

5. Елистратов В.В. Аккумуляирование солнечной энергии / В.В. Елистратов // Нетрадиционная энергетика и технология: материалы междунар. конф. – Ч. 1. – Владивосток: ДВО РАН, 1975. – С. 32.

6. Матвеев В.М. Приближенный расчет теплопередачи в аккумуляторах тепла солнечных энергоустановок / В.М. Матвеев // Гелиотехника. – 1971. – №5. – С. 43–45.

7. Шишкин Н.Д. Тепловые аккумуляторы с фазовым переходом / Н.Д. Шишкин, Ю.В. Цымбалюк. – Ростов на Дону: Просвещение, 2005. – 120 с.

Разработана методика расчета теплового солевого аккумулятора с фазовым переходом аккумулирующего материала. Проведен расчет аккумулятора теплоты для обогрева строительных помещений. Определены размеры аккумулятора и массу аккумулирующего материала для суточного теплопотребления. Рассчитаны тепловые потери в окружающую среду и временные промежутки для «зарядки» и «разрядки» теплового аккумулятора.

Тепловой солевой аккумулятор, аккумулирующий материал, тепловые потери, фазовый переход.

The method of calculation of the thermal battery with electrolyte phase transition of accumulating material is developed. The calculation of heat battery for heating of building space is made. Size accumulator battery and weight accumulating material for daily heat consumption are found. Heat loss to the environment and time period to "charge" and "discharge" of thermal battery are calculated.

Heat salt battery, accumulating material, heat loss, phase transformation.

УДК 621.314

ІНСТРУМЕНТАЛЬНА ДОСТОВІРНІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОПУСКОВОГО КОНТРОЛЮ

О.І. Щепотьєв, кандидат технічних наук

А.В. Жильцов, доктор технічних наук

В.В. Васюк, аспірант*

Розглянуто питання інструментальної достовірності результатів допускового контролю. Обґрунтовано вимоги до засобів вимірювання залежно від характеристик контролюваного параметра для досягнення необхідної величини достовірності.

Надійність, допусковий контроль, інструментальна достовірність, об'єкт контролю.

Достовірність результатів контролю – це показник ступеня об'єктивного відображення результатами контролю дійсного технічного стану

*Науковий керівник – доктор технічних наук А.В. Жильцов

© О.І. Щепотьєв, А.В. Жильцов, В.В. Васюк, 2013

об'єкта контролю. Вона може бути подана у вигляді двох складових частин – методичної достовірності та інструментальної достовірності.

Методична достовірність [1] – складова достовірності контролю, яка визначається сукупністю параметрів, які контролюються, методикою контролю та прийнятими в ній критеріями оцінки технічного стану об'єкта.

Інструментальна достовірність – складова достовірності результатів контролю, яка визначається ймовірнісними властивостями ознак об'єкта, видом алгоритму обробки ознак, точнісними характеристиками засобів вимірювання тощо.

Один із найважливіших видів контролю є допускний контроль, який встановлює співвідношення між значеннями параметра, що контролюється, та встановленими певним чином границями (допусками) на його відхилення.

Оскільки вимірювальним пристроям властиві похибки, результати вимірювань потребують кількісних оцінок, що відображають ступінь довіри до отриманих результатів.

При допусковому контролі «придатним» визначається об'єкт з параметрами, результати вимірювань яких знаходяться в межах заданих допусків, та «непридатним» – з параметрами, результати вимірювання яких знаходяться не в межах.

Межі – це встановлені досвідом або розрахунком границі для значень параметрів об'єкта, при яких він здатний виконувати задані функції, зберігаючи свої експлуатаційні показники протягом необхідного часу при визначених умовах. Величина експлуатаційних меж встановлюється інструкцією з експлуатації чи іншими відповідними документами для тих параметрів об'єкта, які контролюються в умовах експлуатації.

Мета досліджень – розробка методики оцінки інструментальної достовірності результатів допускового контролю технічних об'єктів.

Матеріали та методика досліджень. Модель процесу [3] здійснення допускового контролю показана на рис. 1. При цьому допускається повна безвідмовність засобів контролю, а можливі результати контролю обумовлені лише їх точнісними характеристиками і фактичним станом об'єкта контролю.

Позначення:

A – випадок, який полягає у тому, що значення параметра, який контролюється, знаходиться в межах поля допусків (об'єкт контролю «придатний»);

$\bar{A}$ – випадок, який полягає у тому, що значення параметра, який контролюється, не знаходиться в межах поля допусків (об'єкт контролю «непридатний»);

У результаті здійснення контролю отримаємо або результат, який визначає об'єкт контролю придатним (результат контролю знаходиться в межах встановлених допусків) – випадок B , або результат, який визначає об'єкт контролю непридатним (результат контролю знаходиться за межами

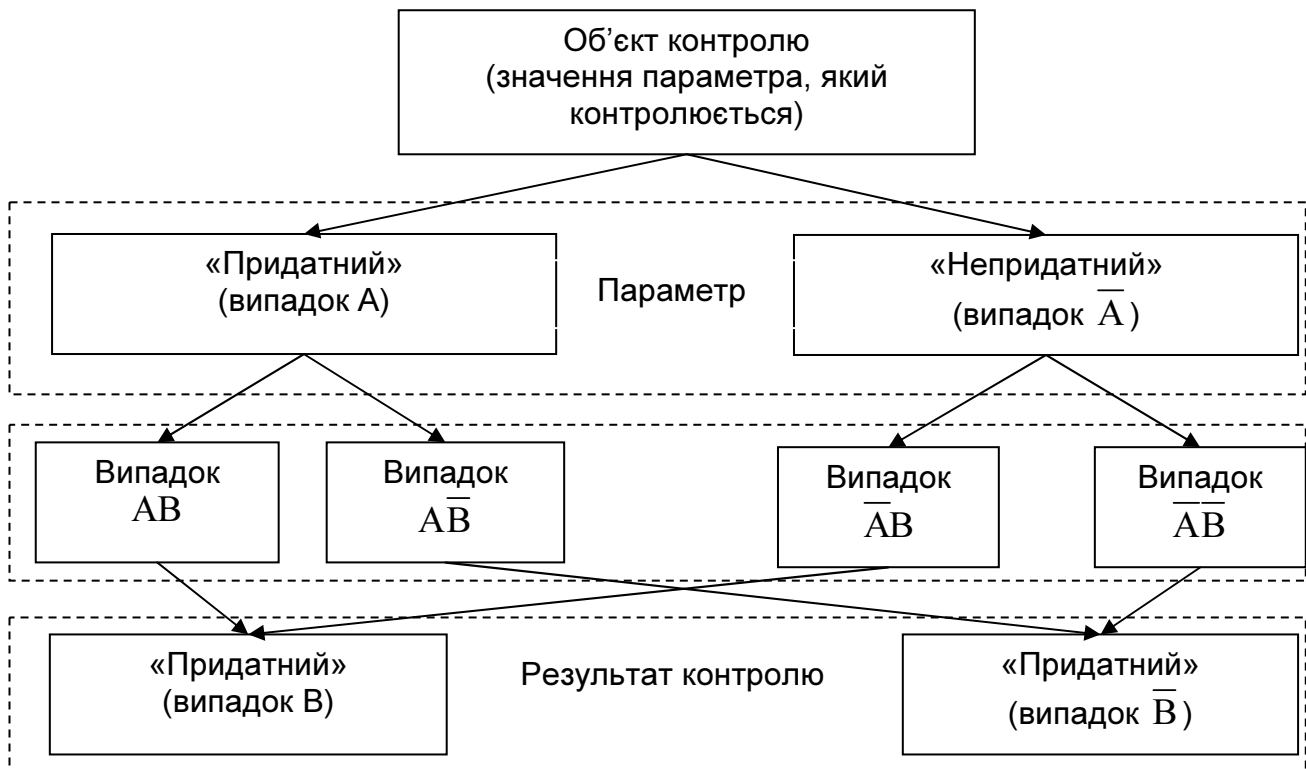


Рис.1. Модель процесу здійснення допускового контролю

встановлених допусків) – випадок $\bar{B}$. У силу властивих вимірювальним пристроям помилок вимірювання отримані результати не можуть розглядатися як абсолютні.

З наведеної моделі процесу здійснення контролю видно, що поява випадку $\bar{B}$ можливо разом або з випадком A , або разом з випадком $\bar{A}$. Тому згідно з математичною логікою можна записати:

$$B = AB + \bar{A}B.$$

Аналогічно випадок B можна записати так:

$$\bar{B} = A\bar{B} + A\bar{B},$$

де AB – складний випадок, який полягає у тому, що дійсне значення параметра, який контролюється, і результат контролю знаходиться в межах поля допуску;

$\bar{A}B$ – складний випадок, який полягає у тому, що дійсне значення параметра, який контролюється, і результат контролю знаходиться не в межах поля допуску;

$A\bar{B}$ – складний випадок, який полягає у тому, що дійсне значення параметра, який контролюється, знаходиться не в межах поля допуску і результат контролю знаходиться в межах поля допуску;

$A\bar{B}$ – складний випадок, який полягає у тому, що дійсне значення параметра, який контролюється, знаходиться в межах поля допуску і результат контролю знаходиться не в межах поля допуску.

Випадки $AB, \overline{A}\overline{B}, \overline{A}B, A\overline{B}$ складають повний склад подій, тому:

$$P(AB) + P(\overline{A}\overline{B}) + P(\overline{A}B) + P(A\overline{B}) = 1.$$

Стан об'єкта контролю перед контролем є невизначеним [2] (невідоме фактичне значення параметрів, які контролюються, та їх положення відносно поля допущень). Задача контролю і полягає у рішенні цієї невизначеності. Тому, перш за все цікавить ймовірність відповідності стану об'єкта контролю і цю степінь відповідності найповніше виражають умовні апостеріорні ймовірності $P(A/B)$ та $P(\overline{A}/\overline{B})$, які відповідно є числовою мірою достовірності результатів щодо рішень «придатний» та «непридатний».

Результати досліджень. Таким чином, під інструментальною достовірністю результатів контролю щодо рішення «придатний» необхідно розуміти умовну ймовірність знаходження значень параметра, який контролюється, в межах поля допуску за умову, що отримано результат контролю «придатний» – $P(A/B)$.

Позначимо:

d_{π} – інструментальна достовірність результатів контролю щодо рішення «придатний»;

d_{π} – інструментальна достовірність результатів контролю щодо рішення «непридатний».

Відповідно до теореми гіпотез Байеса ймовірності $P(A/B)$ та $P(\overline{A}/\overline{B})$ визначаємо з таких співвідношень:

$$d_{\pi} = P(A/B) = \frac{P(AB)}{P(B)};$$

$$d_{\pi} = P(\overline{A}/\overline{B}) = \frac{P(\overline{A}\overline{B})}{P(\overline{B})}.$$

Позначимо:

$f(x)$ – диференціальний закон розподілу значень контрольованого параметра;

$f(y)$ – диференціальний закон розподілу похибок засобів контролю;

a, b – межі поля допуску.

Якщо позначити через x – значення параметра, який контролюється, через y – похибку засобів контролю, то результат вимірювань z є випадковою величиною, яка дорівнює сумі випадкових величин X та Y .

Ймовірність отримання результату контролю в полі допуску визначається з виразу:

$$P(B) = \int_a^b f(z) dz.$$

Ймовірність отримання результату контролю за межами поля допуску визначається з виразу:

$$P(\overline{B}) = \int_{-\infty}^a f(z) dz + \int_b^{\infty} f(z) dz.$$

Умови того, що значення параметра, який контролюється, і результат контролю знаходяться в полі допуску (випадок AB), визначаються нерівностями:

$$\begin{cases} a \leq x \leq b \\ a \leq x+y \leq b \end{cases} \text{ або } \begin{cases} a \leq x \leq b \\ a-x \leq y \leq b-x \end{cases}.$$

Тому, ймовірність $P(AB)$ може бути визначена в загальному випадку так:

$$P(AB) = \int_a^b f(x) \left[\int_{a-x}^{b-x} f(y) dy \right] dx.$$

Умови того, що значення контрольованого параметра, і результат контролю знаходяться за межами поля допуску (випадок $\overline{AB}$), визначаються нерівностями:

$$\begin{cases} -\infty \leq x \leq a \\ b \leq x \leq \infty \\ -\infty \leq x+y \leq a \\ b \leq x+y \leq \infty \end{cases} \text{ або } \begin{cases} -\infty \leq x \leq a \\ b \leq x \leq \infty \\ -\infty \leq y \leq a-x \\ b-x \leq y \leq \infty \end{cases}.$$

Тому, ймовірність $P(\overline{AB})$ може бути в загальному випадку визначена так:

$$P(\overline{AB}) = \int_{-\infty}^a f(x) \left[\int_{-\infty}^{a-x} f(y) dy + \int_{b-x}^{\infty} f(y) dy \right] dx + \int_b^{\infty} f(x) \left[\int_{-\infty}^{a-x} f(y) dy + \int_{b-x}^{\infty} f(y) dy \right] dx.$$

Звідси, в загальному випадку вираз для достовірності результатів контролю щодо рішень «придатний» і «непридатний» можуть бути записані:

$$d_{\Pi} = \frac{p(AB)}{P(B)} = \frac{\int_a^b f(x) \left[\int_{a-x}^{b-x} f(y) dy \right] dx}{\int_a^b f(z) dz}; \quad (1)$$

$$d_{\Pi} = \frac{p(\overline{AB})}{P(B)} = \frac{\int_{-\infty}^a f(x) \left[\int_{-\infty}^{a-x} f(y) dy + \int_{b-x}^{\infty} f(y) dy \right] dx + \int_b^{\infty} f(x) \left[\int_{-\infty}^{a-x} f(y) dy + \int_{b-x}^{\infty} f(y) dy \right] dx}{\int_{-\infty}^a f(z) dz + \int_b^{\infty} f(z) dz}. \quad (2)$$

На рисунках 2 та 3 наведено залежності інструментальної достовірності щодо рішення «придатний» – d_{Π} та рішення «непридатний» – d_{Π} від відношення середньоквадратичних відхилень засобів контролю σ_{Π} та контролюваного параметра σ_{Π} , які побудовані на основі формул (1) та (2).

При збільшенні $\frac{\sigma_{\Pi}}{\sigma_{\Pi}}$ величина інструментальної достовірності контролю зменшується. При збільшенні величини поля допусків параметра, який контролюється, інструментальна достовірність результатів контролю щодо рішення «придатний» – збільшується, а рішення «непридатний» – зменшується.

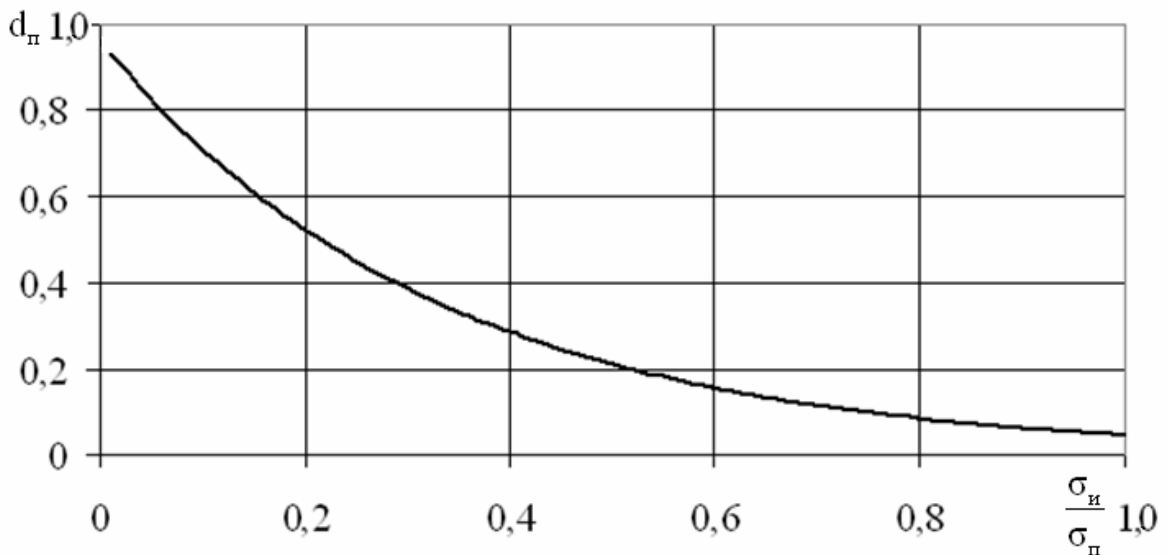


Рис.2. Залежність інструментальної достовірності щодо рішення «придатний»

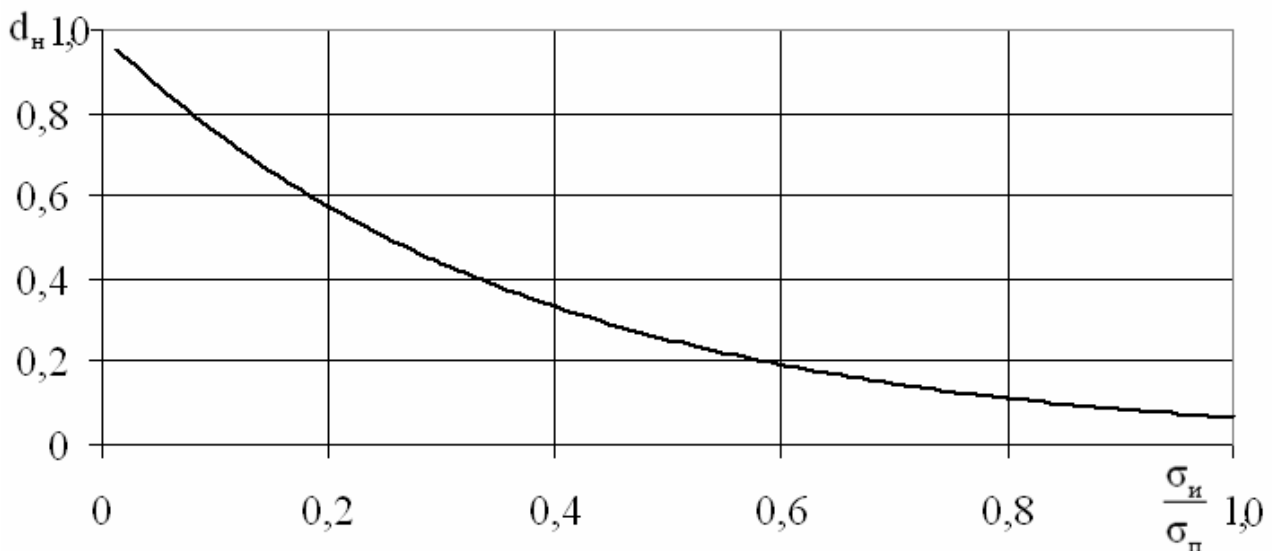


Рис.3. Залежність інструментальної достовірності щодо рішення «непридатний»

Висновки

Для оцінки якості допускового контролю повинні використовуватись апіорні (для оцінки характеристик систем контролю) чи апостеріорні (для оцінки якості контролю об'єкта, стан якого невідомий) характеристики достовірності контролю.

Список літератури

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: учеб. для вузов / Е.С. Вентцель. – [6-е изд. стер.] – М.: Высш. шк., 1999. – 576 с.
2. Мушик Э. Методы принятия технических решений / Э. Мушик, П. Мюллер. – М.: Мир, 1990. – 206 с.
3. Щепотьев А.И. Инструментальная достоверность результатов контроля и её зависимость от характеристик контролируемых параметров и средств контроля / А.И. Щепотьев, А.Ю. Смаковенко // Средства индикации и управления систем автоматизированного контроля авиационной техники: Сб. – М., 1972. – №6. – С. 19–21.

Рассмотрен вопрос инструментальной достоверности результатов допускового контроля. Обоснованы требования к средствам измерения в зависимости от характеристик контролируемого параметра для достижения необходимой величины достоверности.

Надежность, допусковой контроль, инструментальная достоверности, объект контроля.

The question of the reliability of the results of the instrumental limit test. Justified demands to the measurement depending on the characteristics of the controlled parameter to achieve the required amount of confidence.

Reliability, tolerance control, instrument reliability, the object of control.