Після абсорбера газ підігрівається у теплообміннику 2 до температури реакції і поступає у конвертор оксиду вуглецю другого ступеня 4, де на низькотемпературному каталізаторі на газі, який практично не містить діоксиду вуглецю, відбувається перетворення залишкової кількості оксиду вуглецю з водяною парою. Дозування водяної пари до необхідного співвідношення водяна пара: сухий газ здійснюється безпосередньо у конверторі другого ступеня, автотермічність процесу конверсії оксиду вуглецю в конверторі підтримується за рахунок підігріву газу до необхідної температури у теплообміннику (2) та екзотермічності реакції. Після конверсії оксиду вуглецю в конверторі другого ступеня, конвертований газ направляється на очистку.

При такій схемі конверсії оксиду вуглецю з водяною парою з проміжним відмиванням від CO_2, залишковий вміст оксиду вуглецю у конвертованому газі можна знизити практично до сотих відсотків, що не потребує від нього подальшої очистки.

Список літератури: 1. Під ред. *Лобойка О.Я. і Товажнянського Л.Л.* Методи розрахунків у технології неорганічних речовин.- Х.: НТУ"ХПІ", 2001.-512 с. **2.** *Атрощенко В.И., Алексеев А.М., Засорин А.П.* Технология связанного азота.-К.: Вища шк. Головное изд.-во,1985.-327с.

Поступила в редколегію 02.11.06

УДК: 504.064.3:574

Н.А. ЛЮБИМОВА, канд. техн. наук, УИПА, г. Харьков, Украина

ОПТИМИЗАЦИЯ КРИТЕРИЕВ КАЧЕСТВА КОНТРОЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

В даній статті розглянуті питання оцінки якості контролю екологічних об'єктів. Запропоновано використовувати в якості критерію цільову функцію, яка стикається з вірогіднісними показниками контрольованих параметрів. Оптимізація цільової функції з використанням цих показників дозволяє значно покращити економічні та технологічні показники екологічного моніторингу.

In this article the considered questions of estimation of quality of control of ecological object. It is suggested to use in quality a criterion a having a special purpose function which runs into the indexes of the controlled parameters. It helps to attain the best economic indicators, promote reliability of the use of the natural systems. Ecological monitoring, that is carried out with the use of these criteria has the row of advantages.

При оценке состояния экологических систем научно – техническая литература группируется вокруг следующих вопросов: инструментальный контроль качества экологических объектов, математические модели и методы для исследования временных рядов изменения параметров, технические средства и аппаратура для аналоговой обработки сигналов либо цифровой обработки массивов данных и т.д. Экологический мониторинг предназначен для осуществления контроля и управления. С внедрением в него систем контроля и управления его частные показатели изменяются. Важнейшим критерием целесообразности такого внедрения – автоматизации производственного или природного объекта – является степень улучшения этих показателей. Она может показывать, например, насколько повысилась надежность и безаварийность использования природного объекта.

Постановка задачи. Этой степенью улучшения частных показателей в отдельности или их совокупности в целом естественно оценивать качество систем контроля и управления непрерывными процессами. Будем называть ее (степень улучшения) критерием качества системы. Данная статья посвящена исследованию таких показателей и установлению их линейной связи с вероятностными характеристиками контролируемых параметров с целью улучшения экономических показателей функционирования объекта и повышения надежности его эксплуатации путем оптимизации целевой функции контролируемых параметров.

М**етоды решения.** Контролируемые параметры $x(t)$ могут быть разной ‘‘технологической’’ природы. Среди них наиболее представительную группу составляют параметры с выраженной нормой [1,2]. Характерная их особенность состоит в том, что возможные значения x контролируемого параметра разбиваются на две качественно различные зоны, одна из которых – норма $[x_н, x_в]$ – является зоной нормальных значений контролируемого параметра, а другая – не норма – зоной его нежелательных или недопустимых значений. С точки зрения целевой функции интерес представляет не столько само значение параметра, сколько наличие или отсутствие его отклонений от нормы. Поскольку любые значения x, принадлежащие норме, качественно равноценны, соответствующий им показатель эффективности процесса (целевая функция) одинаков и оптимален: $q(x) = q_0$.

Идеальную зависимость целевой функции q от значений x контролируемого параметра с выраженной нормой можно представить в форме прямо-

угольного импульса с верхним уровнем эффективности – амплитудой q_0 - при $x \in [x_н, x_в]$ и отрицательным или нулевым уровнем эффективности при $x \notin [x_н, x_в]$ см.[2].

Классификация контролируемых параметров на две группы – аварийные и режимные – проводится по признаку влияния их выхода из нормы $[x_н, x_в]$ на экономическую эффективность технологического процесса [4].

К первой группе отнесены контролируемые параметры, выход которых из нормы приводит к необратимым последствиям, требующим вмешательства извне и тем самым – дополнительных материальных затрат на возобновление нормального течения автоматизируемого процесса. Для таких параметров любые, даже кратковременные выбросы за границы нормы одинаково нежелательны. Математически этот факт, применительно к целевой функции, можно выразить так:

$$q = \begin{cases} q_0, x \in [x_н, x_в] \\ -q_a, x \notin [x_н, x_в] \end{cases}, \qquad (1)$$

т.е. приравнять ее на время аварийного режима $x < x_н$, $x > x_в$ некоторому большому по модулю отрицательному значению.

Ко второй группе (параметрам второго рода) отнесены контролируемые параметры, выбросы которых за границы нормы носят обратимый характер. Как правило, такие выбросы приводят лишь к простою системы, что не связано с дополнительными издержками на возобновление нормального развития процесса. Если длительность аварийного выброса мала, по сравнению с длительностью непрерывного пребывания контролируемого параметра в норме (что обычно имеет место), то она практически не скажется на экономической эффективности процесса. Математически этот факт выражается аналогичным (1) соотношением

$$q = \begin{cases} q_0, x \in [x_н, x_в] \\ 0\ \ , x \notin [x_н, x_в] \end{cases}. \qquad (2)$$

Целевая функция непрерывного процесса с режимными параметрами не всегда описывается идеальной зависимостью (2). Соответствующие ей контролируемые параметры не имеют явно выраженной нормы. Обычно такую зави-

симость можно аппроксимировать параболой

$$q(x) = q_0 - k(x - x_0)^2 . \qquad (3)$$

Из записи следует, что отклонение значения x контролируемого параметра от оптимума x_0 пропорциональна квадрату отклонения $(x - x_0)^2$.

Оптимизация целевой функции с использованием вероятностных характеристик контролируемых параметров.

Для каждой из приведенных целевых функций нетрудно подсчитать среднее значение $\overline{q}$ и средние потери экономической эффективности автоматизируемого процесса.

Пусть $f(x)$ - одномерная плотность распределения контролируемого параметра (случайного процесса) $x = x(t)$, $\overline{x}$ - его среднее значение, $\pm^2$ - дисперсия. Введем также в рассмотрение некоторые усредненные характеристики случайного процесса, используемые в теории выбросов [5]:

Θ - среднее время пребывания процесса вне нормы;

n - средняя частота выходов процесса из нормы;

T_0 - среднее относительное время пребывания процесса вне нормы (среднее время пребывания процесса вне нормы в единицу времени)

$$T_0 = \Theta \cdot n . \qquad (4)$$

$$\overline{q} = Mq(x) = \int_{-\infty}^{\infty} q(x) \cdot f(x) dx , \qquad (5)$$

что для аварийных параметров (см. (1)) дает

$$\overline{q} = q_0 - (q_0 + q_a) \int_{x \notin [x_н, x_в]} f(x) dx . \qquad (6)$$

Для стационарных процессов (параметров) последний интеграл определяет среднее относительное время пребывания процесса вне нормы [6], так что среднее значение и средние потери экономической эффективности процесса равны соответственно:

$$\overline{q} = q_0 - (q_0 + |q_a|) \cdot T_0 , \qquad (7)$$

$$\overline{\Delta q} = \left(q_0 + \left|q_a\right|\right) \cdot T_0 . \qquad (8)$$

Перепишем последнее соотношение с учетом (4)

$$\overline{\Delta q} = \left(q_0 + \left|q_a\right|\right) \cdot \Theta \cdot n . \qquad (9)$$

Для аварийных параметров длительность Θ - это среднее время, необходимое для устранения аварии. Оно определяется рядом факторов и, в частности, степенью автоматизации аварийных работ, квалификацией обслуживающего персонала, свойствами самого природного объекта и прочее, и не зависит от вероятностных характеристик контролируемого параметра. Таким образом, в соотношении (9) первые два сомножителя постоянны (для конкретного процесса), что позволяет представить их некоторой константой c.

И значит,

$$\overline{\Delta q} = c \cdot n . \qquad (10)$$

Следовательно, потери экономической эффективности процесса, описываемого параметрами первого рода, пропорциональны средней частоте выходов контролируемого параметра из нормы. Для режимных параметров с целевой функцией вида (2) среднее значение и потери экономической эффективности процессов описываются аналогичными (7) и (8) формулами, в которых следует положить $q_a = 0$, т.е.

$$\overline{q} = q_0 - q_0 \cdot T_0 , \qquad (11)$$

$$\overline{\Delta q} = q_0 \cdot T_0 . \qquad (12)$$

Хотя в этом случае $T_0 = \Theta \cdot n$, однако Θ - уже не константа, а числовая вероятностная характеристика контролируемого параметра. Поэтому потери экономической эффективности непрерывных процессов оказываются пропорциональными среднему относительному времени пребывания параметра вне нормы. Усреднение целевой функции вида (3) приводит к соотношению

$$\overline{q} = q_0 - k\left(\pm^{\,2} + \left(x_0 - \overline{x}\right)^2\right). \qquad (13)$$

При правильной организации процесса, (что достигается, например, выбором соответствующих установок регулятора или соблюдением режимных нормативных воздействий на объект, среднее значение $\overline{x}$ контролируемый параметр. совпадает с точкой оптимума x_0 целевой функции, так что

$$\overline{q} = q_0 - k\pm^2, \tag{14}$$

$$\overline{\Delta q} = k\pm^2. \tag{15}$$

В этом случае потери экономической эффективности процесса пропорциональны дисперсии контролируемого параметра. В зависимости от того, на какой из параметров непрерывного процесса влияет внедрение автоматизации, за локальный критерий качества автоматизации логично принять разные вероятностные характеристики этого параметра:

а) среднюю частоту выходов из нормы – для аварийного параметра;

б) сред. относительное время пребывания вне нормы – для режимного параметра с выраженной нормой;

в) дисперсию (сред. квадрат отклонения от номинала) – для режимных параметров с невыраженной нормой. Соотношения (10), (12), (15) дают представление о том, каковы резервы производства, насколько далеко оно удалено от предела своих возможностей.

Выводы. Система контроля и управления призвана обеспечить стабильность контролируемых параметров в пределах нормы. Если исходить из условия пропорциональности показателя качества системы средним потерям экономической эффективности процесса, то:

а) при стабилизации параметров первого рода логичен критерий СЧВ (среднего частоты выходов из нормы);

б) при стабилизации параметров второго рода с выраженной нормой логичен критерий СВН (среднего времени пребывания параметра вне нормы);

в) при стабилизации параметров второго рода с невыраженной нормой (квадратичной целевой функцией) логичен критерий СКО (среднего квадратичного отклонения). Предложенные решения позволяют определить оптимальные значения критериев качества систем контроля и управления, оценить резервы экономической эффективности объекта автоматизации, повысить его качественные показатели.

Список использованной литературы: 1. *Шенброт И.М., Гинзбург А.Я.* Расчет точности систем централизованного контроля. – М.: Энергия, 1970. – 408 с. **2.** *Любимова Н.А.* Критерии качества контроля экологических объектов // Вісник НТУ ”ХПІ”. Зб. наук. праць. Тематичний випуск: Хімія, хімічні технології та екологія. – Харків: НТУ ”ХПІ”. - 2006. - № 43, - с. 71-75. **3**. *Белима О.С. и др*. Теоретичні основи централізованого контролю Д.: 1995. – С. 69-70. **4.** *Больчевцев А.Д., Любимова Н.А.* Вероятностный метод измерения интегрального показателя. – В зб. тр II Міжн н.-т. конф.“Метрологія в електроніці”.– Х.: 1997. - Т. 1. – С. 29-33. **5.** *Больчевцев А.Д., Быстрицкая Л.Б., Любимова Н.А.* Локальные критерии качества систем контроля и управления непрерывным производством. // Автоматика, автоматизация, эл.-техн. комплексы и системы. - № 2. – Херсон. - 1999. – С. 85-91. **6.** *Свешников А.А.* Прикладные методы теории случайных величин. – М. –Наука, 1998. – 464 с.

Поступила в редколлегию 7.10.06.

УДК 546.33

С.Р. АРТЕМЬЕВ, НТУ «ХПИ»
Д.С. ДВОРЕЦКИЙ, канд. техн. наук, ТГТУ, г. Тамбов, Россия

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ НАТРИЯ ИЗ ПОВАРЕННОЙ СОЛИ. ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССА.

В статті розглянутий процес виробництва металевого натрію електролізом повареної солі. В першу чергу розглянуті основні характеристики проведення даного процесу. Показано, що саме цей спосіб виробництва та отримання металевого натрію має ряд суттєвих переваг в порівнянні з іншими способами. Проведені розрахунки повністю підтверджуються практичними результатами на виробництві.

This paper describes the process receive of the metallic nitrous electrification the salt. The basic principles of characteristics this process were reviewed first. Show, than this process of the receive metallic nitrous have been shown to offer many advantages over. The given setting confirms most of the practical results on the production.

Постановка проблемы. Первые опыты по получению натрия электролизом расплавленной поваренной соли были проведены еще Фарадеем в 1833 году [1, с. 41]. После этого достаточно большое количество ученых предложили свои варианты получения металлического натрия, которые имели как позитивные, так и негативные стороны проведения процесса.