

Таким чином, проведений аналіз розрахунків формування ПСГ при різних пластових характеристиках і умовах накопичення газу дозволив рекомендувати використати в якості узагальненого діагностичного параметру безрозмірний час. Виконані розрахунки процесів нагнітання газу, його відбору, стабілізації тиску в покладі, а також характеру руху газоводяного контакту показують, що прояви пружноводонапірного режиму при прогнозуванні параметрів експлуатації сховища слід враховувати у випадку, коли значення безрозмірного часу перевищує 0,5.

Література

1. Лурье М.В. Механика подземного хранения газа в водоносных пластах. – М.: ГУП Изд. «Нефть и газ» РГУНГ им. И.М. Губкина, 2001. – 350 с.

УДК 622.691.24

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ПІДЗЕМНОГО ЗБЕРІГАННЯ ГАЗУ, СТВОРЕНИХ У ПОКЛАДАХ БАГАТОПЛАСТОВОГО ГАЗОВОГО РОДОВИЩА

© С.Ф. Савула

УМГ "Львівтрансгаз"; вул. Рубчака 3, м. Львів, 79026

Разработана методика определения объемов нагнетания-отбора газа в залежи многопластового ПХГ в условиях единого для них измерения газа. На примере изучения особенностей эксплуатации залежей горизонтов НД-5, НД-7 и НД-8 Опарского ПХГ проведено уточнение динамики объемов закачки и отбора газа за весь период работы ПХГ.

A method of determining gas injection and gas withdrawn volumes in the deposit of a multilayer underground gas storage (UGS) under conditions of single gas measurement is devised. Due to the study of deposit operation peculiarities of horizons ND-5, ND-7 and ND-8 of the Oparske UGSF the dynamics of gas injection and withdrawn volumes during the whole period of UGSF operation has been refined.

При експлуатації газосховища, створеного у двох- і більше газових покладах багатопластового родовища, обладнаного спільним пунктом вимірювання газу виникає проблема проведення адекватного фактичному розподілу об'ємів експлуатації між покладами. Похибка у визначенні об'ємів нагнітання-відбирання газу призводить не тільки до спотворення облікових даних по покладах, але й унеможливує проведення аналізу і розробку технологічного режиму експлуатації такого ПСГ.

На рис. 1, 2 і 3 зображено графіки залежності $P(t)/z$ від $\sum Q$ ПСГ для покладів горизонтів НД-5, НД-7 і НД-8 Опарського ПСГ. Перед усім, ці залежності представляють не пряму лінію, характерну для газового режиму роботи пласта, а цілу серію кривих, які відхиляються вправо по осі абсцис. Як і для інших ПСГ, це явище пояснюється неповним дренаванням порової газонасиченої ємності сховища – утворенням "застійних зон", які приурочені до низькопроникливих колекторів і приконтурних ділянок покладів [1]. Наявність "застійних зон" призводить до зменшення рівня дренавання порової газонасиченого об'єму покладу і, як результат, до збільшення буферного об'єму газу.

Другою характерною особливістю цих графіків є те, що їх зміщення вправо закінчується 1990 роком. Після цього моменту часу і до 1995 р. для всіх покладів починається зсув кривої залежності вліво. Це пояснюється перевищенням середнього тиску в "застійних зонах" над величиною пластового тиску в "робочій зоні". У результаті утворюється зворотній приплив газу із "застійних зон" в зону розміщення експлуатаційних свердловин.

Період 1995-2002 рр. характеризується для покладів горизонтів НД-5 і НД-7 подальшим зсувом кривих вліво, але для покладу горизонту НД-8 цей процес прийняв алогічну форму. Крива залежності для нього зміщується вправо. При замкнутості газогідродинамічної системи горизонту НД-8 такий процес неможливий, бо по своїй суті означає приплив газу в поклад. Так як період 1995-2002 рр. характеризується дальшим зниженням об'ємів експлуатації, зсув кривої залежності вправо по осі абсцис свідчить про похибку розподілу об'ємів газу між горизонтами.

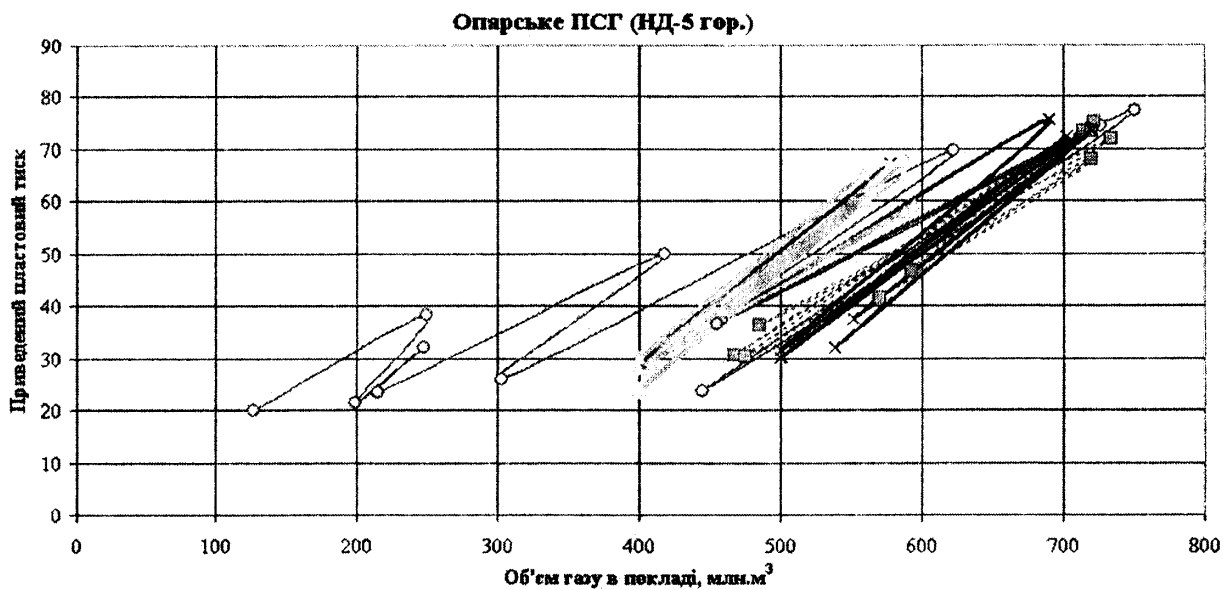


Рис. 1 - Графік залежності $P_{пл.гр.} = F(V_{газу в пласті})$, побудований на основі фактичних даних експлуатації:

- крива графіка за період 1979-1985 рр.
- - - крива графіка за період 1985-1990 рр.
- крива графіка за період 1990-1995 рр.
- · · крива графіка за період 1995-2002 рр.

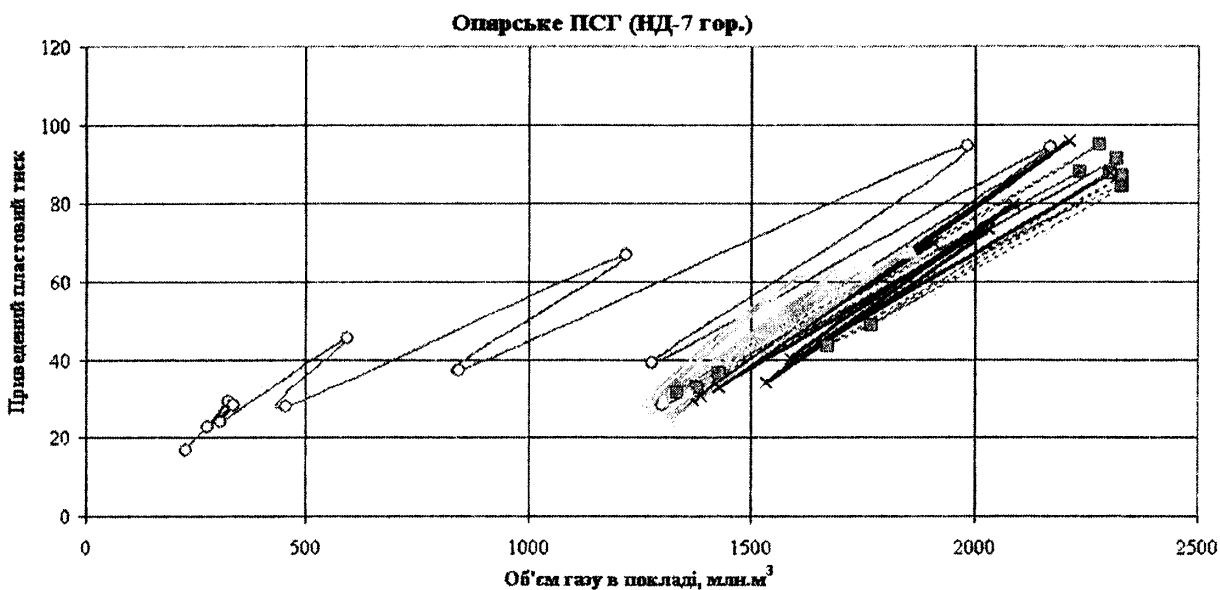
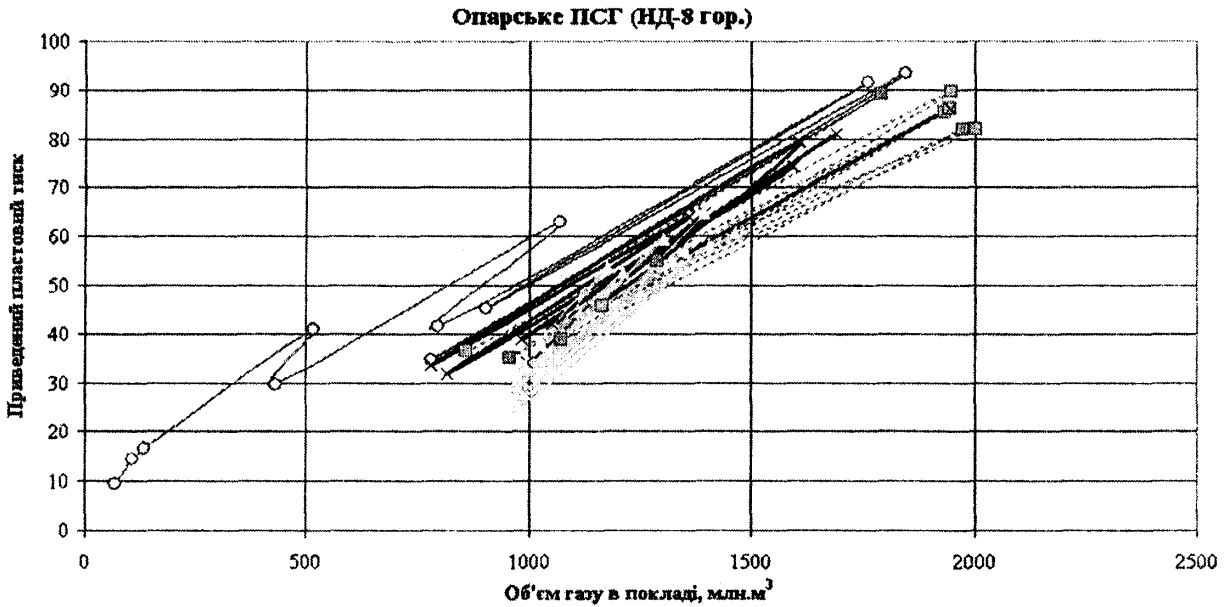


Рис. 2 - Графік залежності $P_{пл.гр.} = F(V_{газу в пласті})$, побудований на основі фактичних даних експлуатації:

- крива графіка за період 1979-1985 рр.
- - - крива графіка за період 1985-1990 рр.
- крива графіка за період 1990-1995 рр.
- · · крива графіка за період 1995-2002 рр.



Аналогічна проблема виникає і при спільній експлуатації покладів одним фондом експлуатаційних свердловин.

Чинником, який ускладнює визначення дебітів свердловин, об'ємів експлуатації покладів, є взаємовплив діючих свердловин між собою.

Вивчення особливостей експлуатації Опарського ПСГ показало, що дренування кожного покладу залежить, з одного боку, від величин коефіцієнтів фільтраційного (гідралічного) опору у привибійній зоні, в стовбурі і шлейфі свердловин, у системі газозбірного пункту (ГЗП), з другого боку, залежить від інтерференції пластів між собою в результаті спільного для газу всіх покладів колектору на вході ДКС. Поклади з нижчим тиском при відбиранні газу дренуються значно менше, ніж ті, в яких пластовий тиск є вищим. Спостерігається саморегулювання режимів роботи покладів у залежності від величини робочого тиску на вході ДКС. Тому для більш точного визначення об'ємів газу пропонується враховувати всю сукупність дії вищезазначених чинників.

Розрахункова система рівнянь (на прикладі покладів горизонтів НД-5, НД-7 і НД-8 Опарського ПСГ) має вигляд

$$Q_{заг} = \sum_{i=1}^{n1} q_{НД-5_i} + \sum_{i=1}^{n2} q_{НД-7_i} + \sum_{i=1}^{n3} q_{НД-8_i}, \quad (1)$$

де $Q_{заг}$ – об'єм нагнітання-відбирання газу з ПСГ за інтервал часу Δt (загальна для покладів величина);

$q_{НД-5_i}, q_{НД-7_i}, q_{НД-8_i}$ – дебіт i -ї свердловини покладів НД-5, НД-7 і НД-8, тис. м³/добу;

$n1, n2, n3$ - кількість експлуатаційних свердловин по покладах відповідно.

Дебіт i -ї свердловини для кожного покладу за інтервал часу Δt визначається за формулою

$$q_i = \frac{\sqrt{a_i^2 + 4(b_i + \theta_i + \xi_i e^{2S})(P_{пл}^2 - P_{вх.ДКС}^2 e^{2S})} - a_i}{2(b_i + \theta_i + \xi_i e^{2S})}, \quad (2)$$

$$\text{де } S = \frac{0,3415\rho L}{Z_{\text{сер}} \cdot T_{\text{сер}}}; \quad \theta = 1,377\lambda \frac{Z_{\text{сер}}^2 T_{\text{сер}}^2}{D^5} (e^{2S} - 1);$$

a_i, b_i – коефіцієнти фільтраційного опору i -ї свердловини; ξ_i – коефіцієнт опору при рухові газу по шлейфу свердловини; $P_{\text{пл}i}$ і $P_{\text{вх.ДКС}}$ – відповідно середній за Δt пластовий і робочий тиск на вході ДКС, кгс/см²; ρ – відносна густина газу; $Z_{\text{сер}}$ – коефіцієнт надстисливості газу; $T_{\text{сер}}$ – середня температура газу у свердловині, К; L – глибина свердловини, м; D – внутрішній діаметр ліфтових труб, см; λ – коефіцієнт гідравлічного опору ліфтових труб.

Відомими величинами при вирішенні системи рівнянь (1) і (2) є загальний для ПСГ об'єм нагнітання-відбирання газу – $Q_{\text{ЗП}}$; пластовий тиск у покладах на початок і кінець інтервалу часу Δt ; фільтраційні параметри свердловин, а також коефіцієнти гідравлічного опору в стовбурі, шлейфі і системі ГЗП. Спільним аргументом для всіх рівнянь є робочий тиск на вході ДКС. Через його знаходження визначаються дебіти всіх свердловин – $q_{\text{НД-5}i}, q_{\text{НД-7}i}, q_{\text{НД-8}i}$. Чим менший часовий інтервал, тим точніше отримане рішення. Система рівнянь вирішується ітераційним шляхом методом "половинного ділення".

У результаті застосування цієї методики було проведено уточнення об'ємів накопиченого-відібраного газу для покладів Опарського ПСГ за весь період його експлуатації (1979-2002 рр.). На рис. 4 зображено криві розбалансування газу для покладів ПСГ.

Якщо для покладу горизонту НД-5 максимальна розбіжність між облікованим і модельним значенням сягає 48,3 млн.м³ за сезон нагнітання 1989 р., то для покладів горизонтів НД-7 і НД-8 вона сягає 300 і більше млн. м³ за сезон у ті, чи інші роки.

Ілюстрація результатів вирішення поставленої вище задачі шляхом застосування представленої методики зображена на рис. 5, 6, 7. На всіх графіках криві залежності $P(t)/z$ від $\sum Q_{\text{ПСГ}}$, які побудовані на основі переінтерпретованих величин об'ємів газу в покладах, у період 1996-2002 рр. співпадають з положенням кривих залежностей за період 1990-1995 рр., що свідчить про відсутність розбалансування газу по горизонтах. Відповідно зміщено і положення кривих у попередні роки. Методика впроваджена у виробництво.

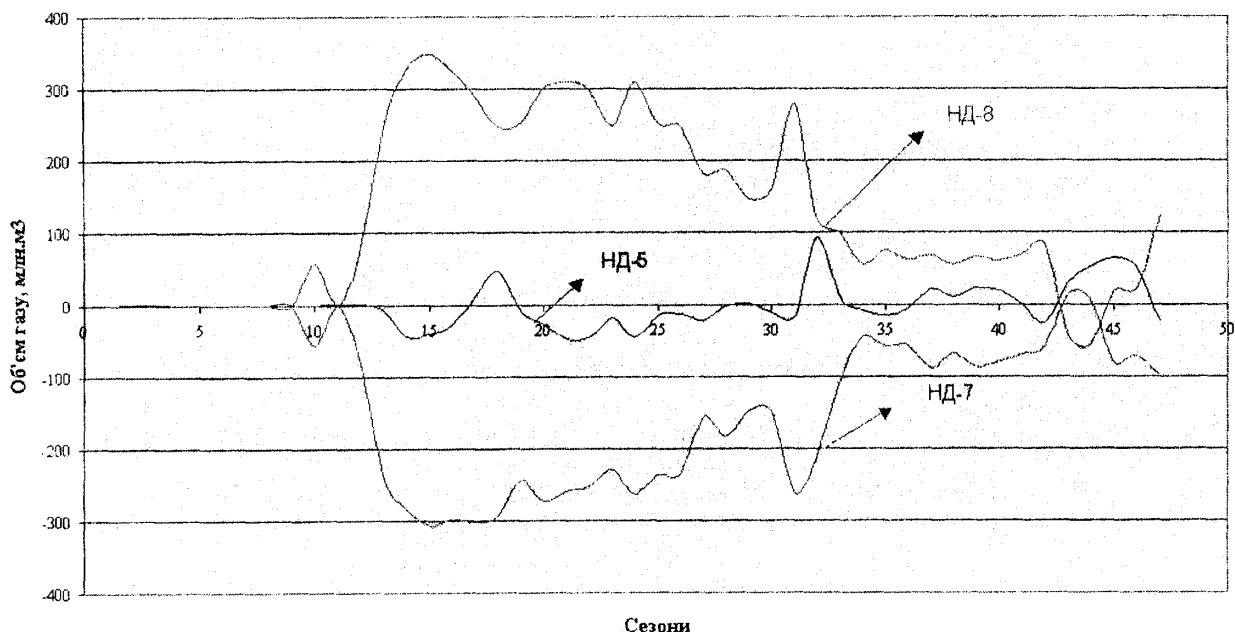


Рис. 4 - Залежності величин розбіжності між облікованими і визначеними по методиці об'ємами експлуатації покладів Опарського ПСГ

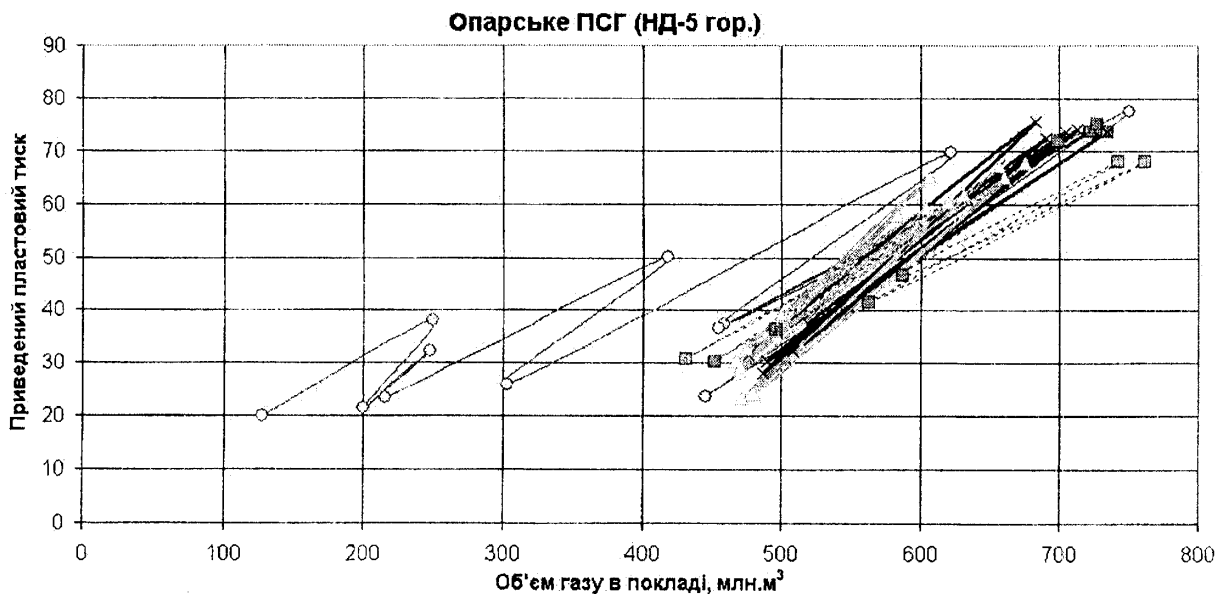


Рисунок 5 - Графік залежності $P_{пл.пр.} = F(V_{газу в пласті})$, побудований на основі переінтерпретації об'ємів газу:

- крива графіка за період 1979-1985 рр.
- крива графіка за період 1985-1990 рр.
- крива графіка за період 1990-1995 рр.
- · - · - крива графіка за період 1995-2002 рр.

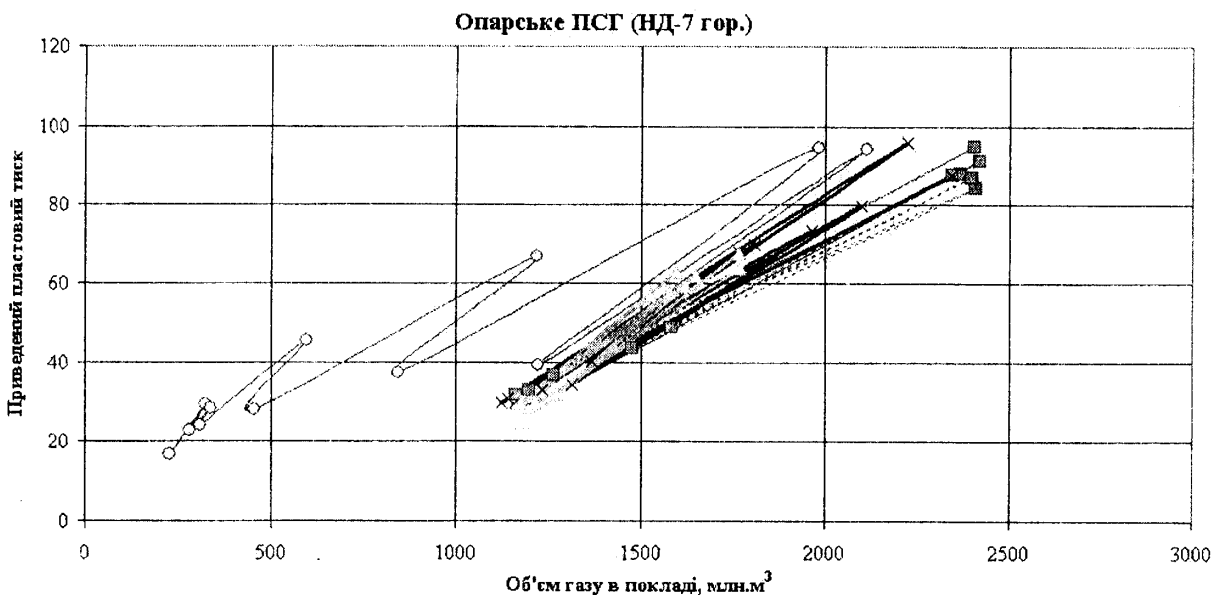


Рис. 6 - Графік залежності $P_{пл.пр.} = F(V_{газу в пласті})$, побудований на основі переінтерпретації об'ємів газу:

- крива графіка за період 1979-1985 рр.
- крива графіка за період 1985-1990 рр.
- крива графіка за період 1990-1995 рр.
- · - · - крива графіка за період 1995-2002 рр.

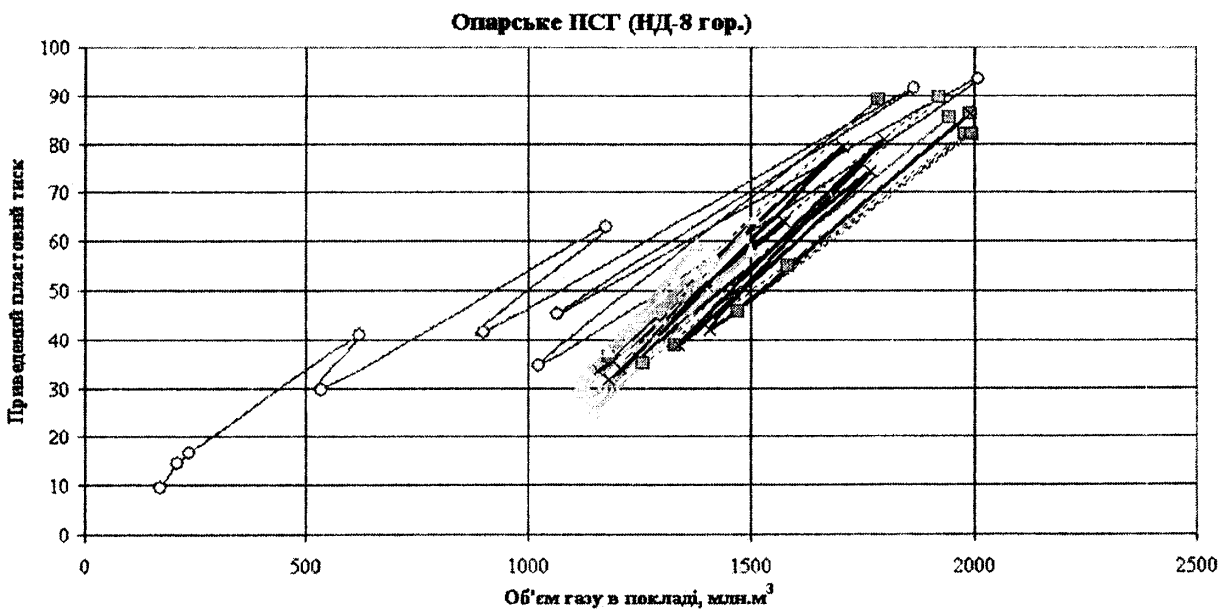


Рис. 7 - Графік залежності $P_{пл.пр.} = F(V_{газу в покладі})$, побудований на основі переінтерпретації об'ємів газу:

- крива графіка за період 1979-1985 рр.
- крива графіка за період 1985-1990 рр.
- крива графіка за період 1990-1995 рр.
- крива графіка за період 1995-2002 рр.

Література

1. *Войціцький І.В.* Основні принципи аналізу експлуатації пластової частини підземних сховищ газу // Питання розвитку газової промисловості України / Зб. наук. праць УкрНДІгазу. Вип. XXX. – Харків, 2002. – С. 2.

УДК 622.691.24

АНАЛІЗ ЦИКЛІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БОГОРОДЧАНСЬКОГО ПСГ

© *В.В. Заяц*¹, *М.Д. Гебура*¹, *П.Р. Гімер*², *О.М. Сусак*²

1) УМГ „Прикарпаттрансгаз”, 48, вул. Незалежності, м. Івано-Франківськ, 76000; E-mail: zvv.ptg@naftogaz.net

2) ІФНТУНГ; 15, вул. Карпатська, м. Івано-Франківськ, 76019. E-mail: gidro@nung.edu.ua

Приводится анализ циклической эксплуатации Богородчанского ПХГ с использованием метода стандартного годографа. На основе анализа выделены три этапа формирования хранилища. Причем на третьем этапе отмечено увеличение рабочего объема ПХГ, которое происходит за счет осушки пласта и оттеснения контурных вод.

An analysis of the Bohorodchany UGSF cyclic operation by means of a standard hodograph method is given. On basis of the analysis three stages of storage creation are singled out. At that an increase of UGS operating capacity is noticed at the third stage. It occurs due to layer dehydration and boundary waters driving off.

У процесі циклічної експлуатації підземних сховищ газу виникає питання контролю герметичності сховища та оцінювання параметрів газового покладу, а саме активного газонасиченого об'єму та об'єму застійних зон ПСГ. Найбільш простий та ефективний метод оцінювання герметичності сховища та визначення параметрів циклічної роботи покладу, на нашу думку, є метод побудови стандартних годографів ПСГ.

Стандартний годограф – графік залежності зведеного пластового тиску \bar{p} від загальної кількості газу в пласті за стандартних умов V_{cm} :