

# **МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ЭНЕРГОЕМКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**А. В. Иванейчик, А. М. Кузеро**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: Ю. Н. Колесник, А. Г. Ус

У каждого технологического оборудования имеются свои расходные характеристики электропотребления, представляющие собой зависимости расхода электроэнергии от производительности, либо от объемов выпускаемой продукции. Такие характеристики позволяют определять эффективность расхода электроэнергии и пути ее повышения путем оптимизации процесса производства [1]. Однако в последнее

время, наряду с непрерывными расходными характеристиками, выделяются потребители с кусочно-непрерывными характеристиками (рис. 1), с точками разрыва первого рода [2]. Таким потребителям свойственны существенные изменения производственной программы [1]-[3], что связано с работой в рыночных условиях функционирования. В этих условиях возникает важная задача оптимизации для достижения наиболее эффективного режима производства.



Рис. 1. Кусочно-непрерывная расходная характеристика систем выпаривания соли ОАО «Мозырьсоль»

Задачей данного исследования является поиск наиболее оптимального режима работы энергоемкого оборудования, при котором расход электроэнергии либо затраты на ее покупку будут минимальными. При этом возникает вопрос, на какой из характеристик и когда выгоднее работать? Что является более эффективным, снижение до минимума электропотребления в часы максимума нагрузки энергосистемы (тем самым снижается  $P_{max}$ ) и работа в остальное время на менее эффективной характеристике, либо максимальное попадание на более эффективную характеристику (уменьшается объем расходуемой электроэнергии)? Все это необходимо рассматривать отдельно в каждом конкретном случае.

Для РУП ГЛЗ «Центролит» проблема выявления дополнительных источников энергосбережения приобрела особую актуальность в связи с ужесточающимися требованиями к рациональному использованию ТЭР и высокой долей энергетической составляющей затрат в структуре себестоимости продукции, составляющей около 33 %.

Поскольку значительная часть электропотребления РУП ГЛЗ «Центролит» приходится на плавильные печи (порядка 65 % или 29167,5 тыс. кВт · ч в год), очевидным энергосберегающим мероприятием является оптимизация режима работы именно этого энергоемкого оборудования.

В ходе анализа технологического процесса плавки было установлено, что к основным факторам, формирующим режим электропотребления плавильных печей, относятся: режим работы печей, распределение нагрузки между печами, величина зумпфа, толщина футеровки, подготовка футеровочного материала и шихты, организация загрузки шихты. Произведя всесторонний анализ данных факторов, были оп-

ределены оптимальные параметры каждого из них и получены удельные расходные характеристики печей ИЧТ и EGES.

С помощью удельных расходных характеристик и производительности каждой печи было произведено ранжирование всего диапазона производительности и получена кусочно-непрерывная модель электропотребления РУП ГЛЗ «Центролит» (рис. 2).

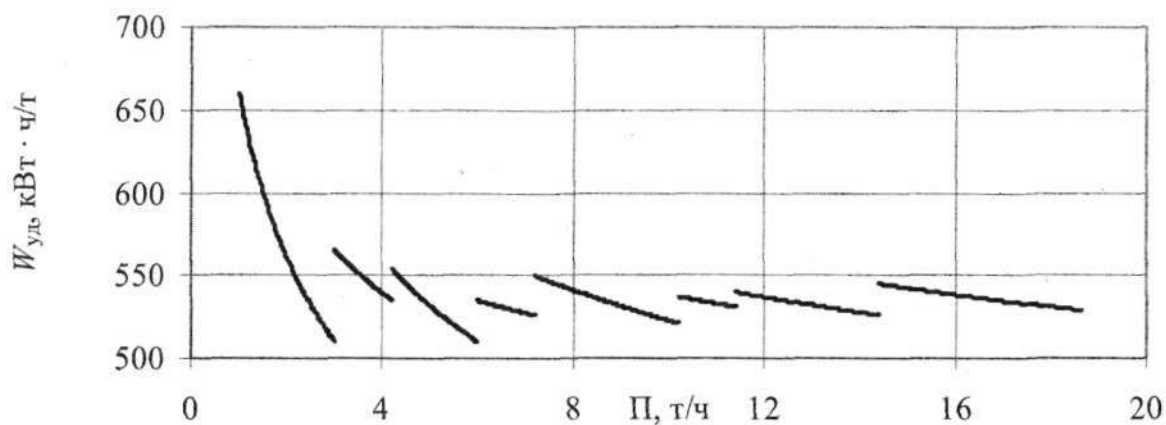


Рис. 2. Кусочно-непрерывная модель электропотребления печей РУП ГЛЗ «Центролит»

Для определения оптимального режима работы оборудования рассматривались симплексный метод (симплекс-метод), называемый также методом последовательного спуска и метод Монте-Карло. Следует отметить, что метод последовательного спуска неэффективен на неупорядоченном рельефе. Если локальных экстремумов много, то спуск из одного нулевого приближения может сойтись только к одному из локальных минимумов, не обязательно абсолютному, в этом случае для исследования задачи применяют методы случайного поиска, например метод Монте-Карло (рис. 3).

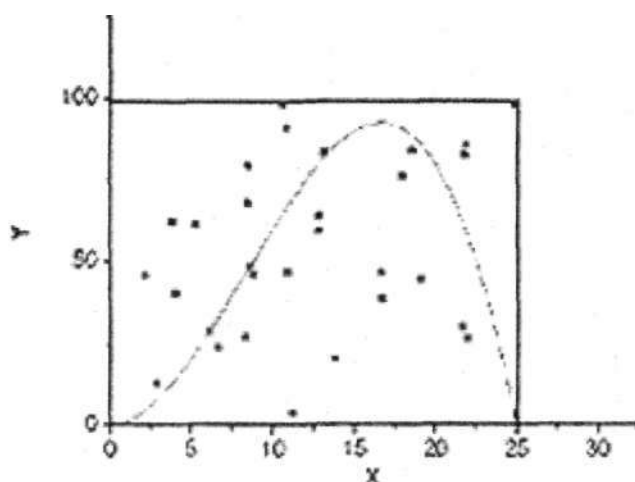


Рис. 3. Геометрическая интерпретация метода Монте-Карло

Таким образом, на основе разработанной модели был получен оптимальный режим работы оборудования в зависимости от суточного объема плавки (рис. 4) и даны рекомендации по работе оборудования при различных объемах плавки.

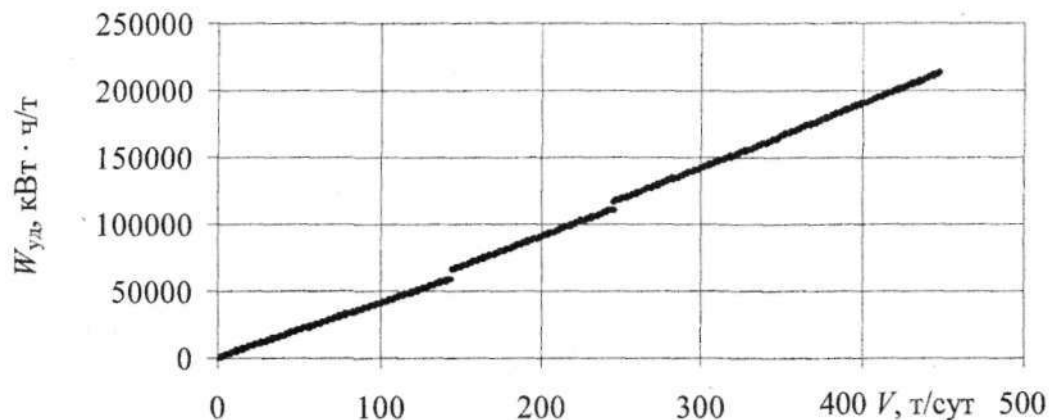


Рис. 4. Зависимость оптимального расхода электроэнергии от суточной величины плавки РУП ГЛЗ «Центролит»

В результате исследований были так же получены оптимальные режимы работы энергоемкого оборудования ОАО «Мозырьсоль», результаты исследований представлены ниже:

#### Результаты повышения эффективности работы ОАО «Мозырьсоль»

Оптимизация	Расход электроэнергии, тыс. кВт·ч	Затраты, тыс. руб.	Средняя стоимость электроэнергии, руб./кВт·ч	Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/у. е.
Исходный график	63,9/100 %	13582,4/100 %	212,5/100 %	49,2/100 %
По минимуму затрат	60,7/95,0 %	11988,9/88,3 %	197,4/92,9 %	46,7/95,0 %
По минимуму электроэнергии	60,6/94,7 %	13158,7/96,9 %	217,3/102,3 %	46,6/94,7 %
По двум критериям сразу	60,6/94,7 %	12179,0/89,7 %	201,1/94,6 %	46,6/94,7 %

Полученные результаты позволяют определять оптимальный режим работы энергоемкого оборудования и определять нормы удельного расхода электроэнергии с учетом заданной производительности, что позволяет сократить расход электроэнергии без существенных капитальных вложений.

#### Литература

1. Колесник, Ю. Н. Моделирование, анализ и управление электропотреблением нестабильно работающих участков нефтепровода : дис. канд. техн. наук : 05.14.02 / Ю. Н. Колесник, БИТУ. - Минск, 2003. - 144 с.

2. Олейников, В. К. Анализ и управление электропотреблением на металлургических предприятиях : учеб. пособие / В. К. Олейников, Г. В. Никифоров. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 1999.-219 с.
3. Колесник, Ю. Н. Адаптация моделей электропотребления к задачам контроля энергоэффективности нестабильно работающих потребителей / Ю. Н. Колесник, К. А. Веньгин // Вестн. ГГТУ им. П. О. Сухого. - 2006. - № 2. - С. 88-94.
4. Кузнецов, А. В. Руководство к решению задач по математическому программированию / А. В. Кузнецов, Н. И. Холод, Л. С. Костевич. - Минск : Высш. шк., 2001. - 448 с.