

4. Мілованов В. І. Компресори об'ємного стиснення / В. І. Мілованов, Н. І. Водяницька, В. Д. Мельников. – Одеса: Зовнішрекламсервіс, 2015. – 330 с.

5. Douglass A.R., Newman P. A., Solomon S. The Antarctic ozone hole: An update // Physics Today, 2014. – No 2. – P. 25 – 34.

Надійшла до редакції 15.11.2016

**Рецензент:** д.т.н., проф. Дорошенко О.В  
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

**В. І. Мілованов, д.т.н., С. Г. Корниєвич**

### ОБОСНОВАНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ ИЗОБУТАНА В КАЧЕСТВЕ ХОЛОДИЛЬНОГО АГЕНТА

*Главной целью исследования является рассмотрение вопросов, касающихся экологической и экономической части применения различных холодильных агентов. Особое внимание уделяется теплофизическим, взрывоопасным, энергетическим и экологическим показателям натуральных хладагентов. Методика исследования заключается в сравнительном анализе основных хладагентов (R12, R134a и R600a).*

**Ключевые слова:** изобутан, Ozone Depletion Potential (ODP), Global Warming Potential (GWP), холодопроизводительность, пожароопасность, энергетическая эффективность, хлорфторуглероды (ХФУ), гидрохлорфторуглероды (ГХФУ).

**V. I. Milovanov, DSc, S. G. Kornievich**

### RATIONALE REVELANCE OF ISOBUTANE AS A COOLING AGENT

*The main objective of the study is to examine the issues related to ecological and economical rates of different refrigerants. Particular attention is payed to physico-thermal, eneregy, economical and explosive abilities of natural refrigerants. Comparative analysis is the method of research that we choose to analyze main refrigerants (R12, R134a and R600a).*

**Keywords:** isobutane, Ozone Depletion Potential (ODP), Global Warming Potential (GWP), cooling power, explosive ability, energy efficiency, Chlorofterocarbons (CFCs), Gidrochlorforcarbons (HCFCs).

УДК 621.317.08

**В. П. Квасніков, д.т.н., А. В. Рудик, к.т.н.**

*Національний авіаційний університет, м. Київ*

### ВРАХУВАННЯ РОБОЧИХ УМОВ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ОБ'ЄКТІВ В МАТЕМАТИЧНІЙ МОДЕЛІ ФОРМУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТУ ВИМІРЮВАННЯ

*Проаналізовано основні величини, якими характеризуються робочі умови вимірювання параметрів руху об'єктів, та з'ясовано їх номінальні значення. Запропоновано математичну модель впливу робочих умов (середовища) на коефіцієнт чутливості засобу вимірювання. Проаналізовано відхилення коефіцієнта чутливості засобу вимірювання від номінального значення залежно від групи факторів та кількості членів розкладу функції в ряд Тейлора.*

**Ключові слова:** робочі умови вимірювання, засіб вимірювання, коефіцієнт чутливості.

#### **Вступ**

Об'єкти вимірювань, середовище та засоби вимірювань є матеріальними об'єктами і деяким чином взаємозв'язані між собою. Тому їх математичні моделі мають відображати зв'язки між ними. Однак величини, які характеризують об'єкт вимірювання та середовище, в загальному випадку не є сталими, що має відобразитися в їх

математичних моделях.

Процес вимірювання завжди реалізується в конкретних умовах (середовищі), тому результат вимірювання залежить від робочих умов вимірювання. В робочих умовах вимірювання наявні різні детерміновані та стохастичні збурення, які накладаються на вимірювану величину та результат вимірювання і впливають на засіб вимірю-

вання, вимірювану величину, об'єкт вимірювання і безпосередньо на результат вимірювання [1].

Величини, що характеризують робочі умови вимірювання, діляться на чотири групи [2]:

- кліматичні величини (температура, тиск, вологість та ін.);
- електричні й магнітні величини (електричні струми, напруги і магнітні поля різного роду);
- величини, що характеризують механічну дію на об'єкт вимірювання (вібрації, ударні навантаження та ін.);
- величини, що характеризують атмосферу (радіаційні й іонізуючі випромінювання, газовий склад атмосфери, запилення, задимлення та ін.).

Забезпечити єдність вимірювань відносно усіх можливих робочих умов вимірювання неможливо, тому для конкретних видів вимірюваних величин встановлюються єдині умови вимірювання (нормальні умови), для яких мають виконуватися умови єдності вимірювань. Такими умовами є перелік нормованих величин, що впливають на результат вимірювання, та вимоги до значень цих величин, які задаються або у формі допустимих меж зміни, або як номінальне значення.

При вимірюванні параметрів руху об'єктів номінальні значення найбільш важливих нормованих величин, що впливають на результат вимірювання, є такими [3, 4]:

- температура – 20°C (293 K);
- тиск навколишнього повітря – 99.992 кПа (750 мм. рт. ст.);
- відносна вологість повітря – 65% (нормальний парціальний тиск водяної пари 1351 Па);
- густина повітря – 1.2 кг/м<sup>3</sup>;
- прискорення вільного падіння (прискорення сили тяжіння) – 9.8 м/с<sup>2</sup>;
- магнітна індукція та напруженість електростатичного поля – 0.

Однак при тривалих вимірюваннях забезпечити номінальні значення впливових величин неможливо, тому встановлюються їх допустимі межі зміни. Як правило, значення меж зміни вибираються з врахуванням діапазону зміни вимірюваної величини та допустимих меж похибки результату вимірювання. Так, поширеною є вимога, що результати вимірювань для порівнянності мають приводитися до нормальних значень впливових величин з похибкою, що не перевищує 35% допустимої похибки вимірювання [3]. В обґрунтованих випадках допускається приведення результатів вимірювань до інших номінальних значень впливових величин, які встановлюються у кожному окремому випадку у відповідних державних стандартах.

В процесі вимірювання робочі умови найбільше впливають на об'єкт вимірювання, що ха-

рактеризується величиною  $x$ , та засіб вимірювання (ЗВ).

### Постановка задачі

В статті необхідно:

1) проаналізувати основні величини, якими характеризуються робочі умови вимірювання параметрів руху об'єктів, та з'ясувати їх номінальні значення;

2) запропонувати математичну модель впливу робочих умов (середовища) на коефіцієнт чутливості засобу вимірювання.

### Основна частина

Якщо математична модель ЗВ представлена в формі вагової функції  $k w_0(t)$  [4], то коефіцієнт чутливості  $k$  залежить від розміру одиниці величини, яка відтворюється ЗВ, а нормована вагова функція  $w_0(t)$  відображає інерційні, дисипативні та інші властивості ЗВ. В статичному режимі вимірювання впливом інерційних властивостей ЗВ нехтують, а суттєвим є вплив робочих умов на коефіцієнт чутливості ЗВ. В динамічному режимі вплив на результат вимірювання нормованої вагової функції значно збільшується. Однак при невеликих відхиленнях від номінальних значень величин, що характеризують робочі умови вимірювання, їх вплив на значення параметрів нормованої вагової функції є незначним, тому цим впливом часто нехтують.

Розглянемо математичну модель впливу робочих умов (середовища) на коефіцієнт чутливості ЗВ. Приймемо, що коефіцієнт чутливості ЗВ є деякою диференційованою функцією коефіцієнтів чутливості перетворювачів, що входять до складу ЗВ і формують результат вимірювання (при цьому тип функції залежить від способу з'єднання перетворювачів в ЗВ) [2]:

$$k = f(k_1, k_2, \dots, k_m) = f(k_i), \quad (1)$$

де  $k_i$  ( $i = \overline{1, m}$ ) – коефіцієнт чутливості  $i$ -го перетворювача.

Якщо покласти, що

$$k_i = k_{i0} + \Delta k_i = k_{i0} (1 + \varepsilon_{k_i}),$$

де  $k_{i0}$  – номінальне значення,  $\Delta k_i$  – абсолютне та

$\varepsilon_{k_i} = \frac{\Delta k_i}{k_{i0}}$  – відносне відхилення від номінального

значення коефіцієнта чутливості  $i$ -го перетворювача, то отримаємо:

$$k = f(k_{10} + \Delta k_1, k_{20} + \Delta k_2, \dots, k_{m0} + \Delta k_m) = k_0 + \Delta k = k_0 (1 + \varepsilon_k), \quad (2)$$

де  $k_0 = f(k_{10}, k_{20}, \dots, k_{m0})$  – номінальне значення коефіцієнта чутливості ЗВ;  $\Delta k$  – абсолютне та

$\varepsilon_k = \frac{\Delta k}{k_0}$  – відносне відхилення величини  $k$  від номінального значення, обумовлене відхиленнями  $\Delta k_i$ .

Визначимо відхилення в співвідношенні (2), для чого представимо дану функцію рядом Тейлора відносно номінальних значень аргументів:

$$\begin{aligned} \Delta k &= \sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{j!} \sum_{i=1}^m \frac{\partial^j k}{\partial k_i^j} \cdot (\Delta k_i)^j = \\ &= \sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{j!} \sum_{i=1}^m \gamma_i^{(j)} (\Delta k_i)^j, \end{aligned} \quad (3)$$

де  $\gamma_i^{(j)} = \left. \frac{\partial^j f(k_1, k_2, \dots, k_m)}{\partial k_i^j} \right|_{\substack{k_i = k_{i0} \\ i=1, m}}$  – частинні похідні функції (2).

Відхилення  $\Delta k_i$  обумовлені двома групами факторів:

- виробничо-технологічними факторами, тобто похибками технології виготовлення перетворювачів  $\Delta k_{i.em}$ ;

- відхиленнями від номінальних значень величин, що характеризують робочі умови вимірювання, тобто  $\Delta k_{i.py}$ :

$$\Delta k_i = \Delta k_{i.em} + \Delta k_{i.py}. \quad (4)$$

Складову  $\Delta k_{i.py}$  представимо через відхилення від номінальних значень величин другої групи факторів за допомогою рівняння зв'язку:

$$k_i = \psi(\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_p) = \psi(\xi_l), \quad (5)$$

де  $\xi_l$  ( $l = \overline{1, p}$ ) – величини, що впливають на коефіцієнти чутливості перетворювачів.

Розкладемо аналогічно функцію  $\xi_l$  в ряд Тейлора відносно номінальних значень аргументів та отримаємо:

$$\begin{aligned} \Delta k_{i.py} &= \sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{j!} \sum_{l=1}^p \frac{\partial^j k_i}{\partial \xi_l^j} \cdot (\Delta \xi_l)^j = \\ &= \sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{j!} \sum_{l=1}^p \chi_{il}^{(j)} (\Delta \xi_l)^j, \end{aligned} \quad (6)$$

де  $\chi_{il}^{(j)} = \left. \frac{\partial^j \psi(\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_m)}{\partial \xi_l^j} \right|_{\substack{\xi_l = \xi_{l0} \\ l=1, p}}$  – частинні похідні функції (5).

Якщо підставити співвідношення (4) та (6) в рівняння (3) і розкласти степеневу функцію в дужках в ряд Маклорена [5], отримаємо:

$$\begin{aligned} \Delta k &= \sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{j!} \sum_{i=1}^m \frac{\partial^j k}{\partial k_i^j} \cdot \left( \Delta k_{i.em} + \sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{j!} \sum_{l=1}^p \chi_{il}^{(j)} (\Delta \xi_l)^j \right)^j = \\ &= \sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{j!} \sum_{i=1}^m \frac{\partial^j k}{\partial k_i^j} \times \\ &\times \sum_{n=0}^{\infty} \frac{j(j-1)\dots(j-n+1) \Delta k_{i.em}^{j-n} \cdot \left( \sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{j!} \sum_{l=1}^p \chi_{il}^{(j)} (\Delta \xi_l)^j \right)^n}{n!} = \\ &= \sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{j!} \sum_{i=1}^m \frac{\partial^j k}{\partial k_i^j} \Delta k_{i.em}^j + \sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{j!} \sum_{i=1}^m \frac{\partial^j k}{\partial k_i^j} \times \\ &\times \sum_{n=1}^{\infty} \frac{j(j-1)\dots(j-n+1) \Delta k_{i.em}^{j-n} \cdot \left( \sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{j!} \sum_{l=1}^p \chi_{il}^{(j)} (\Delta \xi_l)^j \right)^n}{n!} = \\ &= \Delta k_{em} + \Delta k_{py}, \end{aligned} \quad (7)$$

де  $\Delta k_{em} = \sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{j!} \sum_{i=1}^m \frac{\partial^j k}{\partial k_i^j} \Delta k_{i.em}^j = \sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{j!} \sum_{i=1}^m \gamma_i^{(j)} \Delta k_{i.em}^j$  – відхилення коефіцієнта чутливості ЗВ за рахунок впливу виробничо-технологічних факторів;

$\Delta k_{py} = \sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{j!} \sum_{i=1}^m \frac{\partial^j k}{\partial k_i^j} \times$   
 $\times \sum_{n=1}^{\infty} \frac{j(j-1)\dots(j-n+1) \Delta k_{i.em}^{j-n} \cdot \left( \sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{j!} \sum_{l=1}^p \chi_{il}^{(j)} (\Delta \xi_l)^j \right)^n}{n!}$  – відхилення коефіцієнта чутливості ЗВ за рахунок відхилень від номінальних значень величин, що впливають на коефіцієнти чутливості перетворювачів ЗВ;  $\alpha_l^{(j)} = \sum_{i=1}^m \gamma_i^{(j)} \chi_{il}^{(j)}$  – коефіцієнти, що визначають вплив відхилень  $\Delta \xi_l$  на відхилення коефіцієнта чутливості ЗВ.

В загальному вигляді при врахуванні великої кількості членів розкладу функцій  $k_i$  та  $\xi_l$  в ряд Тейлора ( $j \rightarrow \infty$ ) співвідношення (7) є доволі складним і не дозволяє визначити окремі складові відхилень коефіцієнтів чутливості ЗВ від номінального значення. Тому розглянемо варіанти обмеження кількості членів розкладу зазначених функцій в ряд Тейлора.

При  $j = 1$ , тобто при врахуванні тільки лінійного члену розкладу, отримаємо:

$$\begin{aligned} \Delta k_{j=1} &= \sum_{i=1}^m \frac{\partial f(k_1, k_2, \dots, k_m)}{\partial k_i} \Big|_{\substack{k_i=k_{i0} \\ i=1, m}} \times \\ &\times \left( \Delta k_{i.em} + \sum_{l=1}^p \frac{\partial \psi(\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_m)}{\partial \xi_l} \Big|_{\substack{\xi_l=\xi_{l0} \\ l=1, p}} \cdot \Delta \xi_l \right) = \\ &= \sum_{i=1}^m \gamma_i^{(1)} \cdot \left( \Delta k_{i.em} + \sum_{l=1}^p \chi_{il}^{(1)} \cdot \Delta \xi_l \right) = \\ &= \sum_{i=1}^m \gamma_i^{(1)} \Delta k_{i.em} + \sum_{i=1}^m \left( \sum_{l=1}^p \gamma_i^{(1)} \chi_{il}^{(1)} \Delta \xi_l \right) = \Delta k_{em1} + \Delta k_{py1}, \end{aligned} \quad (8)$$

де  $\Delta k_{em1} = \sum_{i=1}^m \gamma_i^{(1)} \Delta k_{i.em}$  та  $\Delta k_{py1} = \sum_{l=1}^p \alpha_l^{(1)} \Delta \xi_l = \sum_{i=1}^m \left( \sum_{l=1}^p \gamma_i^{(1)} \chi_{il}^{(1)} \Delta \xi_l \right)$  – відповідні відхилення коефіцієнта чутливості ЗВ, що визначаються врахуванням тільки лінійного члену розкладу;  $\alpha_l^{(1)} = \sum_{i=1}^m \gamma_i^{(1)} \chi_{il}^{(1)}$  – коефіцієнти, що визначають вплив відхилень  $\Delta \xi_l$  на відхилення коефіцієнта чутливості ЗВ при врахуванні тільки лінійного члену розкладу.

При  $j = 2$ , тобто при врахуванні додатково квадратичного члену розкладу, отримаємо:

$$\begin{aligned} \Delta k_{j=2} &= \sum_{j=1}^2 \frac{1}{j!} \sum_{i=1}^m \frac{\partial^j k}{\partial k_i^j} \cdot \left( \Delta k_{i.em} + \sum_{j=1}^2 \frac{1}{j!} \sum_{l=1}^p \chi_{il}^{(j)} (\Delta \xi_l)^j \right)^j = \\ &= \sum_{i=1}^m \gamma_i^{(1)} \Delta k_{i.em} + \sum_{i=1}^m \left( \sum_{l=1}^p \gamma_i^{(1)} \chi_{il}^{(1)} \Delta \xi_l \right) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m \gamma_i^{(2)} \Delta k_{i.em}^2 + \\ &+ \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m \Delta k_{i.em} \left( \sum_{l=1}^p \gamma_i^{(2)} \chi_{il}^{(2)} \Delta \xi_l^2 \right) + \frac{1}{8} \sum_{i=1}^m \gamma_i^{(2)} \cdot \left( \sum_{l=1}^p \chi_{il}^{(2)} \Delta \xi_l^2 \right)^2 = \\ &= \Delta k_{em1} + \Delta k_{py1} + \Delta k_{em12} + \Delta k_{py12.1} + \Delta k_{py12.2} = \\ &= \Delta k_{em2} + \Delta k_{py2}, \end{aligned} \quad (9)$$

де  $\Delta k_{em12} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m \gamma_i^{(2)} \Delta k_{i.em}^2$  – відхилення коефіцієнта чутливості ЗВ за рахунок впливу виробничо-технологічних факторів при врахуванні тільки квадратичного члена розкладу;  $\Delta k_{py12.1} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m \Delta k_{i.em} \left( \sum_{l=1}^p \gamma_i^{(2)} \chi_{il}^{(2)} \Delta \xi_l^2 \right) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m \Delta k_{i.em} \left( \sum_{l=1}^p \alpha_l^{(2)} \Delta \xi_l^2 \right)$  та  $\Delta k_{py12.2} = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^m \gamma_i^{(2)} \cdot \left( \sum_{l=1}^p \chi_{il}^{(2)} \Delta \xi_l^2 \right)^2$  – відхилення коефіцієнта чутливості ЗВ за рахунок відхилень від номінальних значень величин, що впливають на коефіцієнти чутливості перетворювачів ЗВ при врахуванні тільки квадратичного члена роз-

кладу;  $\alpha_l^{(2)} = \sum_{i=1}^m \gamma_i^{(2)} \chi_{il}^{(2)}$  – коефіцієнти, що визначають вплив відхилень  $\Delta \xi_l$  на відхилення коефіцієнта чутливості ЗВ при врахуванні тільки квадратичного члена розкладу;  $\Delta k_{em2} = \Delta k_{em1} + \Delta k_{em12}$  та  $\Delta k_{py2} = \Delta k_{py1} + \Delta k_{py12.1} + \Delta k_{py12.2}$  – відповідні відхилення коефіцієнта чутливості ЗВ, що визначаються врахуванням двох перших членів розкладу.

Якщо у виразі (2) прийняти  $k_0 = 1$ , то

$$k = 1 + \Delta k = 1 + \Delta k_{em} + \Delta k_{py} = 1 + \varepsilon_{k_{em}} + \varepsilon_{k_{py}}, \quad (10)$$

а вплив робочих умов вимірювання визначається складовою  $\Delta k_{py}$ .

Вплив робочих умов на об'єкт вимірювання необхідно враховувати тому, що він призводить до змін вимірюваної величини, яка характеризує об'єкт вимірювання (при цьому впливовими можуть бути всі чотири групи величин, якими характеризуються робочі умови вимірювання). В підсумку вплив робочих умов (середовища) на об'єкт вимірювання зводиться до адитивного збурення, прикладеного до входу ЗВ.

### Висновки

1. Проаналізовано основні величини, якими характеризуються робочі умови вимірювання параметрів руху об'єктів, та з'ясовано їх номінальні значення.

2. Запропоновано математичну модель впливу робочих умов (середовища) на коефіцієнт чутливості засобу вимірювання.

3. Проаналізовано відхилення коефіцієнта чутливості засобу вимірювання від номінального значення залежно від групи факторів та кількості членів розкладу функції в ряд Тейлора.

### Список використаних джерел

1. Метрологическое обеспечение и контроль качества материалов и изделий: монография / Под общ. ред. д.т.н., проф. В. Т. Прохорова; ГОУ ВПО «Южно-Рос. гос. ун-т. экономики и сервиса». – Шахты: ГОУ ВПО «ЮРГУЭС», 2009. – 160 с. ISBN 978-5-93834-446-4.

2. Назаров Н. Г. Измерения: Планирование и обработка результатов / Н. Г. Назаров. – М.: Издательство стандартов, 2000. – 301 с. ISBN 5-7050-0448-6.

3. ГОСТ 8.050:2009 ГСОЕИ. Нормальные условия выполнения линейных и угловых измерений.

4. Назаров Н. Г. Метрология. Основные понятия и математические модели: Учеб. пособие для вузов / Н. Г. Назаров. – М.: Высшая школа, 2002. – 348 с. ISBN 5-06-004070-4.



5. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1968. – 720 с.

Надійшла до редакції 16.11.2016 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Конін В. В., Національний авіаційний університет, м. Київ.

**В. П. Квасников**, д.т.н., **А. В. Рудык**, к.т.н.

### УЧЁТ РАБОЧИХ УСЛОВИЙ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ В МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ИЗМЕРЕНИЯ

*Проанализированы основные величины, которыми характеризуются рабочие условия измерения параметров движения объектов, и найдены их номинальные значения. Предложена математическая модель влияния рабочих условий (среды) на коэффициент чувствительности средства измерения. Проанализированы отклонения коэффициента чувствительности средства измерения от номинального значения в зависимости от группы факторов и количества членов разложения функции в ряд Тейлора.*

**Ключевые слова:** рабочие условия измерения, средство измерения, коэффициент чувствительности.

**V. P. Kvasnikov**, DSc, **A. V. Rudyk**, PhD

### ACCOUNTING WORKING CONDITIONS MEASUREMENTS OF OBJECTS MOTION IN MATHEMATICAL MODEL OF THE MEASUREMENTS RESULTS

*We analyzed the main values that characterize the working conditions of measuring parameters of objects motion and found their nominal value. Propose a mathematical model of the effect of operating conditions (environment) on the sensitivity coefficient measuring instruments. Analyzed deviation coefficient measuring instruments sensitivity of the nominal value depending on the group of factors and the number of terms in the expansion function in a Taylor series.*

**Keywords:** performance measurement conditions, measurement means, sensitivity factor.

УДК 616-073.27

**Л. В. Коломієць**, д.т.н., **М. І. Сичов**, к.х.н., **К. Ф. Боряк**, д.т.н.

Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса

### СПОСІБ ПРИГОТУВАННЯ ФАНТОМІВ ДЛЯ КАЛІБРУВАННЯ МАГНІТНО-РЕЗОНАНСНИХ ТОМОГРАФІВ

*У статті представлений спосіб приготування розчину хлориду натрію, який придатний для застосування при калібруванні магнітно-резонансних томографів, або складових речовин, які застосовують в апаратах гемодіалізу для очищення крові у хворих на нирки.*

**Ключові слова:** Фантом, магнітно-резонансний томограф, калібрування, очищення крові, нирки.

#### Вступ

Для гемодіалізу використовують діалізуючий розчин, який готують шляхом змішування діалізних концентратів і води. Обсяг діалізуючого розчину, що контактує з кров'ю хворого через напівпроникну мембрану з обмінною площею 1,5 м<sup>2</sup> не менше 12 годин на тиждень, приблизно в 100 – 150 разів більше кількості води, яку людина випиває за цей час в звичайних умовах.

Виходячи з цього, якість застосовуваної води найрішучішим чином позначається на самопочутті хворого, як безпосередньо при проведенні гемодіалізу, так і в міждіалізний період. У світовій практиці для гемодіалізу використовую-

ється вода, методу очищення, званого «зворотний осмос», нерозривно пов'язаного з таким явищем, як «процес осмосу і дифузії на напівпроникненій мембрані».

У МРТ використовують МР-фантом, який є штучним об'єктом, для перевірки роботи МРТ. Багато матеріалів в МР-фантамах використовуються в якості речовин, що підтримують сигнал. Деякими з них є водні парамагнітні розчини: чисті желатинові гелі, агар, полівініловий спирт, силікон, агароза або поліакриламід; гелі з органічними добавками, гелі з парамагнітним добавками і зворотні розчини міцелі.

У МР-фантамі вода найчастіше використо-