

## ПІДГОТОВКА ШАХТНОГО МЕТАНУ ДЛЯ СТАБІЛЬНОЇ РОБОТИ КОГЕНЕРАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ

Калюжний О. Б.<sup>1</sup>, Платков В. Я.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

<sup>2</sup>Луганський національний аграрний університет

Методом комп'ютерного моделювання встановлені основні структурні параметри високопроникних полімерних фільтруючих елементів (ФЕП) на основі політетрафторетілену з гладкою зовнішньою поверхнею. Експериментальні зразки ФЕП, що виготовлені за доопрацьованим технологічним регламентом використані в фільтрах-сепараторах для очищення шахтного метану.

**Постановка проблеми.** Шахтний метан широко використовується як додаткове джерело енергії в багатьох сферах виробництва. Використання шахтного метану в якості палива здійснюється когенераційними модулями газової електростанції. Однак, стабільна робота когенераційних модулів може бути забезпечена тільки якісним очищенням шахтного метану, що надходить до їх входу. Відцентрові очисники не забезпечують якісну очистку, а сітчасті фільтри, якими комплектуються модулі, не забезпечують очистку від частинок механічних домішок розмірами менше 5 мкм, швидко засмічуються більш великими частинками, потребують частої регенерації і заміни. Тому виникла необхідність в установці додаткових фільтрів для попереднього очищення шахтного метану.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз існуючих фільтрів та пристроїв для очищення шахтного метану показав, що найбільш ефективними є фільтри сепаратори для очищення та підготовки природного газу [1, 2], що комплектуються пористими фільтруючими елементами на основі політетрафторетілену (ПТФЕ).

**Основні матеріали дослідження.** Технологічний режим роботи фільтра-сепаратора дозволяє протягом усього періоду експлуатації забезпечувати на гідрофобній фільтруючій поверхні стійку плівку рідини (води і газового конденсату), що видаляє механічні забруднення з поверхні фільтруючого елемента [2]. Цей гідродинамічний режим забезпечує незабрудненість фільтроелементів і постійний перепад тиску на фільтрі-сепараторі. Так як шахтний метан подається на вхід когенераційного модуля з тиском не більше 300 Па, основною експлуатаційною вимогою до фільтра-сепаратора є малий гідравлічний опір, який повинен бути не більше 50 ... 100 Па. Гідравлічний опір, в свою чергу, залежить від режиму течії речовини, що фільтрується, його параметрів (в'язкість, щільність) і параметрів порової структури (пористість, середній діаметр пор, коефіцієнт звивистості порових каналів, шорсткість поверхні пор). З метою вибору фільтруючих елементів для фільтра-сепаратора були проведені дослідження пневматичних характеристик на 3-х типах високопроникних матеріалів на основі ПТФЕ з різною тонкістю очистки (5, 20, 40 мкм). Для кожного режиму фільтрування визначалися тиск повітря до і після фільтруючого матеріалу і секундна витрата повітря. Гідравлічні характеристики полімерних фільтруючих елементів на основі політетрафторетілену, що мають форму полого циліндра з зовнішнім діаметром 152 мм, внутрішнім діаметром 130 мм і висотою 205 мм, наведені на рис. 1.

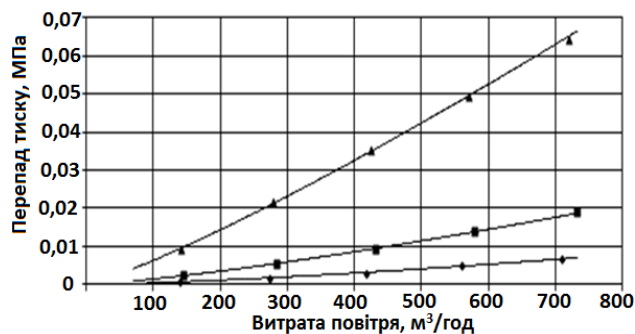


Рисунок 1 - Пневматичні характеристики фільтруючих елементів ФЕП 152-130-205 з різною тонкістю очистки:

◆ - 40 мкм, ■ - 20 мкм, ▲ - 5 мкм.

На рис. 2 наведено мікрофотографії поверхонь порових структур фільтруючих елементів ФЕП 152-130-205 з різною тонкістю очистки.

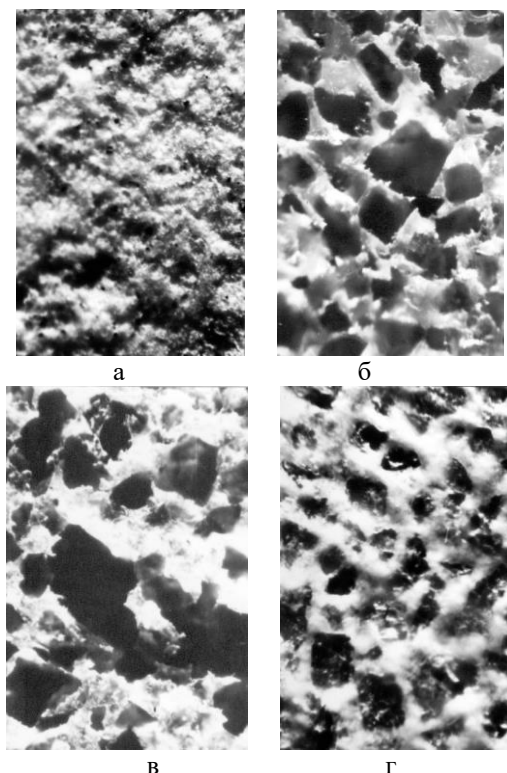


Рисунок 2 - Порові структури поверхні фільтруючих елементів ФЕП 152-130-205 з різною тонкістю очистки (збільшення x40): а – 5 мкм; б – 20 мкм; в – 40 мкм; г – 30 мкм.

Аналіз пневматичних характеристик показав, що циліндричні полімерні фільтруючі елементи з тонкістю фільтрації 5 мкм з гладкою зовнішньою поверхнею (рис. 2а) мають високий гідравлічний опір. Фільтруючі елементи з тонкістю фільтрації 20 і 40 мкм (рис. 2б, в) мають задовільний гідравлічний опір, але шорсткість поверхні цих елементів не дозволяє формувати на їх поверхні стійку рідинну плівку, отже не забезпечується режим самоочищення фільтруючих елементів.

Тому виникла необхідність в розробці високопроникних фільтруючих елементів, що мають гладку поверхню. З використанням комп'ютерної моделі пористого тіла [3, 4] були визначені оптимальна форма (сфера) і дисперсний склад пороутворювача (70-140 мкм - 20%; 140-350 мкм - 30%; 350-500 мкм - 50%), об'ємна пористість фільтроматеріалу (79,5%), що забезпечують задані експлуатаційні властивості.

У якості водорозчинного пороутворювача використовувався хлорид натрію (NaCl). Із приготованих сумішей ПТФЕ і NaCl шляхом таблетування в прес-формі з витримкою 30 с при питомому тиску  $155 \pm 5$  МПа були отримані заготовки пористих ПТФЕ [5]. Отримані заготовки піддавалися спіканню при  $t = 385 \pm 5^\circ\text{C}$  протягом 1 години, охолоджувалися з піччю. Пороутворювач NaCl видалявся розчиненням у воді при  $t = 40^\circ\text{C}$ . Кінцевою стадією приготування пористих ПТФЕ була їх сушка при  $100^\circ\text{C}$  протягом 12 годин [6]. За доопрацьованим технологічним регламентом були виготовлені експериментальні зразки полімерних фільтруючих елементів, пневматична характеристика яких наведена на рис. 3.

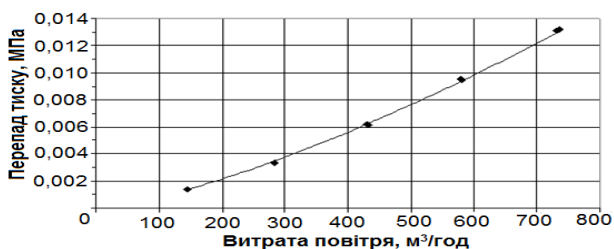


Рисунок 3 - Пневматична характеристика експериментального фільтруючого елемента ФЕП 152-130-205 з тонкістю фільтрації 30 мкм

Як видно з рис. 1 і рис. 3, розроблені експериментальні зразки з гладкою поверхнею (рис. 2г) мають пневматичний опір, близький до фільтруючих елементів з тонкістю фільтрації 40 мкм, при цьому забезпечують тонкість фільтрації 30 мкм. Тому газові сепаратори комплектувалися цими фільтруючими елементами, що показало високу ефективність і надійність підготовки шахтного метану для стабільної роботи когенераційних модулів.

**Висновки.** Стабільність роботи когенераційних модулів газової електростанції може бути забезпечена тільки при якісному очищенні шахтного метану, який надходить на їх вхід. Методом комп'ютерного моделювання отримані основні структурні параметри високопроникних полімерних фільтруючих елементів на основі політетрафторетилену з гладкою зовнішньою поверхнею. За доопрацьованим технологічним регламентом були виготовлені експериментальні зразки

ФЕП. Газові сепаратори комплектувалися такими елементами, що фільтрують і в процесі роботи показали високу ефективність і надійність при підготовці шахтного метану для стабільної роботи когенераційних модулів.

#### Список використаних джерел

1. Патент РФ №2201278.
2. Патент РФ №2106180.
3. Калюжный А. Б., Платков В. Я. Исследование структуры пористого материала методом графического компьютерного моделирования / Технический сервис агропромышленного, лесового та транспортного комплексов. - Харків: ХНТУСГ, - 2017. - Вип. 9. - С. 74-77.
4. Kalyuzhny A. B., Platkov V. Ya. Structure of porous materials and their permeability: determination by computer-aided simulation // Functional Materials. - 2001. - Vol. 8, №1. - P. 90-93.
5. Калюжный А. Б., Платков В. Я., Калюжный Б. Г. Формирование давлением структуры и свойств пористых материалов на основе фторопласта-4 / А. Б. Калюжный, В. Я. Платков, Б. Г. Калюжный // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. - 2017. - Вип. 183. - С. 39-44.
6. Kalyuzhny A. B., Karpova T. L., Kalyuzhny B. G., Platkov V. Ya. Structure and functional properties of high-porosity material based on Fluoroplast-4 // Functional Materials. - 1999. - Vol. 6, №2. - P. 25-30.

#### Аннотация

### ПОДГОТОВКА ШАХТНОГО МЕТАНА ДЛЯ СТАБИЛЬНОЙ РАБОТЫ КОГЕНЕРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ

Калюжный А. Б., Платков В. Я.

*Методом компьютерного моделирования получены основные структурные параметры высокопроницаемых полимерных фильтрующих элементов на основе политетрафторэтилена с гладкой наружной поверхностью, Экспериментальные образцы ФЕП, изготовленные по доработанному технологическому регламенту использованы в фильтрах-сепараторах для очистки шахтного метана.*

#### Abstract

### PREPARATION OF MINE METHANE FOR STABLE OPERATION OF COGENERATION EQUIPMENT

A. Kalyuzhny, V. Platkov

*The basic structural parameters of high-permeability polymeric filter elements based on polytetrafluoroethylene with a smooth outer surface were obtained by computer simulation method. Experimental samples of FEP, manufactured according to the modified process regulations used in the filter separators for the purification of mine methane.*