

Виконані роботи підтвердили правильність реалізованих в еталоні методик вимірювання, метрологічних, технічних і конструктивних рішень, а також його високі метрологічні характеристики.

1. *Большаков В.Б., Косач Н.І., Корольов В.Б., Бабаков А.В. Державний еталон одиниць витрати*

рідини// Матеріали 4 міжнародної науково-практичної конф. „Проблеми обліку теплоти та води в Україні”. - К., -2004.- С.23-31. 2. МИ 164-78. Методика определения геометрических параметров рабочих участков поверочных расходомерных установок.

УДК 389:681.121.089

АНАЛІЗ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ ПРИ ПЕРЕДАВАННІ ОДИНИЦІ ВИТРАТИ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

© Середюк О.С., Витвицька Л.А., 2006

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Приведені результати аналізу невизначеності вимірювання при побудові еталону передавання одиниці об'єму і об'ємної витрати природного газу на базі витратоміра змінного перепаду тиску. Здійснена кількісна оцінка невизначеності при експериментальному визначенні градуувального коефіцієнта витратоміра змінного перепаду тиску

Питання економного та раціонального використання природного газу поряд з впровадженням нових більш точних засобів його обліку зумовлює необхідність вдосконалення метрологічного забезпечення. Це в повній мірі стосується як еталонних витратовимірювальних засобів, так і нормативних документів щодо відтворення і передавання одиниць вимірювання.

Проведений аналіз останніх досліджень стосовно розроблення і застосування еталонних засобів витратометрії природного газу показав, що переважна більшість розробок стосується проектування і впровадження спеціальних за конструкцією робочих еталонів [1,2], якими можна здійснювати градуування і перевірку робочих засобів з використанням повітря як робочого середовища. Дослідження нових технічних рішень і перспектив застосування еталонів у витратометрії природного газу [3-4] акцентують увагу на необхідності проведення метрологічних досліджень витратовимірювальної техніки безпосередньо на природному газі, для реалізації чого на даний момент відсутні нормативно-метрологічні документи. Це питання не вирішене також і в рамках чинної в Україні Державної повірочної схеми [5], згідно з якою Державний спеціальний еталон одиниць об'єму і об'ємної витрати газу [6] функціонує на повітрі, а

методологія передавання відтворюваних ним одиниць потребує вдосконалення.

Поряд з цим значна увага останніх науково-практичних досліджень приділена розробці методології звірення державних і вихідних еталонів за допомогою еталонів передавання одиниць об'єму і витрати з використанням робочого середовища як повітря [3,7,8], так і природного газу [9]. Результати досліджень засвідчують складність практичної реалізації градуування і перевірки витратовимірювальної техніки на природному газі, а також недостатність вивчення питання передавання одиниць об'єму природного газу при зміні робочого середовища. Перші вітчизняні наукові напрацювання в цьому напрямку шляхом застосування перерахунку градуувальних характеристик робочих еталонів (турбінних лічильників) з повітря на газ опубліковані в [10]. Ще одна із нових методологій передавання одиниць об'єму або витрати природного газу у контексті з Державною повірочною схемою розглянута в [11,12]. Однак ці дослідження передавання одиниць вимірювання стосуються перш за все технічного обґрунтування доцільності і можливості їх реалізації і зовсім не оцінюють метрологічні характеристики засобів передавання.

Метою роботи є проведення аналізу невизначеності вимірювання при передаванні

одиниць витрати і об'єму природного газу в процесі оптимізації і вдосконалення схем передавання розмірів фізичних величин від еталонів до робочих засобів вимірювальної техніки.

В [12] запропоновано використовувати еталон передавання на базі витратоміра змінного перепаду тиску (ВЗПТ), який повинен реалізувати такий відомий алгоритм вимірювання витрати [13]:

$$Q = \frac{C}{\sqrt{1-\beta^4}} \varepsilon \frac{\pi}{4} d^2 \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}}, \quad (1)$$

де Q – об'ємна витрата природного газу за робочих умов; C – коефіцієнт витікання звужувального пристрою; ε – коефіцієнт розширення вимірювального середовища; β – відношення діаметра отвору d діафрагми до внутрішнього діаметра D вимірювального трубопроводу ВЗПТ; Δp – перепад тиску на звужувальному пристрої; ρ – густина природного газу за робочих умов при вимірюванні його витрати.

Аналіз виразу (1) показує, що кожна із наведених складових вносить свою частку в похибку вимірювання витрати, серед яких найбільш суттєвими можуть бути методичні похибки визначення коефіцієнтів C і ε . В [13] наводяться формули для обчислення цих коефіцієнтів, однак похибки їх розрахунку перевищують 0,5%, що для еталонів передавання є високими значеннями. Тому є доцільним проведення аналізу невизначеності, яку вносить у функціонування еталону передавання градувальний коефіцієнт K_{sp} ВЗПТ, що представляє собою добуток вищевказаних коефіцієнтів C і ε , та може бути визначений експериментально за допомогою еталона об'ємної витрати повітря. Використовуючи (1), можна записати, що

$$K_{sp} = Q \sqrt{1 - \left(\frac{d}{D}\right)^4} / \left(\frac{\pi}{4} d^2 \sqrt{\frac{2 \Delta p}{\rho}} \right). \quad (2)$$

Даний вираз є фізико-математичною моделлю опосередкованого вимірювання, на основі аналізу якої можна оцінити згідно з концепцією невизначеності [14, 15] точність передавання одиниці об'ємної витрати на базі ВЗПТ. Кожен із аргументів рівняння (2) через свою невизначеність вносить свій вклад в сумарну невизначеність вимірювання коефіцієнта K_{sp} . Тому з цією метою розраховувалися оцінки вхідних величин $Q, \rho, \beta, d, \Delta p$ та їх стандартні невизначеності. Беручи до уваги, що аналіз проводиться на стадії проектування еталону передавання, то дані невизначеності обчислювалися за типом В в силу неможливості застосування статистичних методів оцінки для обробки результатів багаторазових вимірювань. Тому за основу прийнята

ап'іорна інформація про закони розподілу значень кожної з величин, які входять в (2). Крім того для отримання кількісного результату при розрахунку невизначеності для прикладу були взяті такі попередньо визначені оцінки значень вхідних величин: $\bar{Q}=200$ м³/год; $\bar{\rho}=1,204$ кг/м³; $\bar{d}=43$ мм; $\bar{D}=100$ мм; $\bar{\Delta p}=2,5$ кПа.

Невизначеність, зумовлена неточністю відтворення еталонном об'ємної витрати газу $U_B(Q)$, визначена згідно із свідомством про метрологічну атестацію Державного еталону [6]. Він забезпечує відтворення і вимірювання за робочих умов витрат повітря від 4 до 200 м³/год з значенням невилученої відносної систематичної похибки $Q=5 \times 10^{-4}$ і відносного середнього квадратичного відхилення $\sigma_Q=1 \times 10^{-3}$, відношення яких є меншим за значення 0,8. Тому за границю похибки еталону при максимальній витраті $Q_{max}=200$ м³/год приймається довірча границя його випадкової складової [16], яку можна обчислити згідно з формулою:

$$\Delta(Q) = k \cdot \sigma_Q \cdot Q_{max} = 1,210 \times 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с},$$

де k – коефіцієнт Ст'юдента, який приймається рівним 2,179 при заданій ймовірності 0,95 для випадку нормального закону розподілу випадкової похибки при 13-разових спостереженнях за умов відтворення витрати еталонном.

Стандартна невизначеність відтворення об'ємної витрати з врахуванням нормального закону розподілу буде становити [14]:

$$u_B(Q) = 2 \cdot \Delta(Q) / \sqrt{36} = 0,403 \times 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}.$$

Ступінь впливу показника β на точність передавання одиниці витрати визначається виходячи з встановленого допуску на точність виготовлення отвору діафрагми і внутрішнього діаметру вимірювального трубопроводу. Згідно з [13] результат вимірювання діаметра отвору діафрагми не повинен відрізнятися від середнього значення більше, ніж на 0,05%, а результат вимірювання внутрішнього діаметра вимірювального трубопроводу ВЗПТ – не більше, ніж на 0,3%. Тому невизначеності вимірювання вказаних діаметрів знайдені як стандартні невизначеності за типом В з прийнятим трикутним законом розподілу результатів спостережень [17], який має місце при вимірюванні лінійних розмірів циліндричних об'єктів:

$$U_B(d) = \frac{2 \cdot 0,05 \cdot \bar{d}}{100 \sqrt{24}} = 8,8 \times 10^{-6} \text{ м};$$

$$U_B(D) = \frac{2 \cdot 0,3 \cdot \bar{D}}{100 \sqrt{24}} = 1,22 \times 10^{-4} \text{ м}.$$

Значення густини повітря за робочих умов Державного еталона визначається за такою залежністю [1]:

$$\rho = \rho_c \frac{p \cdot T_c}{p_c \cdot T \cdot Z}, \quad (3)$$

де ρ і ρ_c , p і p_c , T і T_c відповідно густина, абсолютні тиск і температура повітря за робочих і стандартних умов; Z - коефіцієнт стисливості повітря.

Для подальших розрахунків вибрано такі робочі умови еталону: $p = 106,325$ кПа (надлишковий тиск повітря 5 кПа); $T = 293,15$ К, а також загальноприйняті такі стандартні умови: $p_c = 101,325$ кПа; $T_c = 293,15$ К.

Невизначеність вимірювання густини повітря за стандартних умов формується на базі нормативного документа [18], згідно з яким відносна похибка складає $\delta(\rho) = 0,005\%$. Тому стандартна невизначеність з врахуванням рівномірного закону розподілу буде такою:

$$U_{B(\rho_{cm})} = \delta(\rho) \cdot 1.204 / \sqrt{3} = 3,54 \times 10^{-5} \text{ кг/м}^3.$$

Невизначеності вимірювання температури і тиску повітря визначаються метрологічними характеристиками використаних вимірювальних приладів. Застосування термометра з абсолютною похибкою рівною $\Delta(T) = 0,15$ К і вимірювального перетворювача тиску з границею основної похибки $\delta(p) = \pm 0,1\%$ з врахуванням нормального закону

$$U(\rho) = \sqrt{\left(\frac{\partial \rho}{\partial p_{ct}} U_{B(\rho_{ct})}\right)^2 + \left(\frac{\partial \rho}{\partial Z} U_{B(Z)}\right)^2 + \left(\frac{\partial \rho}{\partial T} U_{B(T)}\right)^2 + \left(\frac{\partial \rho}{\partial p} U_{B(p)}\right)^2}, \quad (4)$$

$$\text{де } \frac{\partial \rho}{\partial p_{ct}} = \frac{\bar{p} \cdot T_c}{p_c \cdot T \cdot Z} = 1,049;$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial p} = \frac{\rho_c \cdot T_c}{p_c \cdot T \cdot Z} = 1,18 \times 10^{-5} \text{ с}^2/\text{м}^2;$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial T} = -\frac{\rho_c \cdot \bar{p} \cdot T_c}{p_c \cdot \bar{T}^2 \cdot \bar{Z}} = 4,31 \times 10^{-3} \text{ кг/м}^3 \cdot \text{К};$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial Z} = -\frac{\rho_c \cdot \bar{p} \cdot T_c}{p_c \cdot \bar{T} \cdot \bar{Z}^2} = 1,263 \text{ кг/м}^3.$$

Підставляючи значення розрахованих вище стандартних невизначеностей в (4), отримуємо, що $U(\rho) = 59,66 \times 10^{-5} \text{ кг/м}^3$.

Методика розрахунку невизначеності вимірювання перепаду тиску на звукувальному пристрої аналогічна методиці для розрахунку невизначеності вимірювання тиску робочого

розподілу результатів спостережень температури і тиску приводить до отримання таких значень відповідних невизначеностей:

$$U_{B(T)} = \frac{2 \cdot \Delta(T)}{\sqrt{36}} = 0,05 \text{ К},$$

$$U_{B(p)} = \frac{2 \cdot \delta(p) \cdot \bar{p}}{100 \sqrt{36}} = 35,44 \text{ Па}.$$

Для обчислення невизначеності коефіцієнта стисливості повітря використано результати досліджень [19], згідно з якими похибка його обчислення може не перевищувати $\delta(Z) = \pm 0,05\%$. Тому, вибравши оцінку коефіцієнта $\bar{Z} = 1$ як його значення за стандартних умов і з врахуванням рівномірного закону розподілу отримуємо:

$$U_{B(Z)} = \frac{\delta(Z) \cdot \bar{Z}}{100 \sqrt{3}} = 0,000289.$$

Оскільки значення температури і тиску газів за стандартних умов є загальноприйнятими, то їх невизначеності прийняті рівними нулю.

Сумарна невизначеність вимірювання густини за робочих умов визначається з умови відсутності кореляційних зв'язків між вищенаведеними вхідними величинами, що входять в (3) і з врахуванням їх коефіцієнтів впливу [14]:

середовища з відмінністю конкретних метрологічних характеристик дифманометра, відносна похибка якого складає $\delta(\Delta P) = \pm 0,1\%$ при максимальному значенні перепаду тиску $\Delta \bar{P} = 2,5$ кПа. Тому отримано таке значення стандартної невизначеності:

$$U_{B(\Delta p)} = \frac{2 \cdot \delta(\Delta p) \cdot \Delta \bar{p}}{100 \sqrt{36}} = 0,833 \text{ Па}.$$

Сумарна невизначеність розрахунку градувального коефіцієнта K_{sp} визначається на основі вищенаведених значень невизначеностей вхідних величин, що входять в формулу (2), з врахуванням їх ступеня впливу через часткові похідні і за відсутності кореляційних зв'язків між ними [14]:

$$U(K_{cp}) = \sqrt{\left(\frac{\partial K_{cp}}{\partial Q} U_B(Q)\right)^2 + \left(\frac{\partial K_{cp}}{\partial \rho} U_B(\rho)\right)^2 + \left(\frac{\partial K_{cp}}{\partial d} U_B(d)\right)^2 + \left(\frac{\partial K_{cp}}{\partial D} U_B(D)\right)^2 + \left(\frac{\partial K_{cp}}{\partial \Delta p} U_B(\Delta p)\right)^2}, \quad (5)$$

$$\text{де } \frac{\partial K_{cp}}{\partial Q} = \frac{4\sqrt{\bar{\rho} \cdot (\bar{D}^4 - \bar{d}^4)}}{\pi \cdot \bar{d}^2 \cdot \bar{D}^2 \sqrt{2 \cdot \Delta \bar{p}}} = 10,504 \text{ с/м}^3;$$

$$\frac{\partial K_{cp}}{\partial \rho} = \frac{2 \cdot \bar{Q} \sqrt{\bar{D}^4 - \bar{d}^4}}{\pi \cdot \bar{d}^2 \cdot \bar{D}^2 \sqrt{2 \cdot \Delta \bar{p}} \cdot \bar{\rho}} = 0,2423 \text{ м}^3/\text{кг};$$

$$\frac{\partial K_{cp}}{\partial d} = -\frac{4 \cdot \bar{Q} \cdot (\bar{D}^4 + \bar{d}^4) \sqrt{2 \cdot \Delta \bar{p}} \cdot \bar{\rho}}{\pi \cdot \bar{d}^3 \cdot \bar{D}^2 \cdot \Delta \bar{p} \sqrt{\bar{D}^4 - \bar{d}^4}} = 30,164 \text{ м}^{-1};$$

$$\frac{\partial K_{cp}}{\partial \Delta p} = -\frac{2 \cdot \bar{Q} \sqrt{(\bar{D}^4 - \bar{d}^4)} \cdot \bar{\rho}}{\pi \cdot \bar{D}^2 \cdot \bar{d}^2 \cdot \Delta \bar{p} \sqrt{2 \cdot \Delta \bar{p}}} = 1,166 \times 10^{-4} \text{ м/кг} \cdot \text{с}^2;$$

$$\frac{\partial K_{cp}}{\partial D} = \frac{4 \cdot \bar{Q} \sqrt{\bar{\rho}}}{\pi \sqrt{2 \cdot \Delta \bar{p}} \cdot \bar{D} \cdot (\bar{D}^4 - \bar{d}^4)} = 0,3529 \text{ м}^{-1}.$$

Таким чином, розраховане значення сумарної невизначеності після підстановки в (5) буде становити $U(K_{cp}) = 13,105 \times 10^{-4}$. Оскільки не є доцільним розраховувати розширену невизначеність на стадії проектування еталона передавання в силу відсутності складових стандартних невизначеностей типу А, то розраховано відносне значення сумарної невизначеності для порівняння її з раніше оціненою похибкою визначення добутку коефіцієнтів $C_{\bar{\epsilon}}$, який є градувальним коефіцієнтом K_{cp} ВЗПТ. Дане відносне значення можна отримати приведенням абсолютного значення сумарної невизначеності до добутку усереднених значень коефіцієнтів $C_{\bar{\epsilon}}$, які вибрані з додатків [13] щодо діапазону їх можливих значень. Числове значення відносної сумарної невизначеності становить:

$$\delta U(K_{cp}) = \frac{U(K_{cp})}{C_{\bar{\epsilon}}} \cdot 100 = \frac{13,1 \cdot 10^{-4}}{0,6} \cdot 100 = 0,21\%.$$

Отримане значення відносної сумарної невизначеності є практично в два рази меншим від поданої в [13] похибки розрахунку добутку коефіцієнтів $C_{\bar{\epsilon}}$. Це обґрунтовує можливість побудови еталона передавання одиниці витрати природного газу з використанням експериментально визначеного значення градувального коефіцієнта ВЗПТ у комплекті з прямолінійними ділянками вимірювального трубопроводу. Додаткове застосування при цьому методики коригування градувального коефіцієнта стосовно реальних значень чисел Рейнольдса та показника адіабати робочого середовища при зміні його тиску, температури і складу відкриває нові можливості

щодо практичної реалізації передавання одиниць об'ємної витрати і об'єму до робочих засобів обліку природного газу.

1. Вимірювання витрати та кількості газу: Довідник / Андрійшин М.П., Каневський С.О., Карпаш О.М. та ін. – Івано-Франківськ: ПП «Сімік», 2004. – 160с. 2 Вимірювання витрати та кількості газу: Мат. Всеукр. наук.-техн. конф. (м.Івано-Франківськ, 17-20 травня 2005 р.). – Івано-Франківськ: Факел, 2005. – 82с. 3. Середюк О.Є. Метрологічні аспекти і перспективи застосування еталонів у витратометрії природного газу // Метрологія та вимірювальна техніка (Метрологія – 2004) : 36. наук. праць четвертої наук.-техн. конференції.(м. Харків, 12-14 жовтня 2004 р.) – Харків: ННЦ “Інститут метрології”, 2004. Т.2. – С.186-188. 4. Наукові основи створення нормативної та технічної бази контролю раціонального використання природного газу / Є.П.Пістун, С.А.Чеховський, О.Є.Середюк, М.І.Гончарук // Наука та інновації.–2005.–Т.1.–№1.– С.150-166. 5. ДСТУ 3383-96. Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювань об'єму та об'ємної витрати газу. 6. Державний спеціальний еталон одиниці об'єму та об'ємної витрати газу / І.С.Бродин, І.С.Петришин, А.Г.Бестелесний, П.І.Дикий // Український метрологічний журнал.–1997.–№3.– С.31-34. 7. Петришин І.С., Середюк О.Є. Технічне забезпечення звіряння еталонів об'єму та витрати газу // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2001. - № 1. – С.49-51. 8 Петришин І.С., Безгачнюк Я.В., Середюк Д.О. Впровадження еталонів передавання в повірочну практику засобів вимірювальної техніки об'єму та об'ємної витрати газу // Метрологія та вимірювальна техніка (Метрологія – 2006) : 36. наук. праць п'ятої наук.-техн. конференції.(м. Харків, 10-12 жовтня 2006р.) – Харків: ННЦ “Інститут метрології”. – 2006. – Т.2. – С.223-226.9. The International World Reference Value For High Pressure Natural Gas Flow / D.Dopheide, B.Mickan, R.Kramer and other // Метрологія та вимірювальна техніка (Метрологія – 2006): Наук. праці V міжнар. наук.-техн. конф. (м.Харків, 10-12 жовтня 2006 р.). Т.1. – Харків: ННЦ «Інститут метрології». – 2006. – С.15-25. 10. Петришин І.С., Безгачнюк Я.В. Особливості повірки лічильників газу при робочих умовах // Вимірювання витрати та кількості газу: Мат. Всеукр. наук.-техн. конф. (м.Івано-Франківськ, 17-20 травня 2005 р.). – Івано-Франківськ: Факел. – 2005. – С.22. 11. Середюк О.Є., Чеховський С.А.

Методологія передавання одиниці об'єму газу при зміні робочого середовища // Вимірювання витрати та кількості газу: Мат. Всеукр. наук.-техн. конф. (м. Івано-Франківськ, 17-20 травня 2005 р.). – Івано-Франківськ: Факел. – 2005. – С.59. 12. Середюк О.Є. Принципи побудови еталонів передавання одиниці об'єму природного газу в контексті Державної повірочної схеми // Метрологія та вимірювальна техніка (Метрологія – 2006) : 36. наук. праць п'ятої наук.-техн. конференції (м. Харків, 10-12 жовтня 2006р.) – Харків: ННЦ "Інститут метрології". – 2006. – Т.2. – С.219-222. 13. ISO 5167-2:2003. Измерение потока текучей среды с помощью устройств для измерения перепада давления, вставленных в заполненные трубопроводы круглого сечения. Часть 2. Диафрагмы. 14. Захаров И.П., Лукуш В.Д. Теория неопределенности в измерениях. – Харьков: Консум, 2002. – 256 с. 15. Демидова Н.М., Поджаренко В.О. Застосування концепції

невизначеності в області вимірювання витрат // Метрологія та вимірювальна техніка (Метрологія – 2006) : 36. наук. праць п'ятої наук.-техн. конференції (м. Харків, 10-12 жовтня 2006р.) – Харків: ННЦ "Інститут метрології". – 2006. – Т.2. – С.199-203. 16. ГОСТ 8.381-80. Эталоны. Способы выражения погрешностей. 17. Кисіль І.С. Метрологія, точність і надійність засобів вимірювань. – Івано-Франківськ: Факел, 2002. – 400 с. 18. ГСССД 8-79. Плотность, энтальпия, энтропия и изобарная теплоемкость жидкого и газообразного воздуха при температурах 70-1500 К и давлениях 0,1-100 МПа. Таблицы стандартных справочных данных. – М.: Изд. стандартов, 1980. – 11с. 19. Середюк О.Є., Костинюк В.В., Середюк Д.О. Метрологічний аналіз визначення коефіцієнта стисливості повітря при опосередкованому методі вимірювання витрати газу // Методи та прилади контролю якості. – 2005. – №13. – С. 56-58.

УДК 681.12

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ БАГАТОФАЗНИХ ПОТОКІВ І ЇХНІЙ ВПЛИВ НА КЕРУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЄЮ СВЕРДЛОВИН

© Кабанова О.В., 2006

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Розглянуті питання, пов'язані з покращенням експлуатації свердловин. Проведений детальний аналіз існуючих методів вимірювання витрати нафтогазових потоків в різних умовах. Запропонований метод, який дозволяє підвищити представницький характер вимірюваних параметрів багатофазних потоків

Протягом десятиліть нафтогазовидобувна промисловість прагнула винайти систему, яка могла б вимірювати дебіт всіх свердловинних флюїдів, не розділяючи їх на фази і не використовуючи рухомі деталі, без керування процесом вимірювання. Складність виникаючих при цьому проблем значна. На сьогоднішній день деякі з існуючих проблем розв'язані, але питання розроблення приладу вимірювання витрати багатофазних процесів вимагає принципово нового підходу до цієї проблеми.

При розробці родовища нафти вимірювання дебітів нафти, газу і води виконуються не менше двох разів. Вимірюється те, що видобуто, і те, що продано (або передане).

Вимірювання видобутку, як правило, здійснюється безпосередньо на усті свердловини або в безпосередній близькості від нього. Вимірювання

проданої нафти або газу здійснюється на продуктовому трубопроводі або в безпосередній близькості від нього, як правило, після розділу флюїду на його складові.

Необхідність у вимірюванні того, що продано або передане, очевидна. Менша погодженість у думках спостерігається в питанні про те, за яким параметром вимірюється видобуток. У більшості країн, включаючи Росію, уряди вимагають, щоб вимірювався видобуток як основа для визначення величини податків, плати за право розробки надр і інших орендних платежів. Але вимірювання окремих продуктів, що видобуваються, використовуються і для: спостереження за величиною запасів, керування роботою розташованих на поверхні установок, обліку з метою запобігання втрат, оптимізації процесу видобутку і планування розробки родовища. Вимоги,