

фракціонується в сепараторі на фракції й кондиційна стружка направляється у бункер сухої стружки. У разі виготовлення трьохшарових стружкових плит стружку для зовнішніх шарів необхідно доподрібнювати з використанням розмелювального обладнання, яке застосовується у виробництві стружкових плит. Отже, за цією схемою відмінність описаного технологічного процесу підготовки стружки для виготовлення стружкових плит від традиційного технологічного процесу з використанням деревинної сировини полягає в заміні обладнання початкового дрібнення й адаптуванні обладнання вторинного дрібнення та сушіння до солом'яної сировини.

У разі використання підприємством тільки розсипної соломи для первинного її подрібнення доцільно встановлювати дискові або барабанні соломорізки. Сучасні конструкції таких верстатів надійно подрібнюють розсипну соломку по довжині. Отримана січка надходить у бункер, з якого направляється на виготовлення стружки, сушіння, розфракціонування і, за необхідності, повторне дрібнення. Відмінність цієї схеми від попередньої полягає у застосуванні для первинного дрібнення сировини соломорізок. Така схема дещо обмежує можливості підприємства у переробленні солом'яної сировини. Використання підприємством як сировини солом'яної січки спрощує процес її підготовки для виготовлення стружкових плит. Після приймання солом'яної січки зразу надходить в бункер для зберігання. Подальший процес отримання стружки відбувається аналогічно попереднім двом схемам.

Описані технологічні схеми визначають послідовність операцій підготовки солом'яної сировини для виготовлення стружкових плит та відображають відмінності такої підготовки від традиційних схем з використанням деревинної сировини.

Література

- Бехта П.А. Виробництво стружки для деревинностружкових плит / П.А. Бехта. – К. : Вид-во ІСДО, 1995. – 272 с.
- Бехта П.А. Технологія деревинних плит і пластиків : підручник / П.А. Бехта. – К. : Вид-во "Основа", 2004. – 780 с.
- Салабай Р.Г. Закономірності впливу технологічних параметрів на властивості деревинно-солом'яних плит : дис. ... канд. наук: спец. 05.23.06 / Салабай Роман Григорович. – Львів, 2008. – 159 с.
- Лукашова І.В. Анализ видовых и сортовых особенностей устойчивости стеблей злаковых культур к полеганию с учетом их физико-механических свойств и архитектоники для использования в селекции : автореф. дисс. на соискание учен. степени д-ра биол. наук / И.В. Лукашова. – Краснодар, 2008. – 51 с.
- Воронюк Б.А. Физико-механические свойства растений, почв и удобрений / Б.А. Воронюк, А.И. Пьянков, Л.В. Мильцева, М.Ф. Бурмистрова и др. / под ред. Б.А. Воронюк, А.И. Буянов. – М. : Изд-во "Колос", 1970. – 423 с.
- Пейч Н.Н. Сушка древесины / Н.Н. Пейч, Б.С. Царев. – Изд. 2-ое, [перераб. и доп.]. – М. : Изд-во "Высш. шк.", 1971. – 220 с.
- Жигжитов А.В. Механизация процессов консервирования и приготовления кормов : учебн.-метод. изд. / А.В. Жигжитов. – Улан-Удэ : Изд-во ФГОУ ВПО "БГСХА им. В.Р. Филиппова", 2008. – 110 с.
- Царенко О.М. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів : підручник / О.М. Царенко, Д.Г. Войтюк, В.М. Швайко та ін. / за ред. С.С. Яцуна. – К. : Вид-во "Мета", 2003. – 448 с.

Козак Р.О. Разработка технологических схем подготовки соломенной стружки для производства стружечных плит

Определены и проанализированы особенности соломы, которые будут влиять на подготовку качественной стружки для производства стружечных плит. Разработаны технологические схемы изготовления и подготовки соломенной стружки для производства стружечных плит, которые определяют последовательность технологических операций изготовления и подготовки стружки, а также отражают отличия от традиционных схем изготовления и подготовки стружки на основе древесного сырья.

Ключевые слова: солома, измельчение, стружка, технологическая схема.

Kozak R.O. Development of technological schemes of preparation straw chips for particle board production

Identify and analyze features of straw, which will affect the preparation of high-quality chips for particle board production. The technological scheme manufacture and preparation straw chips for chipboard production, which define a sequence of manufacturing process steps and preparation chip and reflect differences from traditional circuit chip manufacture and preparation of wood-based materials..

Keywords: straw, shredding, particle, technological scheme.

УДК 681.2.53:082.32

Доц. І.В. Ділай¹, канд. техн. наук;
проф. З.М. Теплюх¹, д-р техн. наук;
гол. інж. Є.І. Новошицький²; студ. О.І. Ціцюра¹

КОНТРОЛЬ СПРАВНОСТІ СИСТЕМИ СИГНАЛІЗАЦІЇ ЗАГАЗОВАНOSTІ ПРИМІЩЕНЬ МЕТАНОМ

Розглянуто технологічний процес підготовки природного газу для заправки в балони і показано ймовірність витіку газу у приміщення газонаповнювальної компресорної станції. Запропоновано систему автоматичного контролю справності сигналізації загазованості приміщення, яку побудовано на основі розробленого синтезатора сумішей метан-повітря в діапазоні довибухонебезпечних концентрацій. Синтезатор – це газодинамічний суматор, дозуючими елементами якого є скляні капілярні трубки, підібрані так, що вони забезпечують компенсацію основних факторів впливу.

Ключові слова: загазованість метаном, суміш метан-повітря, газодинамічний синтезатор.

Висвітлення предмета. Витікання вибухонебезпечних чи токсичних газів в атмосферу промислових приміщень створює загрозу життю і здоров'ю людей, а також руйнування обладнання і приміщень. Така ситуація є характерною для виробництв хімічної, нафтохімічної, газової промисловості, зокрема і для автомобільних газонаповнювальних компресорних станцій (АГНКС) [1]. Причиною витікання небезпечних газів є, як правило, нещільності технологічного обладнання та арматури трубопроводів.

Аналіз досліджень і публікацій показує, що для виявлення вибухонебезпечних чи токсичних газів в атмосфері виробничих приміщень відома велика кількість різноманітних приладів, кожен з яких може контролювати ситуацію в доволі обмеженому просторі [2]. Тому в промислових приміщеннях підвищеної небезпеки із розподіленням у просторі технологічним облад-

¹ НУ "Львівська політехніка";

² РВ "Львівавтогаз"

нанням застосовують систему контролю загазованості, яка складається з блоку сигналізації та підключених до нього потрібної кількості датчиків [3]. Незважаючи на важливість надійності таких систем перевірку їх роботи виконують через значні інтервали часу (наприклад півроку), що зв'язано із складністю цієї процедури.

Метою роботи є підвищення надійності попереджувальної та аварійної сигналізації за допомогою системи автоматичного контролю справності сигналізації.

Автомобільна газонаповнювальна компресорна станція. Природний газ, призначений для використання в стисненому вигляді для газобалонних автомобілів, повинен мати мінімальну вологість, за якої неможливе замерзання і випадання гідратів у каналах паливної системи автомобіля, а також не містить пилу і рідкого залишку. У зв'язку з цим, до складу АГНКС входять: фільтрувальне і сепараційне обладнання; осушувальні пристрої; компресорний цех; блок ресиверів із системою охолодження стисненого газу; приміщення операторів; наповнювальні колонки з гнучкими заправними шлангами високого тиску.

Згідно з технологічним регламентом АГНКС працює так. Природний газ під надлишковим тиском від 0,6 до 1,2 МПа (від 6 до 12 кгс/см²) із зовнішніх газогонів очищується в первинному сепараторі й надходить у компресорний відділ, в якому встановлені компресорні установки. У разі стиснення газу його температура істотно підвищується, тому для подальшого використання газу треба охолоджувати. Міжступеневе охолодження газу і циліндрів компресора здійснюють антифризом. Компресори комплектують холодильниками та волого- і оливовідокремлювачами для кожного ступеня стискування, запобіжними клапанами, міжступеневими газовими і водяними комунікаціями, шафою управління електродвигуном і системою автоматичного керування. Газ, стиснений компресорами до тиску 25 МПа (250 кгс/см²), надходить на установку осушування, основними елементами якої є адсорбери, які працюють по черговому. Із підвищенням точки роси газу до -40 °С (внаслідок насичення адсорбента вологою) перемикаються адсорбери. Виведений із роботи адсорбер регенерують осушеним гарячим газом від електропідігрівача, з наступним охолодженням адсорбента тим же потоком газу після відключення електропідігрівача. Сухий стиснений газ надходить в акумулятори. Тиск в акумуляторах газу, які мають об'єм 9 м³ кожен, регулюють відповідною зміною кількості працюючих компресорів або їх продуктивності. Газ із акумуляторів подають на газорозподільні колонки, звідки шлангом високого тиску на заправку газобалонної установки автомобіля.

Отже, технологія процесу підготовки газу до заправки передбачає проходження його через багато різних технологічних апаратів та різної арматури, які знаходяться під високим тиском, і тому можливі витіки в атмосферу компресорного цеху внаслідок втрати герметичності устаткування, зокрема в разі недотримання технологічних вимог.

Система попереджувальної та аварійної сигналізації. Для уникнення аварійної ситуації (концентрація $r \geq 2,5$ об. % метану в повітрі) передбаче-

на система сигналізації (попереджувальна і аварійна), яка подає світлове і звукове попередження про досягнення в атмосфері приміщення небезпечної концентрації метану відповідно нижньої $r_n = 0,5$ і верхньої концентрацій $r_v = 1,0$ об. %, а також вмикає аварійну витяжну вентиляцію і перекриває подачу газу. Систему сигналізації існуючої технологічної схеми компресування і кондиціонування природного газу представлено на рис. 1.

Основними компонентами схеми є комплекс технологічного обладнання (компресори, запірні і підвідні арматура, адсорбер тощо), система включення/відключення вентиляції та обладнання (на схемі не зображена), сигналізатор (наприклад ЩИТ-3), до складу якого входять датчі концентрації метану (наприклад ДТХ-152-1). Датчі встановлені в місцях, де найімовірніше утворення вибухонебезпечної газової суміші, і призначені для неперервного контролю загазованості метаном приміщення і видачі електричного сигналу про концентрацію метану в повітрі.

Метрологічну перевірку датчиків виконують відповідні служби згідно з регламентом раз на півроку, окрім цього відповідальний на АГНКС здійснює поточний контроль (раз на місяць) стану системи загазованості приміщення поданням з балону потоку перевірювальної суміші, спрямованого на кожен датчик по чергово. Проте ймовірний вихід з ладу системи у період між поточними перевітками може призвести до виникнення аварійної ситуації.

Система самоконтролю працездатності сигналізації. З метою зменшення ймовірності виникнення небезпечної ситуації ми запропонували систему самоконтролю сигналізації загазованості виробничих приміщень, яка складається з джерел стиснутих газів (повітря і метан), синтезатора перевірювальної метано-повітряної суміші, мікропроцесорного блоку керування роботою системи, підвідних трубок і запірної арматури (див. рис. 1).

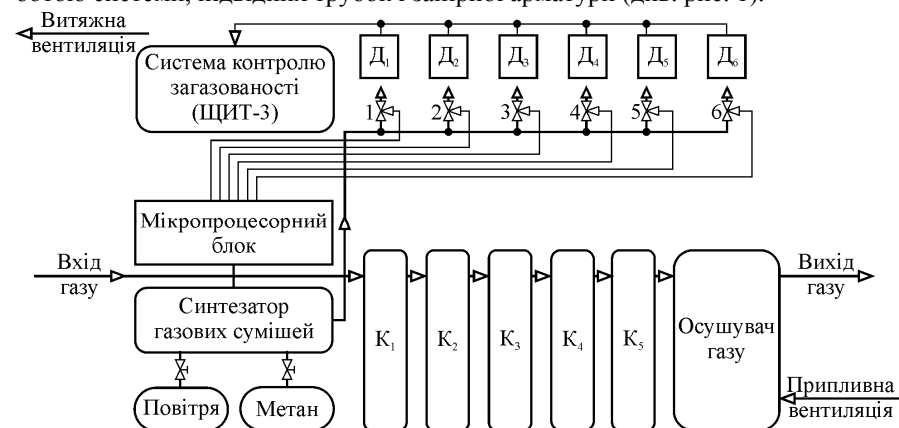


Рис. 1. Принципова схема системи контролю загазованості компресорного відділення із системою самоконтролю справності сигналізації:
 K_i – компресори; D_i – датчі

Основним елементом системи самоконтролю є газодинамічний синтезатор перевірювальної суміші CH_4 у повітрі з системою підвідних трубок.

Синтезатор по чергово продукує перевірювальні суміші з концентраціями метану $r_{н-} = r_n - \Delta$, $r_{н+} = r_n + \Delta$, $r_{в-} = r_v - \Delta$, $r_{в+} = r_v + \Delta$, де Δ – задане відхилення концентрації від номінального значення. З їх допомогою перевірка системи сигналізації здійснюється автоматично із заданою періодичністю, наприклад щодоби. Для того, щоб перевіряти кожен давач по чергово відповідним сумішам, перед кожним із них встановлено клапани, які забезпечують подачу необхідної перевірювальної суміші до давачів.

Запропонована система самоконтролю сигналізації передбачає визначену послідовність дій:

- увімкнення синтезатора газових сумішей;
- відключення перевірюваного каналу давача від керуючих сигналів системи;
- по чергове подання на давачі перевірювальної суміші з концентрацією:
 - $r_{н-} = 0,44$ об. %, при цьому вимірювальна система не повинна видавати сигнал попередження;
 - $r_{н+} = 0,56$ об. %, при цьому вимірювальна система повинна видавати сигнал попередження;
 - $r_{в-} = 0,88$ об. %, при цьому вимірювальна система не повинна видавати сигнал аварійності;
 - $r_{в+} = 1,12$ об. %, при цьому вимірювальна система повинна видавати сигнал аварійності;
- аналіз і результати тестування системи (якщо тестування підтверджує справність роботи вимірювальної системи, то відновлюється робота системи у штатному режимі).

Нештатна реакція давачів сигналізаторів повинна викликати негайне реагування оперативного персоналу з усунення неполадок.

Синтезатор перевірювальних метано-повітряних сумішей. Основним елементом розробленої системи самоконтролю сигналізації є синтезатор (рис. 2). Синтезатор містить такі основні блоки: змішувач БЗ компонентів; блок БЖ стабілізування і вирівнювання тисків живлення і температури; мікропроцесорний блок МБК керування. На вхід синтезатора подають компоненти синтезованої суміші – метан і повітря, а на його виході отримують задану з допомогою мікропроцесорного блоку керування суміш.

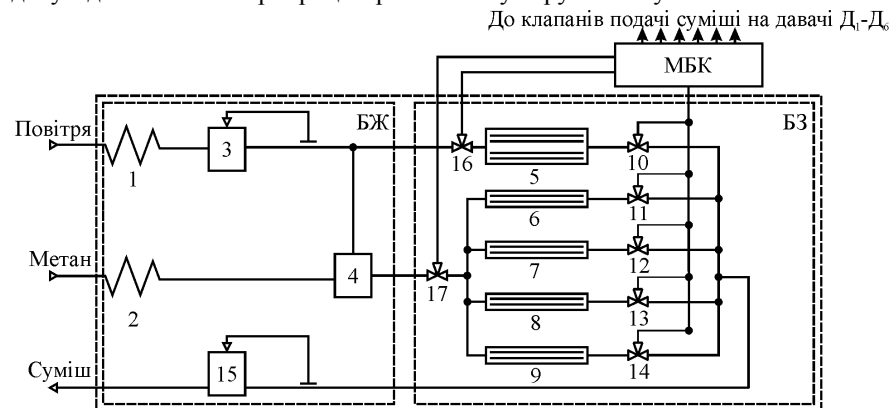


Рис. 2. Принципова схема синтезатора метано-повітряних сумішей

Метан і повітря під тиском подають у блок БЖ, за допомогою якого забезпечують постійні й рівні абсолютні тиски відповідно на входах і виходах капілярів, а також вирівнюють температури обох компонентів, що разом з іншими особливостями змішувача забезпечує істотне зменшення впливу основних завод (тиски і температури компонентів в джерелах живлення, барометричний тиск, температура у приміщенні).

На входи змішувача від джерел стиснутих газів подають компоненти синтезованої суміші – метан і повітря, які проходять каналами через відповідні теплообмінники 1 і 2, засоби стабілізування тисків (стабілізатор 3 тисків, встановлений в каналі повітря, а повторювач 4 – в каналі метану), пакет 5 капілярів і окремі капіляри 6...9, на виході кожного з яких встановлено електромагнітний клапан 10...14. Дозовані потоки з виходів усіх залучених ввімкнутими клапанами капілярів змішуються, а отримана суміш надходить на давачі сигналізаторів. Тиск на виході синтезатора підтримують постійним за допомогою стабілізатора 15. Перекриття потоків повітря і метану на дозуючі капіляри здійснюється за допомогою клапанів 16 і 17.

Згідно з умовами експлуатації розроблений синтезатор не повинен містити іскробезпечних електричних кіл, а тому використання системи термостатування в пристрої з точки зору безпеки є ризикованим. Зміна температури в компресорному цеху, де використовуватимуть синтезатор, може істотно впливати на витрату через капіляри і відповідно концентрацію компонентів синтезованої суміші. Тому у синтезаторі необхідно компенсувати вплив температури на концентрацію компонентів відповідним проектуванням дротів – визначенням такої конструкції (довжини і діаметра прохідного каналу кожного капіляра), яка забезпечить нечутливість концентрації (співвідношення витрат) компонентів суміші до зміни температури.

Витратна характеристика капіляра, тобто $Q = f(d, l, P_v, P_w, T, \mu, R_s)$, має вигляд

$$Q = A \left[\sqrt{1 + Z} - 1 \right] / \rho, \quad (1)$$

де: Q – об'ємна витрата газу через капіляр; $A = 4 \pi \mu l / \xi$ – коефіцієнт витрати; μ – коефіцієнт динамічної в'язкості газу за температури T ; $\mu = \alpha + \beta T$; α, β – коефіцієнти лінійної апроксимації в'язкості газових компонентів; ξ – коефіцієнт кінцевих ефектів; d і l – відповідно діаметр і довжина прохідного каналу капіляра; $Z = YB$ – комплекс розмірів прохідного каналу і параметрів стану газу; $Y = KX$ – комплекс розмірів каналу, параметрів виду газу і температури; $K = \xi d^4 / l^2$ – конструктивний комплекс; $X = (512 R_s T \mu^2)^{-1}$ – параметричний комплекс газу; $R_s = R/M$ – газова стала; R – універсальна газова стала; M – молекулярна маса; $B = P_v^2 - P_w^2$ – комплекс тисків; P_v, P_w – значення абсолютного тиску відповідно на вході і виході капіляра; ρ – густина газу за температури T на виході капіляра.

Умова термокомпенсації суматора потоків синтезатора:

$$\frac{\partial \eta_1}{\partial T} = \frac{\partial (Q_2 / Q_1)}{\partial T} = 0, \quad (2)$$

де: $r_1 = Q_1 / (Q_1 + Q_2) = 1 / (1 + Q_2 / Q_1)$ – концентрація CH_4 в суміші; Q_1, Q_2 – відповідно витрата CH_4 і повітря.

Розв'язок рівняння (2) відносно комплексу K_2 дає шукане співвідношення між геометричними розмірами прохідного каналу капіляра у вигляді

$$K_2 = (X_2 B)^{-1} \left\{ \left[\bar{\mu}_2 \bar{\mu}_1^{-1} \mu_1 \mu_2^{-1} \right]^2 (1 + Z_1) - 1 \right\}, \quad (3)$$

де, крім відомих: $\bar{\mu}_1 = \mu_1 + 2\beta_1 T$; $\bar{\mu}_2 = \mu_2 + 2\beta_2 T$.

Як видно з (3), в умову компенсації входить температура, тому розрахована конструкція капілярів синтезатора не може забезпечити повної температурної компенсації. Проте, як показали результати моделювання, відносна похибка приготування газових сумішей метан-повітря від можливих змін температур в компресорному цеху (наприклад, $20^{+20} \text{ }^\circ\text{C}$) не перевищує 0,01 %, а тому нею можна знехтувати.

Вибір і розрахунок розмірів (l і d) прохідних каналів капілярів синтезатора метано-повітряної суміші з компенсацією температури виконують так:

1. Задають діаметр d_1 і довжину l_1 прохідного каналу капіляра для метану;
2. За допомогою залежності (3) розраховують значення конструктивного комплексу K_2 для повітря;
3. Із залежності

$$l_2 = (r_1^{-1} - 1) \frac{\rho_2 \mu_1 \sqrt{1 + Z_1} - 1}{\rho_1 \mu_2 \sqrt{1 + Z_2} - 1} l_1, \quad (4)$$

одержаної з виразу для концентрації метану, для однієї з потрібних концентрацій метану (наприклад, $r_{\text{н}} = 0,44$ об. %) визначають l_2 ;

4. З виразу комплексу K_2 для повітря визначають діаметр d_2 капіляра.

Визначені таким чином розміри прохідного каналу капіляра (d_2, l_2) (компонента суміші з високою концентрацією – тут повітря), як правило, виходять за межі допустимих для скляних капілярів (зокрема дуже довгі). Реалізація синтезатора вимагає заміни такого капіляра еквівалентним пакетом капілярів допустимих розмірів. При цьому довгий капіляр замінюють n капілярами з розмірами (d_{2n}, l_{2n}), зменшених в n раз довжини l_2 і в $n^{0,5}$ разів діаметра d_2 .

Отже, для проектного синтезатора розрахований за описаною методикою капіляр у каналі повітря з розмірами $d_2=0,0013$ м $l_2=1,465$ м необхідно замінити пакетом. Якщо вибрати пакет з $n=10$ капілярів, то з допомогою залежності (1) одержимо розміри прохідних каналів: $d_{2n}=0,425$ мм, $l_{2n}=146,5$ мм. Розміри решти трьох капілярів на лінії метану для відомих (d_2, l_2) і концентрацій (наприклад, $r_{\text{н+}}, r_{\text{в-}}, r_{\text{в+}}$) визначають із тих же залежностей (3), (4). Виготовлений і досліджений макет синтезатора для приготування метано-повітряних сумішей з пакетом капілярів на повітрі і 4 окремими капілярами в каналі метану, розміри яких наведено в табл.

Табл. Розміри капілярів

Суміш	Вміст CH_4 в повітрі, % об.	d_{CH_4} , мм	l_{CH_4} , мм	$d_{\text{пов}}$, мм	$l_{\text{пов}}$, мм
1	0,44	0,076	5,5	0,425	146,5
2	0,56	0,086	7,0		
3	0,88	0,107	11,0		
4	1,12	0,122	14,1		

Висновок. За виконаними дослідженнями газодинамічного синтезатора встановлено, що гранична відносна похибка концентрації метану в приготуваннях сумішах не перевищує 1 %, що достатньо для здійснення контролю працездатності системи сигналізації (похибка давачів концентрації становить 10 %).

Література

1. Корчевой Ю.П. Про визначення викидів забруднювальних речовин в атмосферу від підприємств теплоенергетики / Ю.П. Корчевой, І.А. Вольчин, О.М. Коломієць // Энергетика та електрифікація. – 2002. – № 8. – С. 40-43.
2. Сигнализаторы загазованности. [Электронный ресурс]. – Доступный с <http://ital-gaz.com.ua/equipment/equip6.html>. – Назва з екрана.
3. Портативный газосигнализатор ОПТ-03М. [Электронный ресурс]. – Доступный с http://rizur.ru/cat_opt03_m.htm. – Назва з екрана.
4. Сигнализатор щит-3. [Электронный ресурс]. – Доступный с <http://prompribor.com.ua/ru/pages/202/>. – Назва з екрана.
5. Ділай І.В. Система стабілізації тисків газодинамічних дросельних синтезаторів / І.В. Ділай, З.М. Теплюх // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Сер.: Теплоенергетика. Інженерія довкілля. Автоматизація. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2009. – № 659. – С. 120-128.

Ділай І.В., Теплюх З.Н., Новошицький Е.И., Цицюра А.И. Контроль исправности системы сигнализации загазованности помещений метаном

Рассмотрен технологический процесс подготовки природного газа для заправки в баллоны и показана вероятность вытекания газа в помещение газонаполнительной компрессорной станции. Предложена система автоматического контроля исправности сигнализации загазованности помещения, построенная на основании разработанного синтезатора смесей метан-воздух в диапазоне дозврывоопасных концентраций. Синтезатор представляет собой газодинамический сумматор, дозирующими элементами которого являются стеклянные капиллярные трубки, которые подобраны так, что обеспечивают компенсацию основных влияющих факторов.

Ключевые слова: загазованность метаном, смесь метан-воздух, газодинамический синтезатор.

Dilay I.V., Teplyukh Z.M., Novoshytskyi Ye.I., Tsitsyura O.I. Control of methane alarm system functioning in gassy area

The technological process of natural gas preparation for filling the gas cylinders is considered. The probability of gas leakage into the room of the gas-filling compressor station is shown. The system for automatic control of alarm system functioning in gassy area is proposed based on the developed methane-air mixture synthesizer in the range of pre-explosive concentration. The synthesizer consists of gas-dynamical adder with the dosing elements constructed of the glass capillary tubes with parameters providing compensation of main influencing factors.

Keywords: methane gassy area, methane-air mixture, gas-dynamical synthesizer.