемыми.

1. Утеуш З. В., Утеуш Э. В. Управление измельчительными агрегатами. – М.: «Машиностроение», 1973. – 280 с.
2. А.с. 1351673 СССР, МКИ В 02 С 25/00. Система автоматического контроля параметров цикла измельчения / Зобин Б. Б. и др. – 1986.
3. А.с. 895511 СССР, МКИ В 02 С 25/00. Способ автоматического управления внутримельничной загрузкой многокамерной шаровой мельницы / Урекадзе Д. А. и др. – 1982.
4. А.с. 740281 СССР, МКИ В 02 С, 25/00. Способ оптимального управления работой мельницы самоизмельчения / Андреев Е. Е. и др. – 1980.
5. А.с. 1740063 СССР, МКИ В 02 С, 25/00. Устройство автоматического регулирования процесса измельчения в шаровой мельнице / Архипов Н. Ф. – 1990.
6. А.с. 1819673 СССР, МКИ В 02 С, 25/00. Способ экстремального управления загрузкой шаровой вентилируемой мельницы и устройство для его осуществления / Кузнецов В. Н., Сергеев Г. А. – 1991.
7. А.с. 718168 СССР, МКИ В 02 С, 25/00. Способ автоматического управления внутримельничной загрузкой в цементной мельнице / Урекадзе Д. А. и др. – 1978.
8. А.с. 1789271, В 02 С, 25/00. Устройство для автоматического контроля износа шаров в мельнице / Роговский В. Т., Роговский Т. А. – 1991.
9. А.с. 532392 СССР, МКИ В02С 25/00. Система автоматического регулирования барабанной мельницей самоизмельчения / Шутов В. В. и др. – 1976.