

# КОМПЛЕКС ОТ ТЕХНОЛОГИЧНИ И ТЕХНИЧЕСКИ РЕШЕНИЯ ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА РЕМОНТНИ РАБОТИ В ГАЗОВИ СОНДАЖИ ПРИ НИСКИ ПЛАСТОВИ НАЛЯГАНЯ

**К. Тагиров**

ОАО "СевКавНИПИгаз"  
Ставропол, Русия

**Р. Гасумов**

ОАО "СевКавНИПИгаз"  
Ставропол, Русия

**С. Бекетов**

ОАО "СевКавНИПИгаз"  
Ставропол, Русия

**Л. Геров**

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

**Р. Кулев**

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

**А. Георгиев**

"Петрогаз –Антика" ООД  
Монтана, България

## РЕЗЮМЕ

Разгледан е комплекс от технологични и технически решения за провеждане на сондажни и ремонтни работи в газовите сондажи на подземното газохранилище Чирен, Република България. Разгледан е почти десетгодишен период от началото на прилагането на комплекса. Направен е основен извод за високата технологична приложимост и икономическа ефективност на комплекса.

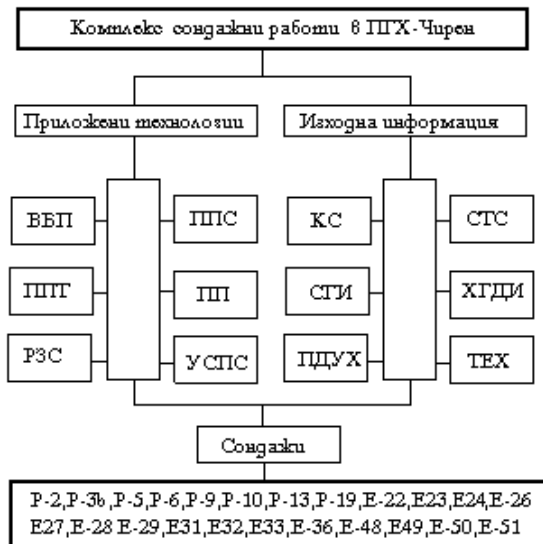
## УВОДНИ БЕЛЕЖКИ

В настоящия момент поддържането и възстановяването на сондажния фонд на газовите находища и подземните газови хранилища е едно от основните направления в развитието на газовата промишленост. За разлика от нефтените находища, където през целия период на разработка пластовото налягане остава сравнително високо, то при газовите находища и подземни газохранилища е възможно то да бъде значително по-ниско от началното. Провеждането на капитални и текущи ремонти, както и прокарането на нови сондажи в условия, когато пластовото налягане е съществено по-ниско от началното, се характеризира със значителна сложност. В редица случаи: добри филтрационно-капацитетни възможности на разкриваните колектори; сложен строеж; значителна дебелина; висок коефициент на аномалност, използването на традиционните технологии и технически средства е невъзможно. Повечето от посочените по-горе причини водят към проникване на значителни обеми от използваните технологични течности в призабойната зона на сондажите. Вследствие на това призабойната зона на експлоатационните сондажи се уврежда. Като правило след ремонтните работи, сондажите се въвеждат в експлоатация трудно и в течение на продължителни периоди от време работят с значително по-ниска

производителност в сравнение с тази преди ремонтните работи. В периода на експлоатация възникват множество усложнения: съвместен добив на газ и технологични течности; образуване на хидравлични "тапи"; натрупване на пясъчни тапи на забоя на сондажите и прикриване на част от работните интервали; ерозионно износване на подземното и надземно оборудване.

Характерна особеност на експлоатацията на подземните газохранилища е цикличния характер на работата при който пластовото налягане в течение на един добивно - нагнетателен цикъл се изменя съществено. Значителна част от подземните газохранилища в Русия се създават в изтощени газови или газокондензатни находища. От този тип е и единственото в Република България подземно газохранилище Чирен. Обикновено съществена част от сондажния фонд на газохранилищата от този тип са с продължителен период на експлоатация. Това налага периодично осъществяване на значителни обеми от изследователски и ремонтни работи в сондажите. През периода 1992-2000г. на подземното газохранилище Чирен е реализиран значителен обем от изследователски и ремонтно-възстановителни работи целта на който е оценка на текущото техническо и газохидродинамично състояние на експлоатационно-нагнетателните сондажи, преминаване към пакерна експлоатация, възста-

новяване и подобряване на продуктивните възможности на сондажите. За решаването на посочените по-горе задачи бе осъществен комплекс от сондажни работи показан на фиг.1.



Фиг.1

В комплекса са включени следните използвани базови технологии:

1. Временно блокиране на пласта в процеса на извършване на ремонтни работи или в процеса на сондиране, (ВБП).
2. Промиване на пясъчни тапи, (ППТ).
3. Разкриване на пласта и завършване на сондажите в условията на аномално-ниско пластово налягане ,(РЗС).
4. Перфорационни работи в пенна среда, (ППС).
5. Повишаване на производителността на сондажите, (ПП).
6. Усвояване на сондажите чрез използване на пенни системи, (УСПС).

Определянето на оптималните условия за прилагане на една или друга базова технология, особеностите на прилагане на традиционни или нови технически средства е извършвано въз основа на анализ на цялата съществуваща към момента информация за всеки конкретен обект. За целта за всеки ремонт и сондаж са разработвани технологични проекти в които са анализирани:

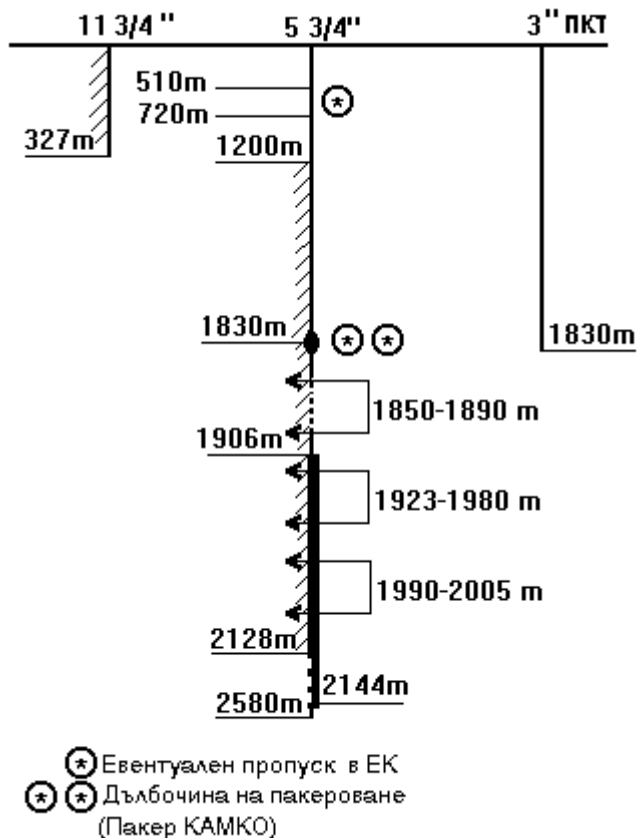
1. Конструкцията на сондажа, (КС).
2. Съществуващи и провеждане на нови сондажно- геофизични изследвания, (СГИ).

3. Съвременно техническо състояние на сондажа (СТС).
4. Данни от проведени хидро-газодинамични изследвания, (ХГДИ).
5. Пиезодинамичните условия в хранилището, към момента на предполагаемия ремонт, (ПДУХ).
6. Текуща експлоатационна характеристика на сондажа,(ТЕХ).

Когато посочения информационен комплекс е неостатъчен за обосноваване на използваната технология, то ремонтните работи са провеждани етапно, като между етапите са осъществявани допълнителни изследвания.

#### КРАТКА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИТЕ УСЛОВИЯ НА ЕКСПЛОАТАЦИЯ НА ПГХ ЧИРЕН

Подземното газохранилище Чирен е създадено в изтощен газокондензатен залеж. Продуктивната част на залежа се състои от няколко различни по възраст хоризонти, изградени от пукнатинно-кавернозно-порови пясъчници, варовици и доломити, хидродинамично свързани. Началното пластово налягане в залежа е 18.1 МРа. Пластовата температура е 75 °С. Към момента на започване на комплекса от сондажни работи в газохранилището са реализирани 18 добивно-нагнетателни цикли. През периода на провеждане на сондажните работи пластовото налягане се изменя в границите 6.5 - 9 МРа т.е коефициентът на аномалност е 0.36-0.5. Основната част от сондажния фонд е със средна експлоатационна възраст 25 години. Прокараните през периода 1989 –1992 г. шест “нови” експлоатационно-нагнетателни сондажи (Е-31,Е-32,Е-36,Е48,Е-49,Е-51) са с редица усложняващи експлоатацията технически и технологични проблеми. Сондажите са с разнообразни конструкции. На фиг.2. е показана конструкцията на сондаж Р-2, преди започването на ремонтно-възстановителните работи в сондажа. Следва да се отбележи, че в сондаж Р-2 са проведени най-сложните в технологично отношение ремонтно-възстановителни работи. Като правило продуктивните интервали в експлоатационно - нагнетателните сондажи на ПГХ Чирен са обсадени. Чрез перфорация, се разкриват няколко продуктивни хоризонти. Разкритата дебелина на работните интервали се изменя в широки граници (45 – 215 m). Работните дебети са съществено различни и се изменят в границите от 50 до 350 хт<sup>3</sup>/ден при депресии в границите от 0.1 - 1.0 МРа. В сондажите са спуснати колони от помпено-компресорни тръби (ПКТ) с диаметър 60, 73 и 89 mm.



**Фиг. 2.** Конструкция на сондаж Р-2, ПГХ Чирен

### ХАРАКТЕРИСТИКА И ОСНОВНИ РЕЗУЛТАТИ ОТ ПРИЛАГАНЕТО НА КОМПЛЕКСА ОТ ТЕХНОЛОГИИ ЗА РЕМОНТНО-ВЪЗСТАНОВИТЕЛНИ РАБОТИ

Както се вижда от фиг.1 комплексът от използвани технологии се състои от шест базови технологии (технологични) решения. Те се характеризират със следните основни задачи, изисквания и условия на прилагане.

#### Временно блокиране на пласта в процеса на извършване на ремонтни работи или в процеса на сондиране

Технологията се прилага при прокарване на нови сондажи или при заглушаване на съществуващи сондажи, когато се провеждат ремонтно-възстановителни или изследователски работи. Базира се на създаването на временен блокиращ екран в призабойната зона на сондажите чрез който се възприпятства проникването на работни технологични течности в пласта. При разработването на технологията са отчетени различните фактори, оказващи влияние върху процеса на блокиране и са решени следните задачи свързани с:

- изясняване влиянието на газово-течните системи (пенни системи) върху проницаемостта на скалите-колектори;
- отчитане изменението на налягането, създавано от стълба пяна в процеса на провеждане на технологичните операции;

- разработване на състави, технически средства и технология за приготвяне на пенни системи;
- разработване на състави, технически средства и технология за приготвяне на гел-образуващи течности;
- разработване на технология за заглушаване в зависимост от конкретните геолого-технически условия в сондажите.

Разработената технология и техническите средства за нейното осъществяване е успешно използвана при ремонта на всички сондажи в ПГХ Чирен. В редица сондажи (Р-2, Р-10, Р-19, Е-22, Е-23, Е-27, Е-29) технологията е прилагана успешно многократно. Технологията за временно блокиране на пласта е използвана успешно и при прокарването на двата най-нови сондажи Е-33 и Е-50.

#### Промиване на пясъчни тапи ( ППТ)

Практиката на експлоатация на подземните газохранилища показва, че в процеса на експлоатация, на забоя на сондажите се образуват утайки, наречени "пясъчни тапи". Тези утайки прикриват част от работните интервали и намаляват по този начин производителността на сондажите. Обикновено при промиването на тези натрупвания се допуска допълнително замърсяване на продуктивните хоризонти от проникнали технологични течности. Натрупването на пясъчни тапи е характерно за продуктивни хоризонти, изградени от склонни към разрушаване скали-колектори. Изследванията и резултатите от проведените в ПГХ Чирен ремонтни работи показват, че в значителна част от експлоатационно-нагнетателните сондажи са регистрирани пясъчни тапи с дебелина от 5 до 180 m, (Бекетов и др, 1995). Разработената технология за промиване на пясъчните натрупвания се характеризира със следните основни елементи:

- базира се на използване на двуфазна или трифазна пенна система;
- циркулацията на пенната система се осъществява по затворен прав цикъл;
- по време на промиването се контролира стойността на забойното налягане;
- промиването като правило се осъществява при минимална депресия, чрез което не се допуска замърсяване на продуктивния хоризонт.

Технологията е приложена ефективно при промиване на осем сондажи от ПГХ Чирен (Е-26, Е-22, Е-27, Е-29 и др).

### **Разкриване на пласта и завършване на сондажите в условията на аномално-ниско пластово налягане, (РЗС)**

Технологията е предназначена за прокарване на нови сондажи в условия на аномално ниски пластови налягания. Основната цел на технологията е да запази естественото състояние на скалите-колектори, да предотврати възможни усложнения в процеса на сондиране, да повиши надеждността и ефективността на работата на сондажите. Технологията е априорирана за първи път у нас при прокарване на сондажите Е-33 и Е-50, характеризиращи се с нова конструкция. Технологията решава следните основни задачи:

- разкриване на продуктивния хоризонт в условия на значителен коефициент на аномалност чрез използване на пенна система като промивен флуид;
- обезпечаване на условия за ефективно укрепване на сондажа без допускане на допълнително замърсяване;
- осъществяване на ефективен контрол за техническото състояние на сондажа по време на сондиране и в процеса на неговото завършване.

При прокарването на сондажите Е-33 и Е-50 са разкрити съответно 155 m и 65m от продуктивния хоризонт, при коефициент на аномалност 0.45 – 0.47. В сондаж Е-33, 30 m от посочения 155 метров интервал са прокарани ядково без никакви технологични усложнения. По данни от промишлените наблюдения и двата сондажа се характеризират с висока за условията на хранилището производителност.

### **Перфорационни работи в пенна среда (ППС)**

Естествен резерв за увеличаване на производителността на сондажите е разширяване на разкритите интервали чрез допълнителна перфорация или уплътняване на по-рано перфорирани интервали.

В редица случаи провеждането на перфорационни работи в условията на аномално ниски налягания води към допълнително замърсяване на продуктивния хоризонт. Разработената технология за перфорационни работи позволява провеждането им в условия на равновесие или минимална депресия, (Гасумов и др., 2000). Базира се на следните основни предпоставки:

- използване на пенни системи за временно блокиране на пласта;

- разработване на специални перфорационни устройства за работа в пенна среда;

- използване на технологични течности не замърсяващи продуктивния хоризонт;
- обезпечаване на условия за плавно предизвикване на приток от пласта.

Технологията е приложена успешно в сондажите Е-26, Е-27 и Е-29.

### **Повишаване на производителността на сондажите (ПП)**

Практиката на експлоатация на подземните газохранилища показва, че с течение на времето сондажите намаляват своята производителност. Основните причини за това са: попадане на компресорни масла в призабойната зона на сондажите в процеса на нагнетяване на газа, оводняване на сондажите при експлоатация и образуване на минерални утайки, образуването на пясъчни тапи, прикриващи работните интервали, деформационни изменения в скалите-колектори. Обикновено в условия на аномално ниско пластово налягане традиционните методи за киселинно въздействие са неефективни, поради трудното извличане на продуктите от реакцията. За условията на ПГХ-Чирен е разработена ефективна технология за химическо въздействие – пенокиселинна обработка. При този тип обработки се получава силно забавяне на процеса на разтваряне и по-дълбоко проникване на киселинния разтвор преди всичко в по-слабо проницаемите участъци. Технологията се базира на следните основни моменти:

- обработката се провежда в незаглушен сондаж и се базира на използването на разпенен киселинен разтвор;
- състава на пено-киселинния разтвор се характеризира с максимална разтваряща способност на скалите-колектори, изграждащи продуктивния хоризонт;
- в състава на разтвора са включени реагенти с относително ниска стойност;
- възможно е съчетание на пено-киселинната обработка с маслоочистваща обработка.

Пенокиселинни обработки са проведени в осем сондажи от ПГХ Чирен. Приръстът в производителността на сондажите е оценен от 12 до 233 %, (Долгов и др. 1994, Тагиров и др. 2000 ).

### **Усвояване на сондажите чрез използване на пенни системи, (УСПС)**

Всички ремонтно-възстановителни работи завършват с усвояване на сондажите т.е. с предизвикване на приток на газ. Практиката показва, че в редица случаи, в процеса на предизвикване на приток възникват множество усложнения: деформация на експлоатационната колона; нарушаване на връзката колона-циментов пръстен, деформационни изменения в скалите-колектори, изграждащи призабойната зона. Разработената технология за предизвикване на приток се базира на използване

на пенна система. По този начин се обезпечават следните технологични предимства:

- създават се условия за плавна промяна на забойното налягане и плавно увеличаване на притока на газ;
- предотвратяват се неконтролирани газопроявления и открито фонтаниране;
- допълнително се очистива призабойната зона от проникнали технологични течности;
- съкращава се на периода на усвояване и въвеждане на сондажа в нормален технологичен режим.

Същността на използваната технология се състои в последователна замяна на технологичната заглушаваща течност с пена с определен коефициент на аерация. Пенната система се нагнетява в извънтръбното пространство, като непрекъснато се контролира и регулира нейната плътност. При провеждането на операциите по усвояване на сондажите от ПГХ Чирен плътността на пенната система е променяна в границите 100-900 kg/m<sup>3</sup> (Бекетов и Иванов, 1999).

От 1992 г. и досега всички сондажи на ПГХ Чирен в които са провеждани ремонтно-възстановителни работи са усвоявани чрез прилагане на тази технология.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплекса от технологии, технологични решения и технически съоръжения за провеждане на сондажни и ремонтно-възстановителни работи в ПГХ- Чирен се провежда от 1992 г. В процеса на изпълнение на

сондажните ремонтно-възстановителни работи се извършва непрекъснато усъвършенстване на съществуващите технологии и се разработват нови технологични решения. Направените към момента технико-икономически оценки доказват убедително, че разработеният и осъществяван технологичен комплекс е икономически ефективен и обезпечават изпълнението на сондажните и ремонтно-възстановителни работи в ПГХ Чирен на най-високо технологично и техническо ниво.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Бекетов С., С.Долгов, Р.Иванов, К.Петков.1995. Промиване на шламови утайки при аномално ниски пластови налягания.Сп.Геология на минералните ресурси.№8,3-5.
- Гасумов Р., В. Минликаев,С.Бекетов.2000.Влияние свойств пен на гидростатическое давление, создаваемое ее столбом.Сборник научных трудов СевКавНИПИгаз, Вып.32,85-95.
- Долгов С., С.Бекетов Р.Иванов.1994. Интензификация на добива на газ в сондажите на ПГХ Чирен.Сп. Геология на минералните ресурси.№3-4,16-18.
- Тагиров К.,С.Бекетов,Р.Иванов.,2000. Увеличаване на притока на газ в сондажите на газово хранилище Чирен.Сп.Геология на минералните ресурси.№4,24-27.
- Бекетов С., Р.Иванов.1999. Технология на поетапно усвояване на експлоатационно-нагнетателните сондажи на подземно газово хранилище Чирен. Сп. Геология на минералните ресурси.№8,32-36.

*Препоръчана за публикуване от  
катедра "Сондиране и добив на нефт и газ", ГПФ*