

ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИЧЕСКИ СРЕДСТВА ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА ГАЗОДИНАМИЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА СОНДАЖИТЕ ОТ ПГХ-ЧИРЕН

Румен Кулев

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", София 1700, България

РЕЗЮМЕ

В настоящата статия са представени технология и технически средства за провеждане на комплекс газодинамични и геофизични изследвания на сондажите от ПГХ-Чирен. За реализиране на газодинамичните изследвания към работната линия на сондажа се монтира изследователски блок. Получените и регистрирани данни от изследователския блок постъпват за обработка в текущо време в микрокомпютърна система, инсталирана на самата площадка на сондажа. Важен момент от подготовката на провеждане на газодинамичните изследвания се явява тарировката на отделните елементи на измерителния възел.

До настоящия момент в Чиренското газокондензатно находище и подземно газохранилище са проведени множество газодинамични изследвания на сондажите. В голямата си част те се отнасят към периода на разработка на находището и към началото на създаването на подземното газохранилище. Резултатите са публикувани в Алиев, (1968).

Първите мащабни изследвания на сондажите при нагнетяване и добив на газ в ПГХ-Чирен са проведени през периода 1992 - 1993 г. Резултатите са представени с индикаторни криви и регулировъчни зависимости за повечето от сондажите и са публикувани от Минчева и Белчев, (1993).

Тези изследвания са проведени с помощта на измерителен блок, монтиран на тестовата линия. Чрез този блок се получават данни за налягането и температурата на измервания газ преди диафрагмата, както и диференциалното налягане в диафрагмата. По тези данни е изчисляван работния дебит на сондажа и са построени регулировачни зависимости на дебита от налягането на манифолда. Регулировачните криви са преизчислени в индикаторни и са определени коефициентите на филтрационно съпротивление А и В, хидрогазопроводимостта и проницаемостта. В повечето случаи индикаторната крива не преминава през началото на координатната система, поради което са използвани коефициенти за корелация на невъзстановено пластово или забойно налягане.

Както бе отбелязано, изследванията на сондажите са проведени с използването на тестова линия, към която са включени тестов сепаратор и диафрагмен измерител, комплектован с диафрагми с оригинална форма и размери. За регулиране на дебита се използват индивидуалните "пробкови" кранове на сондажите към тестовата линия.

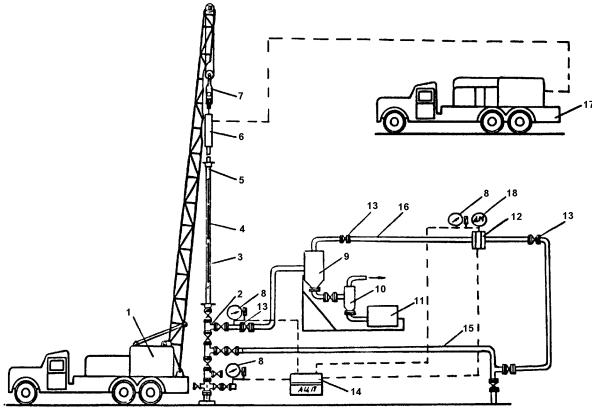
Цялата инсталация е оразмерена за работно налягане 16 МРа, но свързаните към системата сепаратор и линейни кранове са за работно налягане 6 МРа, което е причина тестовата линия да не може да се използва при работно налягане на манифолда над 6 МРа, т.е. при режим нагнетяване.

Обобщавайки данните от проведените хидрогазодинамични изследвания и анализирайки технологията на тяхното провеждане и методиката на обработка на резултатите, могат да се направят следните констатации:

- при всички проведени през периода 1992-1993 г. газодинамични изследвания, отсъстват директни измервания на пластовото и забойно налягане;
- пластовото налягане е определено чрез използване на барометричната формула по стойностите на статичното налягане;
- забойните наляганя при отделните режими са определени чрез използване на формулата на Адамов по налягането на устието на сондажа, което от своя страна се определя чрез изчисления по налягането на манифолда;
- отсъстват надеждни данни за температурния режим на работа на сондажите по време на изследването;
- данните от изследванията на сондажите (дебит, пластови и забойни наляганя) се получават след завършване на изследването т.е. не е създадена технологична възможност за непосредствен контрол и регулиране на изследваните режими в зависимост от получаваните в хода на изследването резултати.

След 1993 г. на ПГХ-Чирен се реализира програма за провеждане ремонтно-възстановителни работи на голяма част от сондажния фонд на хранилището. Това налага провеждането на комплекс геофизични изследвания за изясняване на техническото състояние на сондажите,

както и провеждането на допълнителни газодинамични изследвания за отчитане на промяната в характеристиката на призабойната зона на сондажите след извършването на интензификационни мероприятия в тях. За целта бе избрана и реализирана схема за комплексни газодинамични и геофизични изследвания (фиг.1), която се реализира непосредствено на устието на сондажите.



Фигура 1. Схема за провеждане на комплексни изследвания на сондаж.

В геофизичния комплекс са включени радиометрични, дебитометрични, влагометрични и шумометрични изследвания, реализацията на които се базира на използването на геофизична станция.

В газодинамичния комплекс са включени изследвания на сондажите при стабилизирани и нестабилизирани режими на филтрация.

За провеждане на изследванията непосредствено на сондажната площадка, при ремонта на сондажите, на входа на шлейфа е вграден специален тройник. Чрез този тройник е възможно осъществяването на байпасна връзка между буфера на сондажа и шлейфа. В тази работна линия се монтира подвижен изследователски блок.

Изследователският блок се състои от два основни възела-технологичен и измерителен.

Технологичният възел се състои от следните елементи: подемен агрегат 1, чрез който се осъществява монтажа на лубрикаторното устройство 5, посредством подвижен блок 7; работна линия на сондажа 15; почистващи газа съоръжения, състоящи се от два циклонни сепаратора (високо и ниско налягане) 9, 10 и събирателен разделителен съд (отстойник) за течност 11. Когато схемата за провеждане на изследванията се реализира при режим нагнетяване на газохранилище Чирен, отпадват очистните съоръжения 9, 10 и 11.

Към измерителния възел са включени: геофизични прибори 3, свързани чрез геофизичен кабел към геофизична станция 17; измерителна линия 16, комплектована с диафрагмен измерител 12, манометри (датчици) за измерване на абсолютното и диференциално налягане 8, 18; микрокомпютърна система за управление с аналого-

цифров преобразовател (АЦП) 14; регулиращи и спирателни кранове 13.

При така избраната схема налягането на буфера на сондажа и в извънтръбното пространство се контролира чрез тензометрични датчици на налягането 8, дублирани с образцови манометри. Налягането на газа в измерителната линия $P_{раб}$, пред диафрагмения измерител 12, се измерва също от тензометричен датчик, дублиран от образцов манометър. За измерване на диференциалното налягане е използван мембранен преобразовател на налягането тип "Сапфир", сигналът от който се подава на АЦП и допълнително е изведен на дисплей за осъществяване на текущ контрол.

В зависимост от дебита на сондажа в диафрагмения измерител е предвидено използване на различни по обхват диафрагми.

Контрола на температурния режим се осъществява чрез две термодвойки, вградени съответно пред диафрагмата и на буфера на сондажа (преди дроселиращия кран).

Получените и регистрирани в АЦП резултати от даден режим на изследване постъпват за обработка в текущо време в микрокомпютърна система HP, инсталирана на самата площадка на сондажа. По този начин е възможно отчитането на моментния разход на газ за всеки режим на изследване на даден сондаж при съответните стойности на буферното налягане. С тези стойности в текущо време се изчислява забойното налягане и работната депресия на сондажа. На фиг. 2 е показана разпечатка от получените по време на проведено изследване резултати.

сондаж P-2

3:24:03.24 PM
 PDIA=63.570742MIA
 TCHL=25.8C
 TBUF=39.6C
 PBUF=64.16ATA
 DP=0.03322MPA
 Q=118.3XN3/D
 3:29:18.67 PM
 PDIA=63.359763ATA
 TCHL=25.8C
 TBUF=38.6C
 PBUF=63.78ATA
 DP=0.03332MPA
 Q=116.5XN3/D
 3:34:27.16 PM
 PDIA=63.274494ATA
 TCHL=28.1C
 TBUF=37.6C
 PBUF=63.61ATA
 DP=0.03322MPA
 Q=118.5XN3/D

сондаж E-27

1:22:43.13 PM
 PDIA=66.896112ATA
 TCHL=19.3C
 TBUF=31.2C
 PBUF=66.87ATA
 DP=0.00768MPA
 Q=59.6XN3/D
 1:26:32.74 PM
 PDIA=66.349082ATA
 TCHL=19.9C
 TBUF=26.3C
 PBUF=66.75ATA
 DP=0.00768MPA
 Q=60.1XN3/D
 1:32:19.63 PM
 PDIA=66.731538ATA
 TCHL=20.1C
 TBUF=29.5C
 PBUF=66.83ATA
 DP=0.00765MPA
 Q=59.7XN3/D

Фигура 2. Разпечатка от резултати, получени в текущо време, при изследване на сондажи.

Важен момент от подготовката на провеждането на газодинамичните изследвания се явява тарировката на отделните елементи от измерителния възел. Тензометричните датчици, както и образцовите манометри се

проверяват и тарират на тегловна преса от оторизирани в тази област лаборатории. Изследването се осъществява модулно.

Падът на налягане в диафрагмения измерител се отчита от мембранный преобразовател. Преди провеждане на газодинамичните изследвания мембранный преобразовател също се тарира по методика описана в инструкцията му за експлоатация.

Контролиращите температурата на газа, вградени термодвойки, също се тарират в лабораторни условия.

След провеждане на тарировката елементите от измерителния възел се монтират на симулиращ реалните условия стенд. На този стенд се отработва работата на цялата измерителна система при различни стойности на налягането и различни стойности на получавания сигнал, симулиращ дебита на сондажа.

По предложената технологична схема са изследвани осем сондажа от ПГХ-Чирен. При тези изследвания са установени следните преимущества:

- създава се възможност за изследване на сондажа при значителен брой режими на работа;
- когато сондажът е включен към манифолда може да се определи влиянието на останалите сондажи върху неговата работа;

- информацията за работните дебита, наляганята и температурата се получава веднага, благодарение на използваната система за автоматизиран контрол на изследването;
- избягва се възможността за пропуски на газ през крановете на работния манифолд, които могат значително да променят действителните параметри на работа на сондажа;
- едновременно с провеждането на газодинамичните изследвания се провежда и комплекс сондажно-геофизични изследвания.

Съчетаването на тези изследвания и непосредствената обмяна на информация от провежданите едновременно комплекси от изследвания увеличава значително тяхната информативност и достоверност.

ЛИТЕРАТУРА

- Алиев, З., 1968. Проект разработки Чиренского газоконденсатного месторождения.
- Зотов, Г., Алиев, З., 1980. Инструкция по комплексному исследованию газовых и газоконденсатных пластов и сважин., Москва, Недра.
- Минчева, Р., Белчев, Г., 1993. Хидрогазодинамични изследвания на сондажите от ПГХ-Чирен.

NEW TECHNOLOGY AND TOOLS FOR GAS WELL TESTING CHIREN UNDERGROUD GAS STORAGE

Rumen Kulev

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia 1700, Bulgaria

ABSTRACT

This article describes the technology and equipment for carrying out a complex of geophysical studies and well testing of wells in the underground gas storage of Chiren. A test unit is mounted in the testing line from the well. Data obtained and registered by the measuring unit are used by PC on the well site to calculate the test parameters. The system is reliable and robust. It easy to operate, saves time and money.

A great number of gas wells testing have been carried out in the underground gas storage of Chiren. Most of them are during the period of exploitation of the gas field and in the period of setting up of underground gas storage.

At the period 1992-1993 a extensive gas well testing was performed at the gas storage field. The results of this study were published by Mincheva, Belchev, (1993). In their report the authors presented productivity curves for most of the wells used in the gas storage. The testing equipment for study includes test line, separator, measuring block, diaphragm, valves, and pressure gauges. The measuring block was mounted on the test line from the well. During the test the well flow rate was controlled by the manifold valves installed on the test line. Due to pressure rating of the valves on the separator line (6 MPa) the testing of the wells during injection was not possible (the manifold is rated to 16 MPa). During well testing pressure and temperature data are measured. The obtained data were used to calculate the well coefficients A, B as well as the permeability and the mobility. The curve of the productivity obtained from the calculations did not pass through the origin of coordinate system. In order to account for the unsteady state of the formation/bottom hole pressure coefficients for correcting are involved.

The review of the well testing studies and the analysis of the applied technology lead to the following conclusions:

- All gas well tests carried out in 1992-93 missed out direct measurements of reservoir and bottom hole pressures;
- The well testing reported in excludes measuring of the bottom hole pressure during the test;
- The reservoir pressure was determined by the barometric formula using values of the static head pressure;
- The bottom hole pressure was calculated by the formula of Adamov using the well head pressure. The measured manifold pressure was used to calculate the later;
- The temperature was not measured during the well testing;
- The formation and bottom hole pressure during the testing were not measured but calculated, which lead to erroneous interpretations and bad control of the testing.

An extensive geophysical, well testing and workover program for some of the wells in the storage of Chiren started in 1993. This program included a complex of

geophysical studies in order to check the technical state of the casing as well as a well testing. The gas-testing program was aimed to evaluate the reservoir performance, formation characteristics and well damage after well stimulation. The workover program included tubing inspection and change and well stimulation.

The equipment used in this study consists of two units: technological and measuring. It's shown in figure 1.

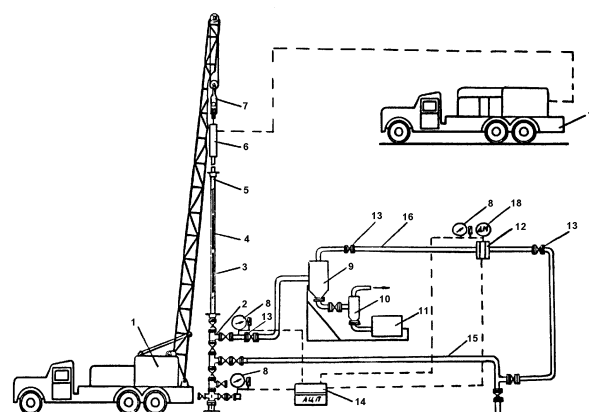


Figure 1

The technological units includes the following: drilling rig 1; geophysical devices 3 and 4; lubricating device 5; traveling block 7; test line 15; cyclone separators for high and low pressure – 9,10 and collecting and separating liquid and debris vessel 11. The cyclones 9 and 10 and collecting vessel 11 are not used during injection testing.

The measuring unit included geophysical devices 3, connected to the geophysical station 17 by means of geophysical cable; measuring line 16 fitted up with measuring diaphragm 12, absolute-and differential-pressure gauges 8,18; control PC fitted up with analogue-to-digital converter 14, regulating and closing valves 13.

The pressure of the tubing annulus and well head was measured with pressure gages 8 (Hottinger Baldwin - 1000 bar) and high accuracy manometers (0,4%), calibrated in testing laboratories. After calibration the pressure gages are mounted on a test bench simulating the real test conditions and tested again. A pressure membrane converter "Sapphire" was used to measure the

differential pressure. Diaphragms of various sizes were used according to the flow rate of well. The temperature measurements were performed by two thermocouples mounted in the test line. The pressure and temperature data was measured by HP Data Acquisition and Control Unit and stored in PC for further manipulations. This arrangement of the testing line with the measuring devices and the use of the PC enabled the continuous calculation of the flow rate at the well site. Thus it was possible to distinguish the steady state during test regime. Printout from two well tests; well P-2 and E-27 is shown in figure 2. The gas well testing was performed in stabilized and non-stabilized regime of filtration.

The geophysical complex consisted of radiometric study and flow, humidity and noise measurements performed by geophysical station.

The described above equipment was used to study eight wells in the Chiren underground gas storage. The equipment showed robust and reliable work allowing performing different testing regimes. All data obtained during the well testing was used for the necessary calculation.

The following advantages have been observed:

- The schedule enables to study the wells in a several different regimes;
- The loop used for the testing allows determining the effect of the neighboring wells on the well performance;
- Information about the working flow rates, pressures and temperatures is provided by the measuring system during the well testing on the well site. It allows controlling the study;
- The surface manifold loop enables to avoid the possible gas leaks from the manifold's valves, which can influence the results obtained from the testing;
- The testing equipment setup allows simultaneous running geophysical studies and gas well testing.

The study of the eight wells showed that the equipment and setup used are reliable and robust. The testing program used and nesting some of the operations saved considerable amount of time and money.

congax P-2

3:24:03.24 PM
 PDIA=63.57042ATA
 TCHL=25.8C
 TBUF=39.6C
 PBUF=64.16ATA
 DP=0.03322MPA
 Q=118.3XM3/D
 3:29:18.67 PM
 PDIA=63.359763ATA
 TCHL=25.8C
 TBUF=38.6C
 PBUF=63.78ATA
 DP=0.03332MPA
 Q=116.5XM3/D
 3:34:27.16 PM
 PDIA=63.274494ATA
 TCHL=28.1C
 TBUF=37.6C
 PBUF=63.61ATA
 DP=0.03322MPA
 Q=118.5XM3/D

congax E-27

1:22:43.13 PM
 PDIA=66.896112ATA
 TCHL=19.3C
 TBUF=31.2C
 PBUF=66.87ATA
 DP=0.00768MPA
 Q=59.6XM3/D
 1:26:32.74 PM
 PDIA=66.349082ATA
 TCHL=19.9C
 TBUF=26.3C
 PBUF=66.75ATA
 DP=0.00768MPA
 Q=60.1XM3/D
 1:32:19.63 PM
 PDIA=66.731538ATA
 TCHL=20.1C
 TBUF=29.5C
 PBUF=66.83ATA
 DP=0.00765MPA
 Q=59.7XM3/D

Figure 2. Real – time printout from well testing

REFERENCES

Aliev, Z., 1968. Project on the exploitation of the Chiren gas-condense deposit. – National geofund.
 Zotov, G., Aliev, Z., 1980. Instruction on the complex investigation of gas and gas-condense layers and wells., Moscow, Nedra.
 Mincheva, R., Belchev, G., 1993. Hydrogasdynamic investigations of the wells of underground gas storage of Chiren. – National geofund.

Recommended for publication by Department of Drilling and Oil and Gas Production, Faculty of Geology