нормативными характеристиками, разработываемыми на основе характеристик двигателя и технологической машины (механизма) с использованием экспериментальных данных одного эксплуатационного режима работы установки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основные положения по нормированию расхода топлива, тепловой и электрической энергии в народном хозяйстве.—М.: Атомиздат, 1986.—16 с.
2. Временная инструкция по нормированию расхода газа и электрической энергии в литейном производстве.—Минск: Авторемпроект, 1981.—106 с.
3. Инструкция по нормированию расхода электрической энергии при обогащении руды на предприятиях медной подотрасли.—Свердловск: УНИПРОМЕДЬ, 1983.—47 с.

ЕрПИ 2 IV. 1989

Изв. АН Армении (сер. ТН), т. XLIII, № 6, 1990, с. 276—280

АВТОМАТИЗАЦИЯ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

УДК 531.75:65.011.56

С. Г. КЮРЕГЯН

К ВОПРОСУ О ПОСТРОЕНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УЧЕТА ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ В РЕЗЕРВУАРАХ

Рассмотрена операция отпуска и приема жидких продуктов, осуществляемая парком различных резервуаров. Задача сведена к нелинейному программированию с критерием минимума погрешности измерения массы всего продукта.

Определено оптимальное распределение продуктов в резервуарах, на основании чего предлагается построить автоматизированную систему распределения и учета жидких продуктов в резервуарном парке.

Табл. 1. Библиогр.: 2 назв.

Դիտարկված է հեղուկ նյութերի ստացման և տացման գործողության իրագործումը տարբեր պահեստարանների համակարգի միջոցով։ Այն բերված է ոչ գծային ծրագրավորման խնդրի՝ ըստ ամբողջ նյութի չափման փոքրագույն սխալի չափանիշով։ Որոշված է հեղուկ նյութերի նպատակահարմար բաշխումը պահեստարաններում, որի հիման վրա առաջարկվում է պահեստարանների համակարգում ստեղծել հեղուկ նյութերի բաշխման և հաշվառման ավտոմատացված համակարգ։

Учет жидких продуктов в вертикальных резервуарах при проведении товарных операций осуществляется с лимитированной погрешностью. Например, ГОСТ 26976-86 [1] регламентирует учет массы нефтепродуктов с относительной погрешностью не более $\pm 0{,}5\%$.

В общем случае товарные операции проводятся одновременно в нескольких резевуарах, при этом масса продукта M определяется как сумма масс M_i единичных измерений в каждом резервуаре: $M = \sum_{i=1}^{n} M_i$. ГОСТ 26976—86 устанавливает модели для оценки относительных погрешностей δM_i измерения массы в резервуаре. Погрешность δM измерения всей массы продукта складывается из погрешностей единичных измерений и может быть оценена в виде

$$\delta M = K_p \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{M_i^2}{M^2} \delta M_i^2}\,, \tag{1}$$

где K_p — квантильный коэффициент.

Из (1) очевидно, что погрешность измерения всей массы может находиться в пределах лимитированной, если даже отдельные единичные измерения массы будут выполняться с погрешностью больше лимитированной. Рассмотрим товарную операцию, осуществляемую одновременно парком из n различных резервуаров. Введем следующие обозначения: $x_i = M_i / M_{iM}$ — относительное значение отпускаемой или принимаемой массы продукта для i-го резервуара, $x_{i0} = M_{i0} / M_{iM}$ — относительое значение массы продукта (или степень заполнения) в i-ом резервуаре; $d_i = M_{iM} / M$ — относительное значение массы продукта полного i-го резервуара при товарной операции; M_{iM}, M_M — масса продукта соответственно полного i-го резервуара и всех полных резервуаров парка; M_{i0}, M_0 — масса продукта, хранящегося до начала товарной операции соответственно в i-том резервуаре и во всех резервуарах парка.

Выразим погрешность измерения всей массы продукта при товарной операции через погрешность измерений в каждом резервуаре. Воспользуемся моделями погрешности гидростатического и объемно-массового методов измерения массы продукта в резервуаре из [1] и выразим (1) в зависимости от x.

$$\delta M^2 = 1{,}21 \sum_{i=1}^{n} (a_i x_i^2 \mp b_i x_i + c_i), \tag{2}$$

где знаки «—» и «+» относятся к операциям отпуска и приема продукта соответственно.

Коэффициенты a_i, b_i и c_i содержат нормируемые погрешности средств измерений в каждом i-ом резервуаре и параметры, характеризующие резервуары и их состояние до начала товарной операции. Например, при гидростатическом методе измерения массы продукта в резервуаре и нормировании приведенной погрешности δP_{iu} датчика давления будем иметь

$$a_i = d_i^2 (\delta S_i^2 + \delta N_i^2), \quad b_i = 2 d_i^2 x_{i0} \delta S_i^2, \quad c_i = 2 d_i^2 (\delta P_{iu}^2 + x_{i0}^2 \delta S_i^2),$$

где δS_i и δN_i — относительные погрешности соответственно градуировки и вычислительной системы i-того резервуара.

Перед товарной операцией необходимо проверить ее выполнимость:

$$
\begin{aligned}
&M \leqslant M_0 \text{ — при отпуске продукта,} \\
&M \leqslant M_{н} - M_0 \text{ — при приеме продукта,}
\end{aligned}
\tag{3}
$$

а затем выбрать соответствующий парк резервуаров для выполнения операции. Далее необходимо определить количество отпускаемого или принимаемого продукта в каждый резервуар отведенного парка и вычислить общую погрешность измерения. Здесь возникает множество решений, выбор из которых осуществим по минимуму погрешности измерения всей массы продукта. В качестве минимизируемой примем из (2) следующую функцию:

$$f(x) = x^T A x \mp b^T x, \tag{4}$$

где $x = \{x_i\}$ — n-мерный вектор, $A = |\mathrm{diag}\, a_i|$ — диагональная матрица $n \times n$, $B = \{b_i\}$ матрица-столбец.

На переменные x из условия выполнимости операции в каждом резервуаре наложены следующие ограничения:

$$h(x) = \sum_{i=1}^{n} d_i x_i - 1 = 0, \tag{5}$$

$$g_{1i}(x) = x_i \geqslant 0, \tag{6}$$

$$
\begin{aligned}
&g_{2i}(x) = x_{i0} - x_i \geqslant 0 \text{ — при отпуске продукта,} \\
&g_{2i}(x) = 1 - x_{i0} - x_i \geqslant 0 \text{ — при приеме продукта,}
\end{aligned}
\tag{7}
$$

$$i = 1,\ 2,\ \ldots,\ n.$$

Как видно из (4)—(7), задача сводится к нелинейному (квадратичному) программированию с ограничениями типа равенств и неравенств [2]. Получено аналитическое решение задачи, которое представим в виде

$$x_i^* = \frac{d_i}{a_i p}\left[1 \mp \frac{1}{2}\left(l - \frac{b_i p}{d_i}\right) + \frac{h}{2}\right] - \frac{u_{1i} - u_{2i}}{2a_i}, \tag{8}$$

$$i = 1,\ 2,\ \ldots,\ n,$$

где $p = \sum\limits_{j=1}^{n} \frac{d_j^2}{a_j}$, $l = \sum\limits_{j=1}^{n} \frac{d_j b_j}{a_j}$, $h = \sum\limits_{j=1}^{n} \frac{d_j}{a_j}(u_{1j} - u_{2j})$, u_{1i} и u_{2i} — множители Лагранжа. Знаки „$\mp$“ в (8) соответствуют (2).

Решение внутри области, ограниченной условиями (5)—(7), представляет глобальный минимум. Для определения вектора u и соответствующих решений на границах области имеем следующие условия:

$$u_{1i} \geqslant 0, \quad u_{2i} \geqslant 0, \quad u_{1i} \cdot x_i = 0,$$
$$u_{2i}(x_{i0} - x_i) = 0 \text{ — при отпуске}, \tag{9}$$
$$u_{2i}(1 - x_{i0} - x_i) = 0 \text{ — при приеме},$$
$$i = 1, 2, \ldots, n,$$

а также ограничения (5) — (7).

Достаточные условия существования минимума [2]

$$v^T \nabla^2 L v = 2 \sum_{i=1}^{n} a_i v_i^2 > 0$$

выполняются для любого ненулевого вектора v, т. к. $a_i > 0$ ($i = 1, 2, \ldots, n$), где $\nabla^2 L$ — матрица Гессе обобщенной функции L Лагранжа. Необходимые условия существования минимума на границах области обеспечиваются, поскольку градиенты ограничений типа равенств и активных неравенств линейно независимы и координаты минимума определяются пересечением указанных ограничений. Погрешность измерения всей массы продукта при товарной операции можно вычислить по одной из формул

$$\delta M = 1{,}1 K_p \sqrt{f(x^*) + \sum_{i=1}^{n} c_i} = K_p \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (x_i d_i \delta M_i)^2}\ , \tag{10}$$

где δM_i вычисляются по моделям ГОСТ 26976—86.

Рассмотрим пример отпуска продукта массой $M = 20000$ m из пяти резервуаров различной емкости, снабженных датчиками давления с нормированными приведенными погрешностями δP_{ni}, и измерение массы продуктов в которых реализуется гидростатическим методом. Примем: $\delta S_i = 0{,}2\%$, $\delta P_{ni} = 0{,}1\%$, $\delta N = 0{,}1\%$ для всех резервуаров и $K_p = 1$. Исходные данные и решение задачи приведены в таблице.

В примере рассмотрены оптимальные решения для различных количеств резервуаров, т. к. вполне возможно, что из технологических соображений нецелесообразно проводить товарную операцию всеми резервуарами, или же стать необходимость полностью опорожнить некоторые резервуары. Глобальный минимум для случая четырех и пяти резервуаров оказался за пределами области ограничения и поэтому определен локальный минимум на границах области.

Таким образом на базе модели погрешности измерения массы продукта при товарных операциях можно определить распределение продукта по резервуарам, измерив всю массу с погрешностью, не превышающую лимитированную. Полученные результаты могут быть использованы при построении автоматизированной системы учета и распределения жидких продуктов в резервуарах.

Таблица

№ резервуаров	1	2	3	4	5
$M_{иi}$, т	1600	4000	8000	16000	40000
M_{i0}, т	800	1000	2400	12800	16000
x_{i0}	0.50	0.25	0.30	0.80	0.40
ε_i	0.08	0.20	0.40	0.80	2.00

n		1	2	3	4	5	δM, %
5	x_i^*	0,500	0,250	0,300	0,800	0,175	0,368
	δM_i, %	0,400	0,670	0,670	0,310	2,000	
4	x_i^*	0,500	0,250	0,300	0	0,395	0,373
	δM_i, %	0,400	0,670	0,570		0,467	
3	x_i^*	0	0	0,033	0,[illegible]7	0,279	0,396
	δM_i, %			5,000	0,460	0,610	
2	x_i^*	0	0	0	0,545	0,282	0,118
	δM_i, %				0,462	0,650	

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 26976-86. Нефть и нефтепродукты. Методы измерения массы.— М.: Изд-во стандартов, 1986.— 14 с.
2. *Химмельблау Д.* Прикладное нелинейное программирование.— М.: Мир, 1975.— 534 с.

ЕрПИ 23. II. 1990

Изв. АН Армении (сер. ТН), т. XLIII, № 6. 1990. с. 280—285

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

УДК 621.391.81

А. М. АГАНОВ

ИТЕРАЦИОННЫЙ АЛГОРИТМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАЗМЫТЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ОПТИМАЛЬНЫМ ВЫБОРОМ ЧИСЛА ИТЕРАЦИЙ

Предлагается метод определения оптимального числа итераций и описывается основанный на нем алгоритм восстановления размытых изображений в автоматическом режиме обработки. Алгоритм [illegible] удовлетворительные оценки изображений без участия оператора и [illegible] случай, когда оптическая передаточная функция системы формирования [illegible]. В работе приведены результаты машинного эксперимента по восстановлению двумерных изображений.

Ил. 2. Библиогр. 1 назв.