

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К АНАЛИТИЧЕСКИМ ПРИБОРАМ И ПРАВИЛЬНЫЙ ВЫБОР ИНФОРМАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ИХ ПРОЕКТИРОВАНИИ

А.А.Кравченко, Н.Л.Васильева
УкрНИИИАП, АО "Украналит"
252150, г.Киев, ул.Тверская, 6

Современные объекты анализа (ОА), как объекты измерений (ОИ) для аналитических приборов (АП), в подавляющем своем большинстве отличаются сложностью состава, большим разбросом физических параметров и динамикой их изменений. Так, отходящие газовые смеси конверторного производства содержит не менее 10 компонентов, а также пыли до 500 г/м³, влаги не менее 200 г/м³, давление от 85 до 120 кПа и температуру до 1200°С. В этих условиях перспективное значение при выборе существующих или разработке новых АП для управления или оценки сложных ОИ (в том числе и технологических сред) и выдачи достоверной информации на устройстве считывания АСУ ТП, систем экологического мониторинга (СЭМ) и охраны труда имеет рациональный выбор информативных параметров анализируемой смеси. Для этой цели необходимо моделирование ОИ. Следует помнить, что только правильные модели ОИ позволяют наиболее рациональный выбор информативных параметров, на базе использования которых возможно построение АП, обеспечивающих высокую селективность, стабильность и инвариантность чувствительности необходимые для создания достоверной выходной измерительной информации измерительных преобразователей.

Структурная схема современного АП может быть представлена

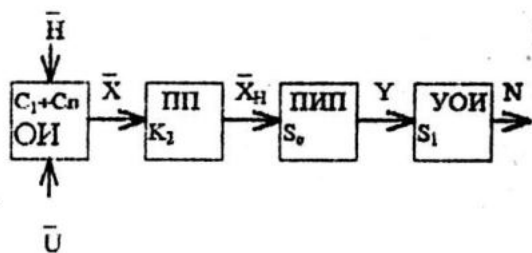


Рис.1

ПП - пробоподготовка;
ПИП - первичный измерительный преобразователь;
УОИ - устройство обработки информации
При этом, выходной сигнал АП определяется:

$$N = K_1 \cdot S_0 \cdot S_1 \cdot X = K_1 \cdot S_0 \cdot S_1 \cdot F(C_1 \dots C_n, \bar{H}, \bar{U}) \quad (1)$$

где K_1, S_0, S_1 - коэффициенты преобразователя ПП, ПИП, УОИ;

$C_1 \dots C_n$ - концентрации анализируемого (C_1) и неанализируемых компонентов.

Из (1) ясно, что достоверный анализ в значительной степени зависит от решения функционала

$$F(C_1 \dots C_n, \bar{H}, \bar{U}) \quad (2)$$

где \bar{H}, \bar{U} - векторы внешнего и внутреннего влияющих физических полей

Задача может быть правильно разрешена если (2) преобразуется до выражения

$$F(C_i, \bar{H}, \bar{U}) = K_1 C_1 + K_2 C_2 + \dots + K_n C_n$$

$$\text{или } F(C_i, H, U) = K_1 C_1 Z H Z U \quad (3)$$

при $K_j \rightarrow 0 \quad j = 2, h; z$ - постоянные.

Для реализации задачи (3) необходимо промоделировать ОИ. Эта проблема сводится к определению ряда зависимостей параметров ОИ от концентрации компонентов

$C_i; i = 1, n$ и параметров H, U .

Такие зависимости можно представить

$$\bar{X}_1 = C_1 \cdot X_{11} \cdot f_{11}(\bar{H}, \bar{U}) + C_2 \cdot X_{12} \cdot f_{12}(\bar{H}, \bar{U}) + \dots +$$

$$+ C_n \cdot X_{1n} \cdot f_{1n}(\bar{H}, \bar{U});$$

$$\bar{X}_k = C_k \cdot X_{k1} \cdot f_{k1}(\bar{H}, \bar{U}) + \dots +$$

$$+ C_n \cdot X_{kn} \cdot f_{kn}(\bar{H}, \bar{U}); \quad (4)$$

Рациональный выбор в качестве информативного параметра прежде всего определяется предварительной оценкой методической погрешности (от неселективности) аналитических измерений нового АП.

$$J_{nc} = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ni} C_i}{X_{11} C_1 + \sum_{i=1}^n X_{i1} C_i} \cdot 100 \quad [\%] \quad (5)$$

Правильный выбор физического параметра \bar{X}_j в качестве информативного подтверждается тем, что

$$K_j \rightarrow 0; \quad j = 2, n \quad (6)$$

В этом случае АП будет обладать самой

простой структурной схемой и наибольшей метрологической надежностью, а погрешность от неселективности

$$j_{нс} \rightarrow 0 \quad (7)$$

Однако, условие (6) далеко не всегда реализуемо. Поэтому более универсальный подход к решению проблемы сводится к выбору таких параметров в качестве информативных, когда

$$K_i \rightarrow \max$$

$$K_j \rightarrow \min; \quad j = 2, n$$

Следует подчеркнуть, что высокая селективность АП имеет принципиальное значение и при решении проблемы их метрологического обеспечения.

Исследования показывают, что при градуировке (калибровке) АП бинарными поверочными смесями (ПС) и последующем использовании этих приборов для анализа или контроля ОИ возникают большие методические погрешности, определяемые выражением:

$$\Delta N = \Delta C_1 = K_i \cdot S_0 \cdot S_1 \cdot X_j(C_2) \cdot f(N^0, U^0) \cdot x$$

$$x \left[1 - \frac{X_j(C_i) \cdot f(N, U, C_i)}{\bar{X}_j^0(C_i) \cdot f(N^0, U^0, C_i)} \right] \quad (9)$$

$$j = 1, k \quad i = 1, n$$

где: ΔC_1 - абсолютная методическая погрешность, определения анализируемого компонента, обусловленная градуировкой бинарными смесями;

$\bar{X}_j(C_i) \cdot f(N, U, C_i)$ - зависимость информативного параметра ОИ от концентрации C_i , состава и параметров среды ОИ;

$\bar{X}_j^0(C_i) \cdot f(N^0, U^0, C_i)$ - зависимость информативного поверочной смеси от концентрации анализируемого компонента и параметров ее состояния.

Минимизация погрешности (9) может быть достигнута при использовании ПИП с высокой селективностью, поскольку в этом случае

$$\bar{X}_j(C_i) \cdot f(N, U, C_i) \approx \bar{X}_j^0(C_i) \cdot f(N^0, U^0, C_i)$$

$$\text{и } \Delta N \rightarrow 0$$