



Results from deep reperforation works by using high-tech ReActive perforators extracting and upcoming in wells in Central-North Bulgaria

Lyubomir Nenkov¹, Viktoriya Ivanova²

¹Oil and Gas E&P Plc., 1505 Sofia, nels@abv.bg¹, v.ivanova.pg@gmail.com²

Key words: reperforation, well logging, reactive perforators, intensification

Abstract.

Well reperforations are widely used in the exploitation of oil and gas fields. The Bulgarian and Russian charges, which we applied in recent decades are with low efficiency (less cumulative length of stream, channels with debris and less cracking of the collector). For intensification of the flow in exploitation wells we have applied CONNEX perforation Systems. The charges of this System are with special construction to achieve high penetration ability, clean channels and high cracking of the collector, which leads to significant increase of the production.

Историческа справка

В края на 1947-ма е създадена Комплексната Българо-Съветска геоложка експедиция, която започва изследванията (вкл. каротажните и перфорациите) в района на Шабла. Първите български каротажни станции са купени от СССР през 1954г и са работили в състава на Комплексна геоложка експедиция – Варна, където се създава и първия отряд са перфорация и торпедация. В последствие са създадени експедиции в гр. Монтана и Д.Дъбник, като перфорациите и торпедациите се поемат от Експедицията в Д. Дъбник.

По това време, поради силното руско влияние, цялото каротажно и перфораторно оборудване, както и технологии са Съветски. Това ограничава и видовете използвани перфоратори до няколко - основно ПКС-105, ПКС-80 и някои отделни видове като ПКС -65. По-късно, по поръчка на ПГП и КГ, Дунарит Русе изработват модификация на ПКС-80, чиято абревиатура е ПКС-80. Съветските перфоратори ПКС-105, ПКС-80 и ПКС-65 са безкорпусни, поставени в стъклени чашки, като за носачи се ползват метални ленти, а за българската модификация ПКС-80 е разработена собствена извънстандартна технология, чрез монтирането на зарядите на шперплатова лента, поставена в стоманена тръба с тапи в двата края.

Със споменатите перфоратори са перфорирани почти всички сондажи в България по онова време. Разбира се, в голямата си част, перфорациите са успешни, т.е. пласта е разкрит и е получен приток на флуид.

Въпроса до колко качеството на перфорациите е достатъчно добро стои от доста време пред специалистите.

Малко теория:

За перфорация на нефтени, газови, хидрогеоложки сондажи и сондажи с друго предназначение, където се налага пластовия флуид да попадне в сондажната колона, за да бъде извлечен на повърхността, се използват кумулативни заряди. В резултат от кумулативната перфорация се образуват канали, преминаващи през обсадната колона, циментовия пръстен и навлизащи в пласта на определена дълбочина.

Вида и размера на перфоратора се избират въз основа на детайлните сведения за състоянието на циментовия пръстен, експлоатационната колона, обсадната колона, свойствата на сондажната промивка, броя колони, прикриващи пласта, дебелината му, термодинамичните условия в сондажа и пр.

Механизма на образуване на кумулативната струя е следния:

При взрива става почти мигновено превръщане на взривното вещество в газообразни продукти, разлитащи се във всички страни с направление, перпендикулярно на повърхността на заряда. Ако в заряда има вдлъбнатина (конусовидна), газообразните продукти, наричани активна част, се задвижват по оста на заряда и образуват мощна струя, наричана кумулативна. Ако конусовидната вдлъбнатина е

облицована с тънък слой метал, при детонацията кумулативната струя е не само от газообразни продукти, а и от втечен метал на стопената облицовка. Струята придобиваща много висока скорост в предната си част (6-8 км/с), при достигане на твърда преграда, я пробива и прониква в дълбочина. Дължината на кумулативната струя се определя от няколко фактора: масата на заряда, вида на заряда, формата, ъгъла на конуса, както и от някои конструктивни особености. Стремежа на всички конструктори е да се осигури максимална дълбочина на проникване в пласта и диаметър на канала.

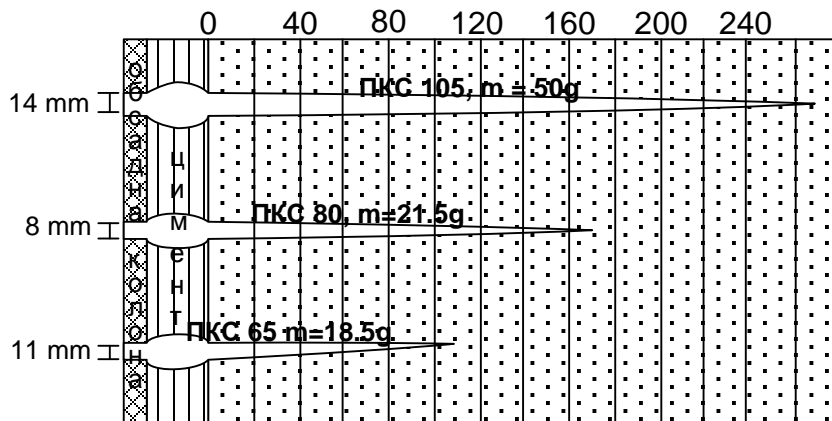
Анализът на параметрите на перфораторите, технологията на сондиране, конструкцията на сондажа, както и геоложките условия дават частичен отговор на този въпрос.

1. Параметри на перфораторите.

Качеството на прфорацията зависи от:

- дължината на кумулативната струя (дълбочината на каналите);
- диаметър на каналите;
- минимални налепи (отлагания) по каналите;
- максимално разпукване на пласта;

На графиката са показани справочни данни за дължините на кумулативната струя (дълбочината на каналите), създавани от най-често прилаганите в България перфоратори.



Фигура 1. Данни за най-често прилаганите перфоратори в България

За ПК – 80 няма справочни данни, понеже Дунарит – Русе за времето, когато са произведени, не разполага със система за оценка на параметрите им.

Ако разгледаме само справочната информация на Съветските производители, можем да забележим, че практически дължината на кумулативната струя на най-мощните заряди е едва 270мм (27см). За ПК-80 (производство на Дунарит), тя е дори по-малка от тази на Съветските ПКС-80, защото струята трябва да преодолява и допълнителната стоманена тръба.

Нека материализираме съвсем грубо дължините на преградите, които трябва да преодолее кумулативната струя:

- разстояние от центъра на сондажа до обсадната колона (стандартна 5“ колона): 60мм ;
- дебелината на обсадната колона (в зависимост от типа): 6-8мм;
- глинеста кора (ако присъства): 4-5мм
- циментов пръстен : 8-9мм
- промита зона на пласта – 10-40мм

Общо: 90-100мм

От казаното излиза, че създавания ефективен канал в пласта е с дължина между 10мм и 170мм, в зависимост от типа на ползвания перфоратор. В тези сметки не се отчита поглъщането на енергия от обсадната колона, влиянието на налягането на сондажната промивка и плътността и, както и допълнителната стоманена тръба използвана с перфораторите на Дунарит.

Ако по време на сондирането са ползвани утежнителни (бентонит, барит и др.) и относителното тегло на промивката е превишавало значително пластовото налягане (не е сондирано „на баланс“)



съществува възможност за значително запълване на пластовите пори с утежнителите на разтвора и „циментация“ на пласта.

Това прави ефективността на перфорацията значително критична и с неясен ефект.

Сегашно положение

В средата на 2012г, ПДНГ АД започна програма по повишаване добива на нефт и газ посредством иновативни методи в нефтени находища в краен стадий на разработка, намиращи се в концесии за добив на нефт и/или природен газ на територията на България.

Първата фаза включва реперфорация на продуктивни интервали и въвеждане в експлоатация на сондажи в концесионна площ 1-12 Кнежа на ПДНГ АД. Долнолуковитското нефтено находище се намира в така наречения краен стадий на разработка. Този стадий се характеризира обикновено със значителна оводненост на добиваната продукция.

Защо реперфорация?

Реперфорацията е широко използван метод за възстановяване и повишаване на производителността на сондажите. За да се извърши реперфорация в сондаж, предварително трябва да се направи детайлен анализ и да се оцени въздействието ѝ върху целия пласт и находището. Оценяват се рисковете, които се крият като оводняване, деформация или скъсване на колоната и каква и коя част от продуктивния интервал да бъде перфорирани. Вида и размера на перфоратора се избират въз основа на детайлните сведения за състоянието на циментовия пръстен, експлоатационната колона, обсадната колона, броя колони, прикриващи пласта, дебелината му, термодинамичните условия в сондажа и пр.

Реактивни перфоратори

Повторната перфорация (реперфорация) е същият метод, както и първоначалната перфорация при прокарването на нов сондаж. За реперфорация беше избрана системата от ново поколение “CONNEX™” на фирмата “GEODynamics” САЩ. Новото при тях е, че при детонирането на заряда се създава вторична реакция в перфорирания канал.

При “CONNEX™” има два заряда поставени един след друг в един корпус. Първия заряд е значително по-голям като граматура и той образува канала, който е с много по-голяма проникваща способност (108см) от старите перфораторни системи. Реактивно действие се получава чрез втория заряд, който детонира 1-2 микросекунди след основния и създава обратно налягане, което изсмуква скалните частици, образувани по стените на канала. Така се оформя чист канал без налепи. Вторичната детонация освен премахване на налепите образува и множество пукнатини в пласта. Когато пласта е допълнително разпукан притока става с много по-голям дебит. По този начин се повишават експлоатационните качества на самия пласт.

Резултати от реперфорацията

Първите резултати след реперфорациите на сондажи в блок 1-12 Кнежа са показани в таблицата по-долу и красноречиво говорят за ефекта от прилагането системата “CONNEX™”.



СПИСЪК на сондажите с проведена реперфорация

Сондаж	Интервал на перфорация	Среден дебит на течност преди перфорацията, 2012 м ³ /ден	Среден дебит на нефт преди перфорацията, 2012 т /ден	Среден дебит на течност след перфорацията, 2013 м ³ /ден	Среден дебит на нефт след перфорацията, 2013 т /ден
Сондаж 1, блок 1-12 Кнежа	3075 м - 3090 м	0.68	0.23	0.85	0.3
Сондаж 2, блок 1-12 Кнежа	3081 м - 3096 м	1.38	0.39	11.11	3.47
Сондаж 3, блок 1-12 Кнежа	3062 м - 3072 м	0.61	0.32	1.02	0.52
Сондаж 4, блок 1-12 Кнежа	3070 м - 3080 м	0.69	0.14	2.68	2.02
Сондаж 5, блок 1-12 Кнежа	3083 м - 3093 м	няма приток на течност от пласта - консервиран			
Сондаж 6, блок 1-12 Кнежа	3064 м - 3078 м	0.1	0.07	8.28	6
Сондаж 7, блок 1-12 Кнежа	3067 м - 3076 м 3084 м - 3093 м	1.44	1.09	1.3	0.81

Фигура 2. Добивите от течност и нефт спрямо дневния добив на находището преди и след интензификационните работи.

От таблицата ясно се вижда подобрението в добива от нефт, след реперфорацията на сондажите. Безрезултатен остава само Сондаж 5, който след реперфорацията на продуктивния пласт, при експлоатацията му, не показва никакви подобрения в добива от нефт. Важно е да се отбележи и оводнеността на продукцията, която след интензификацията запазва своите стойности. Забелязва спад на оводнеността, дължаща се на това, че сондажът престоява (бил е консервиран) от 2004-та година, преди да бъде реперфорирани през 2012 г.

Изводи

Ефект от старите перфоратори има, но той е недостатъчен, тъй като с новите реактивни перфорационни системи добива може да се повиши с до 30% от дадения пласт.

Чрез перфорационните системи "CONNEX™" се избягват недостатъците на старите технологии и старите перфорационни системи и заряди;

Работата с тях е с изключително висока степен на защитеност от аварии и инциденти;

Като негатив може да се отбележи само високата цена, но тя е напълно оправдана, ако се вземе предвид ефекта им.

В програмата на ПДНГ АД са включени още 15 сондажа за реперфорация, които предстоят в следващите две години.



Литература

GEODynamics , 2010-12 CONNEX Brochure

Лекции по Сондажна геофизика, 4-ти курс, МГУ "Св. Иван Рилски"