

XVI vsrossiyskoy naucho-tehnicheskoy konferentsii (Power engineering, ecology, reliability, safety: Proceedings of the VII All-Russian Scientific and Technical Conference). Tomsk, 2010, pp. 46-48.

8. Zykin F.A. Opredelenie stepeni uchastiya nagruzok v snizhenii kachestva elektricheskoy energii [Determining of impact consumers in the power quality distortion]. *Electrichestvo*, 1992, vol. 11, pp. 13-19.

9. Srinivasan K. On Separating Customer and Supply Side Harmonic Contributions // *IEEE Transaction On Power Delivery*. – 1996. – V.11. - №2.

10. A. Dell'Aquila, M. Marinelli, V. G. Monopoli, P. Zanchetta. New Power-Quality Assessment Criteria for Supply Under Unbalanced and Nonsinusoidal Conditions. // *IEEE Transactions on Power Delivery*. – 2004. – V.19 - №3.

11. Senderovich G.A. Opredelenie dolevogo uchastiya sub'ektov v otvetstvennosti za narushenie simmetrii naprya zheniy [Determination of share participation of subjects in responsible in making unbalanced condition]. *Naukovi pratsi Donetskogo Natsionalnogo Tekhnichnogo Universytetu*, 2011, vol. 11(186), pp. 330-335.

УДК 621.311

А. В. Волошко, д-р техн. наук, доцент, **Д. В. Філянin**

**Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
ВИЗНАЧЕННЯ ДЖЕРЕЛ ГАРМОНІЧНИХ СПОТВОРЕНЬ В ТОЧЦІ ЗАГАЛЬНОГО
ПІДКЛЮЧЕННЯ НА ПРИКЛАДІ СПРОЩЕНОЇ МОДЕЛІ РОЗПОДІЛЬНОЇ МЕРЕЖІ**

Актуальність роботи обумовлена необхідністю достовірного визначення джерел гармонік в розподільній мережі для ефективного функціонування системи штрафів і санкцій. У статті проведено огляд існуючих методів визначення винуватців порушення синусоїдальності кривої напруги в точці загального підключення розподільної мережі. На прикладі спрощеної моделі запропоновано новий підхід до визначення джерел гармонік в розподільній мережі за методом, заснованим на вимірюванні знаку і величини спотворюючої потужності.

Ключові слова: якість електроенергії, гармоніки, потужність спотворення, коефіцієнт гармонік джерело спотворення.

Надійшла 04.03.2015

Received 04.03.2015

УДК 621.311.1:621.9.263:681.51/54

В.П. Розен, д-р. техн. наук, професор; **В.П. Калинчик**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.

А.В. Мейта, канд. техн. наук

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

В.Г.Скосырев, канд. техн. наук

ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ДРОБИЛЬНО-ПОМОЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

В работе рассматривается оптимизация режимов работы дробильно-помольного комплекса с применением численного моделирования объектов, входящих в состав комплекса. Моделирование позволяет установить время, необходимое для измельчения на каждой стадии помола и определить момент перехода от одной стадии к другой, что позволяет избежать излишних энергозатрат.

Ключевые слова: дробильно-помольный комплекс, оптимизация, модель, электропотребление.

Введение. Работа дробильно-помольного комплекса определяется несколькими десятками факторов, многие из которых имеют случайный характер. Каждому сочетанию факторов соответствует определенный технико-энергетический режим работы комплекса. Базой для создания модели дробильного комплекса являются модели его компонентов, используя которые возможно решение оптимизационной задачи [1]. В простейшем случае комплекс может быть представлен как два

последовательно работающих агрегата. Такая модель, состоящая из компонентов, дает возможность учитывать не только выходные величины, но также внутренние связи между элементами комплекса.

Цель и задачи исследования. Целью исследования является разработка новой модели оптимального по электропотреблению управления электротехническим комплексом “дробилка - мельница”, согласно которой системой управления технологическим процессом определяется оптимальная степень измельчения вещества для каждой стадии процесса, что позволяет выполнять оптимизацию работы комплекса в целом, а не только отдельных его составляющих.

Результаты исследований. Пусть дробильный комплекс состоит из нескольких измельчающих агрегатов, включенных в последовательную работу (рис. 1).

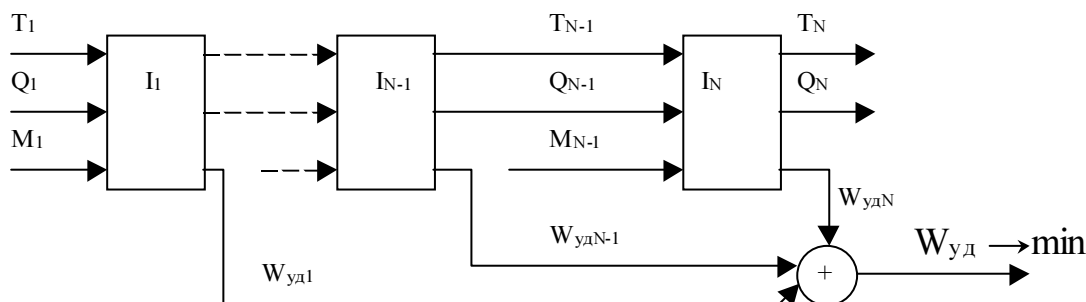


Рис. 1. Модель дробильного комплекса

Каждый агрегат, входящий в состав комплекса, характеризуется некоторой величиной потребляемой мощности либо потребляемой мощностью на тонну измельченного вещества, величина которой зависит от ряда факторов (примем к рассмотрению такие факторы, как масса мелющих тел M , производительность агрегата Q и крупность исходного сырья T) и крупностью готового продукта [2]. Крупность готового продукта определяется режимом работы агрегата и временем измельчения, что оказывает влияние на величину потребленной мощности. Отношение крупности продукта на входе к крупности продукта на выходе определяет степень измельчения продукта i . Для N последовательно включенных объектов общая степень измельчения определяется произведением степеней измельчения на каждой стадии.

$$i = \prod_{K=1}^N i_K . \quad (1)$$

Величина потребляемой мощности для комплекса состоит из суммы электропотреблений отдельных агрегатов.

$$W = \sum_{K=1}^N w_K . \quad (2)$$

При использовании в качестве оптимизационной функции удельного электропотребления следует учитывать, что эта величина определяется не только величиной полученной мощности, но и производительностью. Суммирование удельных электропотреблений возможно только для величин, характеризующих один и тот же режим работы комплекса. Тогда общее удельное электропотребление группы объектов (для не изменяющегося от объекта к объекту сырьевого потока – условие совместной работы элементов комплекса, включенных последовательно) определяется суммированием удельных электропотреблений каждой стадии.

$$W_{y\partial} = \sum_{K=1}^N w_{y\partial_K} . \quad (3)$$

Тогда, задача оптимизации для дробильного комплекса с производительностью изменяющейся в нешироких пределах запишется в виде

$$\begin{cases} W_{y\partial}(Q, i, k_N) \rightarrow \min \\ Q = const \in [Q_{\min}, Q_{\max}] \\ i \geq i_{\partial on} \end{cases} . \quad (4)$$

При таком представлении комплекса удельное электропотребление представляется нелинейной функцией, определяющей состоянием каждого элемента, каждый из которых в свою очередь является функцией многих переменных. Здесь возможны два варианта решения: первый – сведение всех переменных к одной, искусственно введенной (выражение всех переменных через одну из них) и второй – числовое решение задачи, путем последовательной подачи на входы модели возможных состояний системы. Вторым вариантом является более трудоемким, однако, его точность будет определяться точностью входящих в него моделей.

На начальной стадии решения задачи при помощи числовой модели достаточно выявление зон локальных минимумов функции с целью более детального их исследования в дальнейшем, поскольку, каждый из них может быть минимумом по одной из входящих переменных и характеризовать лишь определенные режимы работы. Поскольку объекты дробильного комплекса являются инерционными и многопеременными, то возможно некоторое расхождение между расчетным оптимальным режимом и «реальным» оптимальным режимом, поэтому следует учитывать ограничения по точности накладываемые свойствами объекта. Кроме того, в зависимости от выбранных приоритетов предпочтение может быть отдано тому или иному локальному минимуму.

Для управления помолом аппроксимируется функция параметров технологического процесса. На вход подаются значения параметров вещества, измельчающей среды, состояния оборудования и т.д. Параметры сети настраиваются таким образом, чтобы для любой комбинации на входе погрешность формируемого на выходе сигнала была минимальна. Выход сети, в зависимости от требований, мог определяться в виде электропотребления, качества помола и др.

Рассмотрим графическое представление поиска оптимального по электропотреблению режима. К рассмотрению принимается один рабочий суточный цикл. Как показывает исследование кривых износа мелюшей среды, за такой промежуток времени износ мелющих тел составляет 1- 4 %. В связи с этим величину шаровой загрузки принимаем как постоянную величину [3].

Для последовательно работающих агрегатов величина производительности так же может быть принята постоянной. Поэтому, для графического решения достаточно зависимости электропотребления W от крупности выходного продукта T . Зависимость $W = f(T)$ носит возрастающий характер с постоянно возрастающим углом наклона кривой, что объясняется тем, что с уменьшением крупности сырья его измельчение становится все более энергозатратным. Энергозатраты на измельчение на порядок выше, чем на дробление [4], а значит, правильное распределение степени дробления - измельчения между агрегатами позволит обеспечить экономию энергоресурсов. Ориентировочный вид кривых $W = f(T)$ представлен на рис. 2. Ось крупности вещества (тонины) градуируется от наибольшей крупности входного сырья (начало координат) по убывающей в положительном направлении оси. Область определения кривых имеет ограничения, физический смысл которых в отображении наибольшего размера входного куска и наименьшей, возможно достижимой крупности измельчения для данного агрегата. Возможны два варианта взаимного расположения кривых описывающих работу агрегатов. В первом случае кривые 1 и 2 не имеют общей точки на интервале от T_{ex} до T_{zao} . Такое расположение указывает на то, что оптимальный по электропотреблению режим состоит в измельчении в первом объекте до крупности, являющейся для второго объекта максимальной допустимой входной, и дальнейшая обработка сырья вторым агрегатом. В случае существования общей точки у кривых, описывающих работу объектов на участке от T_{ex} до T_{zao} , измельчение первым агрегатом до тонины, соответствующей точке пересечения графиков и последующее доизмельчение вторым объектом обеспечит оптимальный энергосберегающий режим.

Принимая во внимание то, что уменьшение крупности вещества происходит по экспоненциальному закону с течением времени, то ось тонины можно представить как логарифмическую ось времени и в дальнейшем перейти к линейной оси времени. При этом в системе координат мощность-время площадь ограниченной кривыми фигуры будет отображать потребленную за процесс энергию.

Точка пересечения графиков $W = f(T)$ в координатах тонина-мощность характеризует режим работы двух объектов для одной смены (суток). Изменение массы мелюшей среды (так же возможен учет влияния износа футеровки либо рабочих поверхностей) вызывает некоторое изменение вида кривых. Поскольку за время работы между догрузкой мелющих тел масса шаровой загрузки может уменьшиться на 50 %, то отображая зависимость $W = f(T)$ с некоторой дискретностью получим некоторое семейство кривых описывающее работу объекта для различных состояний мелюшей среды, изменяющейся с течением времени. Для каждой пары кривых из семейства кривых, описывающих работу измельчительных агрегатов можно определить точку оптимального режима. Так как, кривые отображают состояния объектов в разные моменты времени, то получаем последовательность точек режима совместной работы объектов комплекса в течение времени. Принимая за начальную точку работы комплекса работу с определенными состояниями оборудования работу комплекса между догрузками

можно контролировать по полученной эмпирической зависимости «граничная крупность измельчения – время». При изменении состояния оборудования производится новое определение начальной точки и затем цикл повторяется до внесения изменений в состояние комплекса.

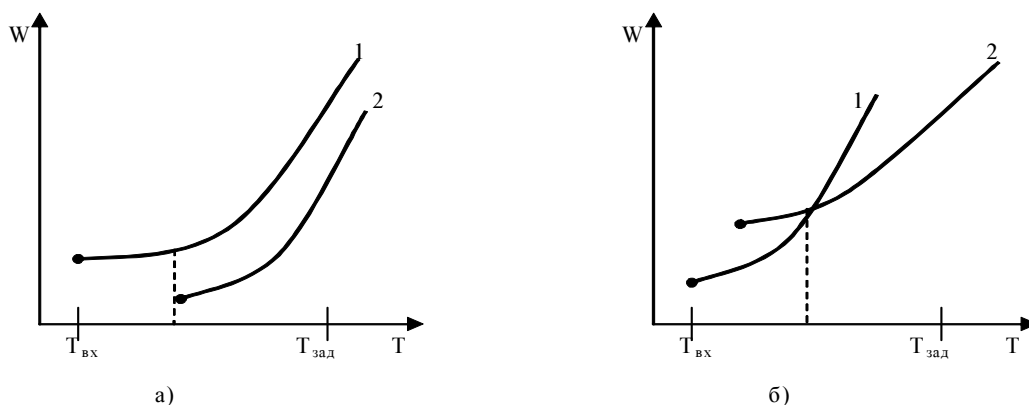


Рис. 2. Графическое определение оптимального режима

Выводы.

Энергосберегающий эффект в дробильно-помольном комплексе достигается при работе комплекса в оптимальном по электропотреблению режиме, который характеризуется расчетной тонкостью измельчения, при которой осуществляется переход от одной стадии измельчения к следующей (более тонкой). Экономия обеспечивается за счет того, что измельчающие агрегаты обладают изменяющимися энерготехнологическими характеристиками для различных крупностей вещества (каждый агрегат обладает максимальной эффективностью только на определенном диапазоне крупности) и поэтому, для нескольких стадий измельчения работа последовательно сменяющихся агрегатов более эффективна, чем работа одного агрегата.

Список литературы.

1. Розен В.П. Некоторые вопросы информационного описания дробильно-помольного комплекса в условиях создания автоматизированной системы управления/ Розен В.П., Мейта А.В. // Вісник НТУУ «КПІ», серія «Гірництво», 2002, вип. 6. - С. 95 – 100.
2. Розен В.П. Применение моделей на базе нейронных сетей для решения многокритериальной задачи управления дробильно-измельчительным комплексом/ Розен В.П., Калинчик В. П., Мейта А.В // Вісник НТУУ «КПІ», серія «Гірництво», - 2003, вип. 8. – С. 134 – 141.
3. Перов В.А. Дробление и грохочение полезных ископаемых [Текст] /Перов В.А. Андреев Е.Е. Биленко Л.Ф. Учебник для вузов. - М.: Недра, 1990.- 318 с.
4. Белых Б.П. Электрические нагрузки и электропотребление на горнорудных предприятиях [Текст] / Белых Б.П., Свердель И.С., Олейников В.К. – М., Недра, 1971. - 248 с.

УДК 621.311.1:621.9.263:681.51/54

В.П. Розен, д-р. техн. наук, профессор

В.П. Калінчик, канд. техн. наук, старш. науч. співр.;

О.В. Мейта, канд. техн. наук

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

В.Г. Скосирев, канд. техн. наук

ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ДРОБИЛЬНО-ПОМОЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ

У роботі розглядається оптимізація режимів роботи дробильно-помольного комплексу із застосуванням чисельного моделювання об'єктів, що входять до складу комплексу. Моделювання дозволяє встановити час, необхідний для подрібнення на кожній стадії помелу і визначити момент переходу від однієї стадії до іншої, що дозволяє уникнути зайвих енерговитрат.

Ключові слова: дробильно-помольний комплекс, оптимізація, модель, електроспоживання.

V. Rozen , V. Kalinchyk, O. Meyta
National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”
V. Skosyrev
SHEI "Azov State Technical University"

ELECTRICITY CONSUMPTION OPTIMIZATION FOR CRUSHING-GRINDING COMPLEX

The article examines modes optimization for crushing-grinding complex applying numerous objects modeling for objects which are components of complex. The modeling allows to define the time period required for crushing on every stage of grinding and to estimate the moment for transition from one stage to another. It allows to avoid superfluous energy consumption.

Key words: crushing-grinding complex, optimization, model, electricity consumption.

1. Rozen V.P. Matters for informational description of crushing-grinding complex under automated managing systems formation / Rozen V.P., Meyta A.V. // Visnyk NTUU “KPI”, series of “Mining”, 2002, issue # 6. – p. 95-100.

2. Rozen V.P. Application of models based on the neural networks for solving of the multi-criteria management task of crushing-grinding complex / Rozen V.P., Kalinchik V.P., Meita A.V // Visnyk NTUU “KPI”, series of “Mining”, 2003, issue # 8. – p. 134-141.

3. Perov V.A. Crushing, grinding and tossing mineral resources [Text] / Perov V.A., Andreev E.E., Bilenko L.F. Educational textbook. – M.: Nedra, 1990. – 318 p.

4. Belykh B.P. Electrical loads and electricity consumption on ore mining enterprises [Text] / Belykh B.P., Sverdel I.S., Oleinikov V.K. – M.: Nedra, 1971. – 248 p.

Надійшла 20.01.2015

Received 20.01.2015

УДК 621.311

К.О. Приймак; Г.Б. Варламов, д-р техн. наук, професор
Н.В. Оліневич, О.П. Дашенко

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ДОСЛІДНЕ ВИПРОБУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ КОМПЛЕКСНОЇ ПАРАМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ФАКТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБ'ЄКТУ

Розглядаються переваги застосування створеної методології комплексної параметричної ідентифікації фактичних характеристик енергетичного обладнання та об'єктів, реалізація якої забезпечить проведення систематизованого моніторингу, аналізу та прогнозування реального стану як окремих вузлів, агрегатів, установок так і енергетичного об'єкта в цілому. Доведені переваги використання нової програмної системи, яка реалізує алгоритм визначення фактичних характеристик з використанням зворотних зв'язків під час експлуатації енергетичного об'єкта. Нова програмна система дозволяє здійснювати визначення з високою точністю основних величин та характеристик експлуатації і фактичного стану енергетичного об'єкту та показники енерго-екологічної ефективності його роботи.

Здійснено аналіз результатів дослідних випробувань методології комплексної параметричної ідентифікації параметрів енергетичного об'єкту на прикладі газоперекачувального агрегату з перевіркою дієздатності зворотних зв'язків та порівняння з даними штатної системи контролю параметрів.

Визначено доцільність впровадження методології в реальних умовах з метою забезпечення високих показників енерго-екологічної ефективності та безпеки експлуатації високотехнологічної установки з можливістю прогнозування стану та оптимізації завантаження.

Ключові слова: енергетичний об'єкт, реальний стан, методологія, параметри, фактичні характеристики, якісні показники.

© Приймак К.О.; Варламов Г.Б., Оліневич Н.В., Дашенко О.П., 2015