



УДК 62-1/-9

ОСНОВНІ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОЛТЮБІНГОВОЇ ТЕХНІКИ

В. П. Червінський,

кандидат технічних наук, доцент кафедри видобутку нафти, газу і конденсату, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».

Р. Ю. Мельник,

студент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».

Аширов Байрамгельди,

студент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».

У статті наведені відомості про конструкції колтюрінгових установок різних виробників, які застосовуються під час капітального ремонту свердловин. Показана типова схема наземної колтюрінгової установки і найбільш складні і відповідальні вузли та механізми, що входять до її складу. Наведено основні особливості застосування, а також переваги застосовуваних технологій з використанням безмуфтових довгомірних труб. Основних видів ремонтних робіт, що виконуються за допомогою колтюрінгових установок налічується більше десяти. Показана розроблена авторами технологія видалення щільних піщано-глинистих пробок з аномально низьким пластивим тиском (АНПТ). Обговорено особливості підвищення економічної ефективності при використанні колтюрінгових установок.

Ключові слова: колтюрінгові установки, безмуфтові довгомірні труби, свердловини, капітальний ремонт, гідромашини, насосно-компресорні труби.

KEY FEATURES OF COILED TUBING TECHNOLOGY

V. Czerwinski,

Ph.D., Associate Professor, Department of oil, gas and condensate, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute".

R. Melnyk,

student, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute".

A. Bayramgeldi,

student, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute".

This article provides information about the design of coiled tubing units from different manufacturers that are used in the workover. Shows a typical circuit ground coiled tubing unit and the most complex and critical components and mechanisms that are included in its composition. The main features of the application, as well as the benefits of the technologies used with flush-joint pipe. The major types of repair work carried out by a number more than ten coiled tubing units. It is shown that the technology developed by the authors of the removal of dense sand and clay tubes with abnormally low formation pressure (ALFP). Specified features to increase economic efficiency in the use of coiled tubing units.

Keywords: coiled tubing installation, flush-joint pipe, wells, overhaul, hydraulic machines, tubing.

Вступ. У нафтогазовій галузі серйозні революційні технічні зміни відбуваються значно рідше, в порівнянні з іншими.

Втім, останньою такою зміною є створення та застосування колтюрінгових технологій, які можна порівняти з вже впровадженими

вибійними двигунами, бурінням з верхнім приводом, пересувними мобільними установками для буріння і капітального ремонту.

Прогрес в бурінні, видобутку, транспорті залежить від ефективності і оснащення технічної бази підприємств, що впливає на

значне покращення техніко-економічних показників виробництва.

В той час, як за кордоном більше п'ятидесяти років виготовляють десятки різних колтюбінгових установок, в нашій країні їх досі не виготовляють.

В Україні більше 10 років використовуються іноземні колтюбінгові установки для капітального ремонту і буріння свердловин. Установки відрізняються комплектацією, технологічними можливостями і ціною. Так установки канадських фірм, змонтованих на базі автомобілів «Kenworth», коштують більше 1 мільйона доларів, а установки білоруського виробництва фірми «ФІД» – 600–700 тисяч доларів.

Безумовно, така техніка дуже складна конструктивно і технологічно, але Україна має дуже кваліфіковані конструкторські і виробничі кадри, і при відповідному фінансуванні можливо було б створити власні зразки цієї техніки.

Як відомо, в світі експлуатують біля тисячі колтюбінгових установок. У нас є близько двох десятків подібної техніки. Схоже, що, нарешті, у нафтовій галузі та Кабміні з'явилося

розуміння і бажання подібний стан виправити за рахунок закупівель колтюбінгових установок за кордоном.

Основою колтюбінгових технологій є використання металевої гнучкої труби - coiled tubing, яку намотують на барабан і спускають та піднімають зі свердловини спеціальним агрегатом.

Інтенсивний розвиток цих технологій обумовлюється тим, що всі вони виконуються за умови забезпечення герметичності внутрішньої порожнини свердловини.

Тому вони виконуються без глушіння свердловин, що дозволяє використовувати роботи при аномально низьких і високих пластових тисках, включаючи подальше виконання робіт по виклику припливу, зменшує трудомісткість робіт і зменшує строки їх виконання.

Також до безумовних переваг колтюбінгових технологій можна віднести екологічну безпеку та забезпечення техніки безпеки обслуговуючого персоналу.

Типова схема установки для капітального ремонту свердловин з застосуванням гнучких НКТ показана на рис. 1.

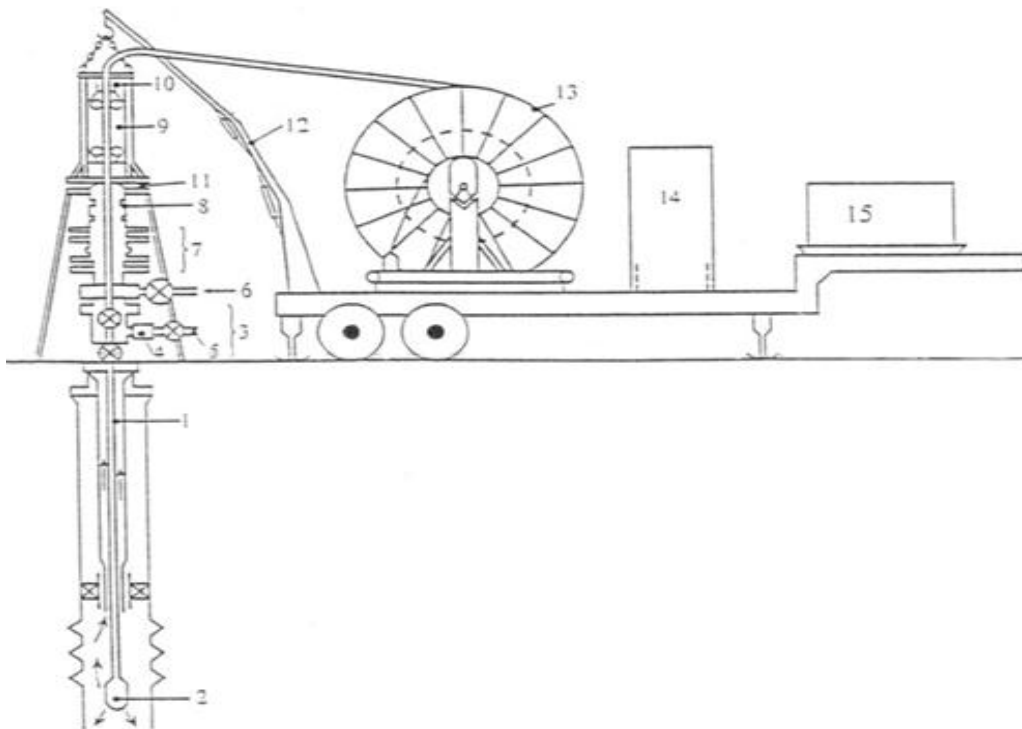


Рис. 1. Типова схема наземної установки для капітального ремонту свердловин із застосуванням гнучких насосно-компресорних труб:

- 1 - гнучкі НКТ; 2 - циркуляційний перевідник; 3 - колонна головка; 4 - дросель на експлуатаційному відводі; 5 - відводна лінія; 6 - циркуляційний трійник; 7 – противикидне обладнання з 4-ма плашковими превенторами; 8 - сальникова коробка; 9 - інжекторна голівка; 10 - випрямляючий пристрій; 11 - індикатор ваги; 12 - кран інжектора; 13 - барабан з гнучкими трубами; 14 - кабіна управління; 15 - енергетичний блок

1.1 Основні особливості застосування:

- Установка дозволяє проводити спуск в свердловину під тиском суцільної колони гнучких НКТ і здійснювати циркуляцію через цю колону;

- Жорсткість і міцність гнучких НКТ дозволяють використовувати їх для спуску і підйому зі свердловини вибійних інструментів;

- Установка являє собою блочно-модульний агрегат для капітального ремонту свердловин, що забезпечує можливість швидкого проведення повного комплексу ремонтних робіт на свердловині.

1.2 Технології поточного та капітального ремонту свердловини із використанням колтюбінгової техніки застосовують при:

- кислотних обробках привибійної зони пласта свердловини;

- селективному діянні на пласт;

- встановленні кислотних ванн;

- проведенні гідравлічного розриву пласта;

- обробках з використанням поверхнево-активних речовин;

- проведенні ремонтноізоляційних робіт;

- проведенні комплексної дії на привибійну зону пласта;

- видаленні рідини з вибою газових свердловин без їх глушіння;

- видаленні (ліквідації) гідратних пробок і запобіганні їх утворення в свердловинах без глушіння;

- видаленні (ліквідації) піщаних пробок, промивках і очищенні вибою свердловини від піску;

- видаленні (ліквідації) асфальтосмолистопарафінових пробок і запобіганні їх утворення без глушіння свердловини;

- роботі в горизонтальних стовбурах свердловин;

- промиванні нафтогазозбірних колекторів (шлейфів).

Крім того, колтюбінгові установки можуть застосовуватися при:

- освоєнні свердловини (з азотною установкою і без неї, з пакером і без пакера), виклику припливу флюїду;

- глушінні свердловин (в тому числі ті, що експлуатуються з пакером);

- виконанні геофізичних досліджень у стовбурі свердловини;

- відновленні свердловин методом зарізування та бурінні другого стовбура;

- виконанні ловильних робіт;

- розбурюванні пробок, цементних мостів та інших утворень в експлуатаційній та ліфтовій колоні;

- встановленні гравійних фільтрів;

- встановленні цементних мостів.

Колтюбінгові установки, в комплексі з іншим устаткуванням, дозволяють виконувати роботи на експлуатаційних нафтових та газових свердловинах без попереднього глушіння, тим самим дозволяють під час ремонту зберегти колекторські властивості пласта і умови припливу нафти і газу. В подальшому, в комплексі з азотною установкою, з'являється унікальна можливість періодичного газліфту для повторного освоєння свердловин, які накопичують рідину, без втрати газу на продувку в атмосферу. Це особливо важливо для свердловин, в яких встановлено пакеруючі пристрої.

1.3 Обмеження в застосуванні робіт гнучкими НКТ.

- У зв'язку з існуючим максимальним прохідним діаметром в експлуатаційній колоні НКТ і проблемами втомного зносу діаметр гнучких НКТ зазвичай обмежується діапазоном 31,7–38 мм. Це призводить до обмеження продуктивності закачування в свердловину рідин до 160–400 л / хв із застосуванням змащувальних добавок;

- При правильному оснащенні інжекторної головки трубами БДТ мінімальних діаметрів максимальний робочий тиск на вибої свердловини може становити 25 МПа. Для більш високих значень цього тиску потрібно застосування труб більшого діаметру, товстостінних і направляючого жолоба зі збільшеним радіусом;

- Для обмеження втомного зносу рекомендується, щоб максимальний робочий тиск закачування в свердловину не перевищував 35 МПа;

- Внаслідок втомного зносу, критичне навантаження змінання повинно бути обмежене 21-28 МПа;

- Виходячи з міцності матеріалу труб, рекомендована максимальна глибина спуску БДТ в свердловину становить приблизно 6000 м;

- При наявності H_2S або CO_2 необхідно вживати заходів до обмеження до мінімуму контакту труб з агресивним середовищем;

- Особливу увагу необхідно приділяти застосуванню інгібіторів корозії при кислотній обробці при температурах понад 95 °С;

1.4 Основні види ремонтних робіт, виконуваних за допомогою гнучких НКТ:

- Заміна робочої рідини при закачуванні або капітальному ремонті свердловини (з метою перфорації при депресії на пласт або при освоєнні свердловини);

- Роботи з освоєння свердловини (початок видобутку після закінчення або капітального ремонту свердловини);

- Очищення свердловини (видалення механічних відкладень зі стінок НКТ, розширення стовбура, видалення парафіну);
- Інтенсифікація свердловини (кислотна обробка, застосування спеціальних розчинників);
- Видалення піщаних пробок;
- Цементування (ремонтно-відновне цементування під тиском для ізоляції газоносних або водоносних горизонтів, установка цементних мостів при ліквідаційних роботах на свердловині);
- Використання гнучких НКТ при заканчуванні свердловини (колона НКТ зі збільшеною продуктивністю, газліфтова колона, експлуатаційна колона НКТ);
- Глушіння свердловини;

- Використання гнучких НКТ при каротажних і перфораційних роботах;
 - Використання гнучких НКТ при випробуванні свердловини за допомогою випробувача пластів на бурильних трубах з опорою на вибій (закачування буферної рідини освоєння та інтенсифікація свердловини та ін.);
 - Використання гнучких НКТ замість кабелю (жорстка вибійна компоновка, каротажні роботи, перфораційні роботи за допомогою перфораторів, що спускаються в похилу свердловину на гнучких НКТ);
 - Ловильні роботи;
 - Буріння.
- У табл. 1 наведені основні характеристики безмуфтових довгомірних труб.

Таблиця 1 – Основні характеристики безмуфтових довгомірних труб

Найменування параметру	Одиниця виміру	Мінімум	Максимум
Умовний діаметр труби *	мм	25	89
Товщина стінки	мм	2	5,2
Внутрішній тиск, при якому напруга в тілі труби досягає межі текучості	МПа	44,1	168,2
Напруга розтягування, при якому напруга в тілі труби досягає межі текучості	кН	160	350
Випробувальний тиск	МПа	35,3	103,4
Тиск зминання	МПа	17,4	147,7
Границя напруги при скручуванні	Нм	560	9600
Довжина труб на барабані	м	1600	6500

* Труби виготовляються в США і РФ.

1.5 Для підвищення ефективності процесу руйнування пробки використовують насадки на КГТ різних конструкцій. Всі вони базуються на гідромоніторному ефекті, а відрізняються кількістю отворів і напрямком витікання рідини. Втрати тиску на подібних насадках можуть досягати 17 МПа. Нами, з урахуванням вітчизняних металообробних можливостей, розроблена конструкція деяких потрібних при проведенні промивних операцій насадок для колтюбінгових труб.

На рис 2. показаний штуцер, необхідний для з'єднання між собою кінців БДТ і будь-якого необхідного для проведення тієї чи іншої операції інструменту. На кінці штуцера нарізана різь Ш 33 за ГОСТ 13877-96.

На рис. 3. показана розроблена нами муфта зі зрізними циліндричними гвинтами, яка необхідна в разі, коли в результаті прихвату технологічного інструменту необхідно від ньо-

го від'єднатися. Відключення забезпечують розраховані зрізні циліндричні гвинти.

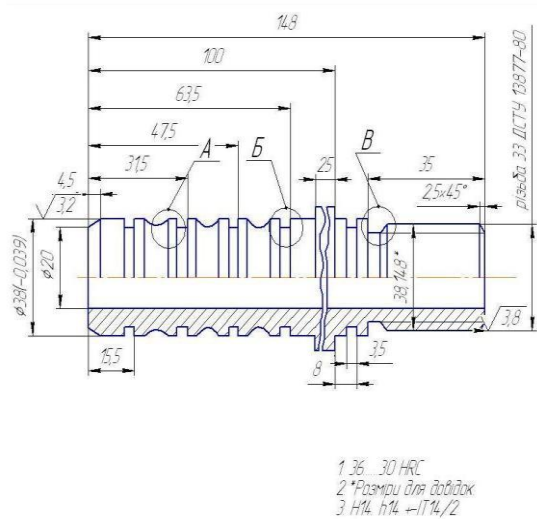


Рис. 2. Штуцер

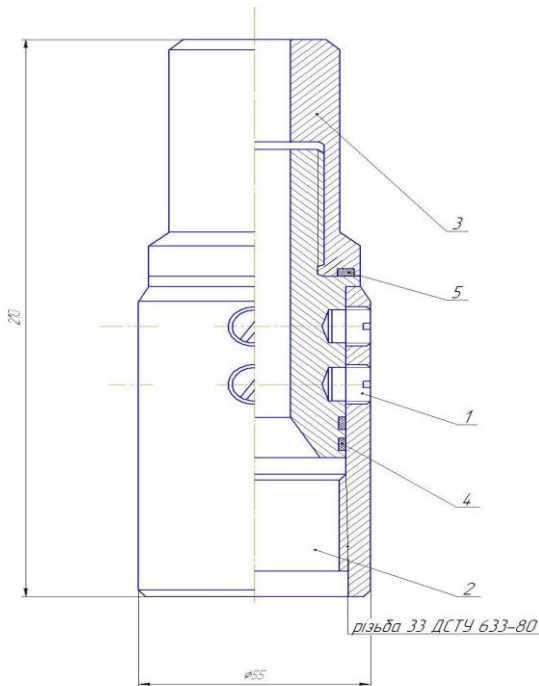


Рис. 3. Муфта зрізна:
 1 - зрісні гвинти; 2 - корпус різбовий;
 3 - перехідник; 4 - ущільнення; 5 - гумове ущільнення.

На рис. 4 показана насадка з чотирма промивальними отворами, яка дозволяє інтенсивно розмивати піщані і глинисті пробки.

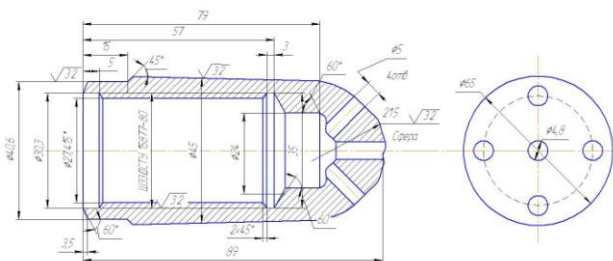


Рис. 4. Насадка з чотирма промивальними отворами.

На рис. 5 показана насадка, що обертається, яка має більш складну конструкцію і дозволяє більш рівномірно і динамічно розмивати різні за властивостями пробки.

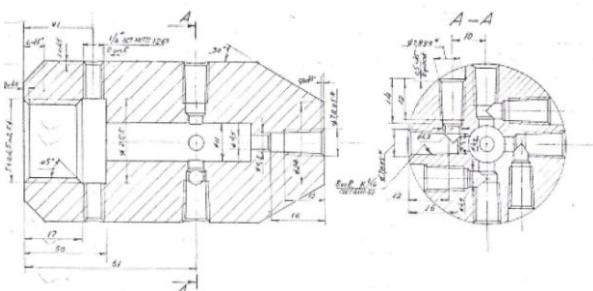


Рис. 5. Насадка, що обертається.

Нами використані метали, які за своїми якостями відповідають умовам свердловин. В основному це сталі 12Х18Н9Т і 40Х13.

Великою і складною проблемою при експлуатації БДТ є необхідність досить часто зварювання обірваних або обрізаних частин труби.

Як ми зазначили вище, труби мають малий діаметр і малу товщину стінки. Збільшення зовнішнього діаметра неможливо через те, що ланцюг інжектора виготовляють для захоплення розрахункового діаметра труби, а зменшення внутрішнього діаметру різко збільшує гідравлічні втрати тиску. Тому довелося врахувати десяті частки міліметра і спроектувати конструкцію і технології зварювання наведену нижче (рис. 6 і рис. 7).

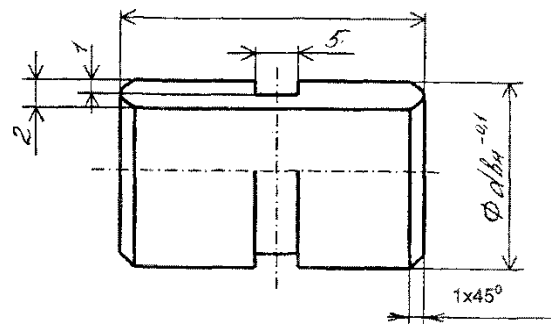


Рис. 6. Підкладне кільце.



Рис. 7. Схема зварного з'єднання на підкладному кільці.

В даному випадку нами рекомендовано застосування ручного дугового зварювання електродом, що плавиться. Це зварювання виконується постійним струмом. Використовуються електроди УОНИ 13/55 для труб марки 10ГМФ, В ОНИ 13/45 для труб марки сталі 10. Електроди повинні бути ретельно просушені.

Зварювання поперечного стику проводиться на підкладному кільці, яке вставляється в торець кінців. Кінці труб закріплюють в спеціальний пристрій для зварювання, так щоб поєднати профіль і поздовжні шви. Залишають зазор 3-5 мм по ширині проточки на кільці.

Зварювання виконують трьома швами. Спочатку зварюють торці з підкладним кільцем, після цього накладають середній (третій) шов. Після накладення кожного шва

виконують їх обробку під умови аргонно – дугового зварювання.

1.6 Технологія видалення щільних пробок в умовах аномально низького пластового тиску (АНПД).

У порожнині свердловини можливе утворення так званих щільних пробок, які утворюються в результаті осадження на вибої глинистого розчину, цементу, окалини з поверхні НКТ і обсадних труб, піску тощо. Руйнування подібних пробок за допомогою розмиву стру-

менем технологічної рідини малопродуктивні, а в ряді випадків і неможливі. Додаткові труднощі виникають при видаленні подібних пробок у свердловинах з аномально низьким тиском пластів, при проведенні робіт в яких відбувається кольматація пор продуктивного пласта і різке зниження дебіту при подальшій експлуатації. Рішення всіх цих проблем може бути забезпечено за допомогою колтубінгових технологій (рис. 8).

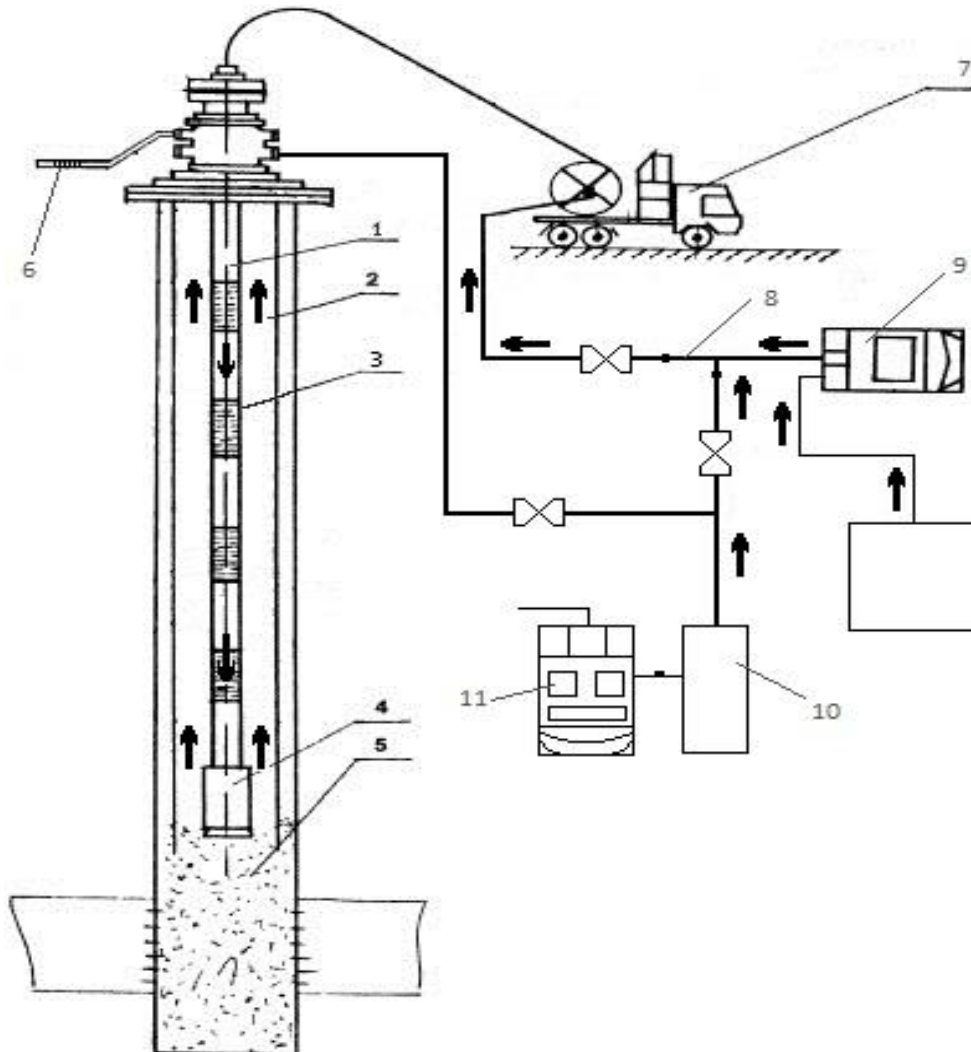


Рис. 8. Схема об'язки гирла свердловини при промиванні піщано-глинистих пробок:
1 – газ; 2 – піна; 3 – газ; 4 – гідродударний пристрій; 5 – піщано–глиниста пробка; 6 – факельна лінія; 7 – колтубінгова установка; 8 – трійник; 9 – насосний агрегат; 10 – сепаратор; 11 – бустерна установка.

Як технологічна рідина використовується двофазна суміш газу і води. Джерелом газу може бути природний газ з найближчою свердловини, з азотного агрегату або генератора інертного газу з використанням вихлопу двигунів внутрішнього згорання. Технологічна рідина із заданим співвідношенням

компонентів закачується бустерною установкою, на вхід якої надходить газ і рідина.

Застосування двофазної технологічної рідини дозволяє зменшити гідростатичний тиск на продуктивний пласт і виключити проникнення в нього частинок видаленої пробки. Для руйнування щільної пробки в свердловину

на колтюбинговій трубі спускається гідроударний пристрій або вибійний двигун.

При використанні гідроударного пристрою потік технологічної рідини забезпечує зворотньо-поступальний рух коронки, механічно впливає на матеріал, що становить пробку. У поєднанні з дією струменя технологічної рідини гідромонітора, що виходить з гідроударного пристрою, інтенсифікується механічне пошкодження і забезпечується ефективне видалення окремого матеріалу пробки. Висока продуктивність пристрою обумовлена і тим, що подача струменя технологічної рідини відбувається в імпульсному режимі.

При використанні вибійного двигуна перевага надається гвинтовим гідромашинам. Вони добре працюють на рідинах, що містять вільний газ, мають малі радіальні габарити. При їх використанні руйнування пробки забезпечується за допомогою спеціального лопаткового долота, а винесення матеріалу пробки - потоком відпрацьованої технологічної рідини, що виходить із гідродвигуна.

Слід зазначити, що застосування колтюбінгових технологій слід ретельно планувати за часом. Необхідно використання цієї технології здійснювати інтенсивно, оскільки в порівнянні з традиційною технологією для ка-

премонту, окупність колтюбінгових установок і економічна ефективність їх роботи, при дуже великій вартості обладнання та реагентів безпосередньо залежать від продуктивного часу.

Література

1. В. П. Червінський, В. Г. Філь, А. В. Яковлев. Перший досвід застосування колтюбінгової техніки в Україні // Нафтова і газова промисловість. – 2004. – № 3. – С. 23–25.
2. Молчанов А. Г. Подземный ремонт и бурение скважин с применением гибких труб / А. Г. Молчанов, С. М. Вайнштейн, В. И. Некрасов, В. И. Чернобровкин. – М. : Академия горных наук, 2000. – 145 с.
3. Червінський В. П. Основи ремонту нафтогазового обладнання/ В. П. Червінський. – Х. : НТУ «ХПИ», 2010. – 291 с.
4. Ценципер А. И. Основы эксплуатации и ремонта нефтегазовых скважин/ А. И. Ценципер. – Х. : НТУ «ХПИ», 2016. – 443 с.
5. Буховенко Є. І. Нафтопромислове обладнання/ Є. І. Буховенко. – М. : Надра, 1996. – 420 с.
6. Костриба І. В. Основи конструювання нафтогазового обладнання/ І. В. Костриба. – К. : Наук. думка, 2007. – 193 с.

В статье приведены сведения о конструкции колтюбинговых установок разных производителей, которые применяются при капитальном ремонте скважин. Показана типовая схема наземной колтюбинговой установки и наиболее сложные и ответственные узлы и механизмы, входящие в её состав. Приведены основные особенности применения, а также преимущества применяемых технологий с использованием безмуфтовых длинномерных труб. Основных видов ремонтных работ, выполняемых с помощью колтюбинговых установок насчитывается более десяти. Показана разработанная авторами технология удаления плотных песчано-глинистых пробок с аномально низким пластовым давлением (АНПД). Оговорены особенности повышения экономической эффективности при использовании колтюбинговых установок.

Ключевые слова: колтюбинговые установки, безмуфтовые длинномерные трубы, скважины, капитальный ремонт, гидромашинны, насосно-компрессорные трубы.

Відомості про авторів:

Червінський Володимир Петрович, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри видобутку нафти, газу і конденсату; тел.: (050) 634–10–22; e-mail: chervinpench@ukr.net.

Мельник Роман Юрійович, студент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»; тел.: (050) 650–84–16; e-mail: iramon47@mail.ru.

Аширов Байрамгельди студент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»; тел.: (093) 007–78–97.