

РАЗРАБОТВАНЕ НА УСТРОЙСТВО ЗА ХИДРАВЛИЧНО ИЗПИТВАНЕ НА КОЛОНИ ОТ ПОМПЕНО-КОМПРЕСОРНИ ТРЪБИ В ГАЗОВИ И НЕФТЕНИ СОНДАЖИ

Румен Кулев

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София; r.kulev@abv.bg

РЕЗЮМЕ. В настоящата статия е представена нова конструкция на устройство за секционно и цялостно хидравлично изпитване на херметичност на колони от помпено-компресорни тръби в газови и нефтени сондажи. Описани са основните елементи и принципа на действие на устройството за херметични тестове. Направен е разчет на силите действащи при изваждане на херметизиращия клапан. В заключение са разгледани технологичните предимства на разработеното устройство.

DEVELOPMENT OF DEVICE FOR HYDRAULIC TESTING OF PRODUCTION TUBING STRINGS IN GAS AND OIL WELLS

Rumen Kulev

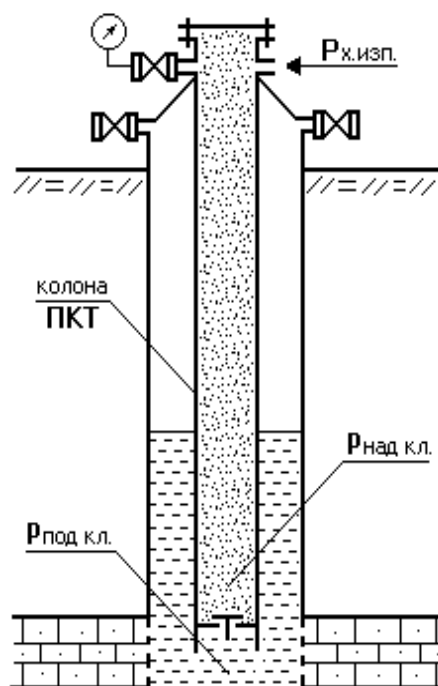
University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia; r.kulev@abv.bg

ABSTRACT. The paper presents new design of device for partial and complete string hydraulic testing of production tubing in oil and gas wells. The main components and the operation of the device for hermetic testing are discussed. The forces acting when pulling out the hermetic valve are calculated. The technological advantages of the developed device are presented as overall conclusion.

Въведение

Едно от задължителните условия при експлоатацията на нефтените и газови сондажи е обезпечаването на херметичност на спусканите в тях колони от помпено-компресорни тръби (ПКТ). Независимо от значителния напредък при изготвянето на непроницаеми резбови съединения и използване на различни видове херметизиращи материали се налага колоната да бъде хидравлично изпитана на херметичност (опресована) при определено налягане. В зависимост от начина на използване на колоната процедурата се провежда по време на спускането (секционно изследване) или след нейното окончателно спускане в сондажа. Различните фирми производителки на сондажно оборудване предлагат различни технически решения за изпитване на колоната но с една и съща цел, а именно да се затвори временно вътрешнотръбното пространство в долния край на спуснатата в сондажа колоната от ПКТ. В зависимост от предназначението на колоната тя се запълва с подходяща течност и с помощта на помпен агрегат се провежда нейното опресване. Принципната схема за провеждане на изпитването на херметичност, когато колоната е спусната изцяло в сондажа, е представена на фигура 1. Едно от възможните технически решения е използването на специална муфта, представена на фигура 2, която се навива в долния край на колоната от ПКТ и се спуска заедно с нея в сондажа (<http://www.sismithservices.com>). Този тип муфи са снабдени с един или няколко срезни щифта. Подборът на броя на тези щифтове и тяхното сечение определят величината

на силата на срязване в тях. При достигане на определена гранична стойност на тази сила, респективно налягане в колоната от ПКТ, щифтовете се срязват и част от муфата се отделя от нея, отваряйки отново вътрешнотръбното пространство, след провеждане на хидравличното изпитване.



Фиг. 1

Налягането, при което се изпитва колоната от помпено-компресорни тръби на херметичност е по-ниско от граничното при което се срязват щифтовете. Друго техническо решение, базирано на принципа на срезните щифтове е използването на съчмени клапани, като процедурата по опресване е аналогична. След приключване на операцията, намиращата се в колоната течност попада в сондажа и след неговото усвояване тя се добива. При газови сондажи се използва метанол или кондензат за запълване на колоната от ПКТ при нейното опресване.



Фиг. 2

Като основен общ недостатък на представените технически средства може да се посочи обстоятелството, че след срязване на щифтовете целият затварящ елемент или част от него попадат на забоя на сондажа. Това би могло да затрудни значително провеждането на бъдещи ремонтни работи свързани с промиването на пясъчно-глинести натрупвания, удълбочаване на сондажа, провеждане на интензификационни работи и др.

Устройство и принцип на действие на принципно ново устройство (клапан) за херметично изследване на колони от ПКТ

Посоченият по-горе основен недостатък на разгледаните технически средства налага необходимостта от разработване на устройство, което да запазва своята цялост и да се използва многократно при провеждане на операции от разгледания тип. На фигура 3 е представена конструкция на устройство състоящо се от изваждаем херметизиращ клапан и херметизираща муфа. Разработеното устройство за херметични тестове на ПКТ е предназначено за секционен и окончателен хидравличен изпитване на колона от помпено-компресорни тръби в газови сондажи.

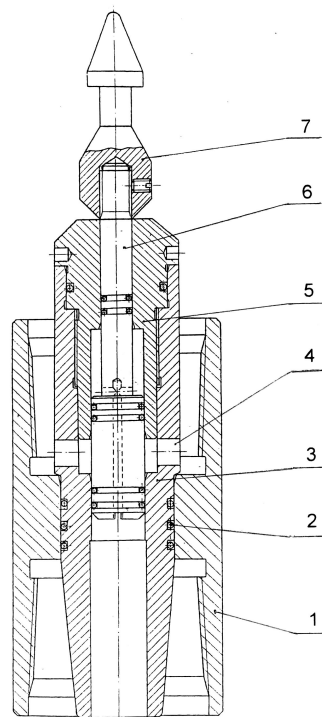
Основните елементи на устройството са:

- 1 - изработена по съответен размер муфа за колона от помпено-компресорни тръби с уплътняващо седло;
- 2 - уплътнителни елементи тип "O" пръстен;
- 3 - основно тяло на изваждаем клапан;

- 4 - отвори в тялото на клапана за хидравлична връзка между вътрешнотръбното пространство на колоната от ПКТ и задтръбното пространство в сондажа;
- 5 - водач на клапана, навит чрез резбово съединение към тялото на клапана;
- 6 - вретено на клапана, с канали за уплътнителни елементи тип "O" пръстен и възможност за движение във вертикална посока;
- 7 - съединителен накрайник за захващане с овершот и изваждане на клапана на повърхността.

Принципът на действие на устройството се състои в следното:

След комплектоване на вретеното 6, с необходимия брой уплътнителни елементи, то се поставя във водача 5, който се навива в тялото 3 на клапана. Вретеното се позиционира в долно крайно положение така, че да прикрие четирите радиално разположени отвори в тялото на клапана. Ограничител за това положение на вретеното се явява съединителният накрайник 7, навит и фиксиран на вретеното. След поставяне на уплътнителните елементи 2 в каналите на тялото на клапана, той се монтира в седло, по вътрешният му диаметър, оформено в муфа 1. След монтажа на клапана, муфата се включва на определено място в комплекта от помпено-компресорни тръби (в зависимост от конфигурацията на експлоатационния лифт), след което започва спускане на колоната в в сондажа. След навиване и спускане на няколко комплекта от колоната от ПКТ в сондажа, тя се запълва с подходяща течност (метанол или кондензат) и се опресова при определено налягане с помощта на помпен агрегат. Ако се установи, че тази част от колоната е херметична, то към нея се навиват и спускат следващите няколко комплекта, долива се от течността и отново се опресова. Тази операция се повтаря, в посочения ред, до спускане на цялата колоната до



Фиг. 3

проектната дълбочина в сондажа. След успешно провеждане на операцията по опресване на колоната от ПКТ в нея, с помощта на лебедка, се спуска овершот, който се свързва с вретеното на клапана чрез съединителния накрайник. След леко изтегляне на въжето, вретеното се позиционира в горно крайно положение, отваряйки четирите радиални отвора в тялото на клапана и способствайки по този начин изтичането на течността от колоната в сондажа и изравняване на налягането под и над клапана. След като налягането под и над клапана се изравни, то се продължава изтеглянето на въжето с овершота и в крайна степен се изважда целия херметизиращ клапан, като тялото на муфата остава цяло в мястото на разполагането и.

Разчет на силите, действащи при изтегляне на вретеното на клапана в горно крайно положение

При провеждане на хидравличното изпитване на колоната от ПКТ, върху клапана действа хидростатично налягане $P_{\text{над кл.}}$, създадено от стълба течност в колоната, спусната на съответната дълбочина (фиг. 1). Под клапана действа хидростатично налягане $P_{\text{под кл.}}$, превишаващо текущото пластово налягане, обикновено с 10% и базирано на стълба течност намиращ се в сондажа, зад колоната от ПКТ. При направените изчисления (Табл. 1) са приети условия, доближаващи се до тези в сондажите от подземното газохранилище Чирен.

Таблица 1

Плътност на течността в колоната от ПКТ, kg/m^3	800
Дълбочина на позициониране на клапана, m	2000
Налягане над клапана $P_{\text{над кл.}}$, МРа	15.7
Пластово налягане $P_{\text{пл.}}$, МРа	9
Налягане под клапана $P_{\text{под кл.}}$, МРа	9.9

Силата, необходима за изтегляне на вретеното на клапана в горно крайно положение и отваряне на радиалните отвори за изтичане на течността от колоната от ПКТ и изравняване на налягането под и над клапана, може да се изрази със следната зависимост:

$$F_{\text{изт.}} = (P_{\text{надкл.}} - P_{\text{подкл.}}) \cdot 10^3 \cdot S + F_{\text{тр.}} \quad (1)$$

където:

$F_{\text{изт.}}$ - силата за изтегляне на вретеното в горно крайно положение, kN;

$F_{\text{подкл.}}$; $F_{\text{надкл.}}$ - налягане, действащо под и над клапана, МРа;

S - площ на напречното сечение на вретеното, m^2 ;

$F_{\text{тр.}}$ - сила на триене в подвижното съединение, kN.

Силата на триене в подвижното съединение, вретено-водач и тяло на клапана, уплътнено с "О" пръстени (ГОСТ 9833-73), може да се изрази чрез зависимостта:

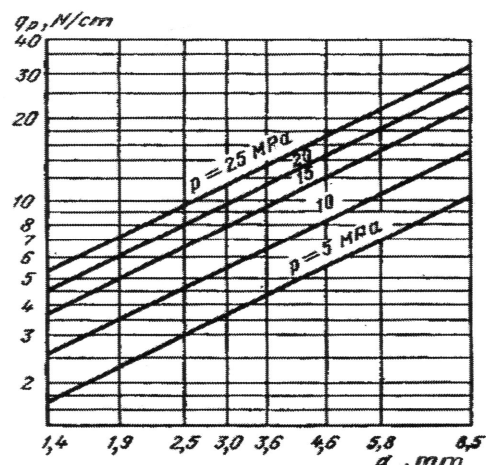
$$F_{\text{тр.}} = q_p \cdot \pi \cdot D \cdot 10^{-3} \quad (2)$$

където:

q_p - относителна (специфична) сила на триене, N/cm ;

D - диаметър на уплътняваната повърхност, cm.

Относителната сила на триене се определя от графика (фиг. 4), където d е диаметъра на съответния уплътнителен елемент тип "О" пръстен. Резултатите от направения разчет са представени в Таблица 2. За сравнение в таблицата е пресметната и силата $F_{\text{нп.вр.}}$ (неподвижно вретено), необходима за изваждане на целия клапан, при положение че конструктивно не е предвидена възможност за изравняване на налягането под и над клапана. Разчетите са направени за външен диаметър на клапана 50 mm (73 mm колоната от ПКТ).



Фиг. 4

Таблица 2

Сила на триене в подвижното съединение $F_{\text{тр}}$, kN	0.121
Сила, необходима за изтегляне на вретеното $F_{\text{изт}}$, kN	1.027
Сила за изтегляне на кл. при неподвижно вретено $F_{\text{нп.вр.}}$, kN	11.38

Заклучение

Разработена е нова конструкция на устройство, което се характеризира със значителни технологични предимства: възможност за многократно използване при хидравлично изпитване на колони от ПКТ в газози и нефтени сондажи; простота на конструкцията и възможност за унифициране (при различните типоразмери на колоните от ПКТ съществува възможност за използване на един и същ типоразмер на водача на клапана и същинския клапан, като по същество е необходимо да се промени диаметъра на муфата и размера на седлото); възможност за изваждане на клапана след завършване на операциите по опресване и запазване на забоя на сондажа; незначителни усилия за изваждане на клапана.

Литература

- ГОСТ 9833-73. Кольца резиновые уплотнительные круглого сечения.
 Ненков, Н. Д. 2008. Съвременни технически средства в сондирането. С.
 Събев, С. Г., З. П. Дренчев 1969. Уплътнения. С., Техника.
<http://www.siismithservices.com>

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