

**Б. О. Волошинівський**, директор ТОВ “Карбон”,

bogdan.voloshynivskiy@carbon-ua.com, <https://orcid.org/0000-0001-8985-7067>,

**М. М. Рой**, канд. техн. наук, доцент кафедри нафтогазової інженерії та технології  
(Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка),

ongp1@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-0415-3819>,

**В. Г. Ластовка**, заступник директора з впровадження нової техніки  
та випробування свердловин ТОВ “Карбон”,

lastovka\_55@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-9738-6573>

## СУЧАСНІ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ МОЖЛИВОСТІ ЦЕМЕНТУВАННЯ СВЕРДЛОВИН

*Запропоновано сучасні вітчизняні техніко-технологічні підходи до робіт із цементування свердловин, які вирізняються простотою, надійністю та безпекою їхнього застосування. Крім того, запропоновані технічні засоби зручні й доступні в плані їхнього технологічного виготовлення та ефективні в технологічному використанні.*

**Ключові слова:** цементування свердловин, секційне кріплення, підвіски обсадних колон, цементувальні головки.

**Вступ.** Актуальне для кожної держави завдання – максимальна енергетична самостійність і незалежність. На сьогодні Україна цього потребує чи не найбільше з-поміж інших країн. Останніми роками в цьому сенсі вдалося досягти певного прогресу, але цього замало, щоб стати самодостатніми на внутрішньому ринку. Якщо ж зважити на те, що Україна має відродити власну потужну промислову базу, то потреба в енергоносіях, без сумніву, зростатиме.

**Актуальність роботи.** У такому контексті досягнення високих темпів добування нафти й газу зумовлюється не лише швидкістю та обсягом бурових робіт, але й тим, наскільки ефективними будуть роботи з кріплення свердловин у процесі їхнього буріння та дослідження свердловин під час як буріння, так і експлуатації.

Оскільки на малих і середніх глибинах запаси газу й нафти можна вважати добре

розвіданими, то головний обсяг розвідувальних робіт найближчим часом буде зосереджено на великих глибинах, причому така тенденція переважатиме і в майбутньому.

Зі збільшенням глибини буріння, зрозуміло, зростає і складність виконуваних робіт, а також пов'язані із цим витрати часу й коштів на їхнє проведення. Зумовлено це неабиякою мірою відсутністю потрібного високоефективного обладнання та застосуванням малоефективних технологічних підходів. З огляду на це підвищення ефективності робіт у процесі буріння глибоких пошуково-розвідувальних свердловин є перспективним, актуальним та економічно виправданим.

Водночас, попри перспективу збільшення обсягу глибокого буріння, основний обсяг робіт виконують усе ж таки у свердловинах, обсаджених колонами. Тому якісне розв'язання завдань із це-

ментування свердловин у складних геолого-технологічних умовах та в умовах похило спрямованого буріння набуває особливого значення.

У зв'язку із цим заслуговують на увагу вдосконалені технічні засоби, пов'язані з вирішенням завдань якісного проведення такого різновиду робіт, як кріплення свердловин обсадними колонами під час їхнього спорудження.

**Викладення основного матеріалу.** Великої уваги надано секційному кріпленню свердловин, суть якого полягає в опусканні й цементуванні нижньої частини колони на бурильних трубах з наступним її нарощуванням до устя свердловини. Його застосовують під час буріння глибоких і надглибоких розвідувальних та експлуатаційних свердловин у разі, коли загальна маса колони, яку спускають у свердловину, перевищує вантажопідймальність бурового устаткування або міцність нарізних з'єднань обсадних труб, а також унаслідок знесення верхньої частини колони й розкриття нестійких відкладів, що зазнали зсуву та осипання. Застосування секційного кріплення свердловин дає змогу скоротити час на заміну бурильних труб і переобладнання устя свердловини, зменшити витрату тампонажних матеріалів і обсадних труб [1, 2].

Найскладніше в цьому процесі дотримуватися всіх вимог галузевих нормативних документів, що регламентують проведення операцій із цементування секцій без розвантаження, навіть часткового, на вибій свердловини або на попередню секцію; цементування їх в зістикованому положенні, особливо у відкритому стовбурі, за умови натягу секцій до устя свердловини зі збереженням герметичності стикування. Через це застосуванню високогерметичних пристроїв під час кріплення свердловин обсадними колонами надають неабиякого значення [3, 4].

Над розробленням, виготовленням і впровадженням у виробництво обладнання для секційного кріплення свердловин обсадними колонами впродовж тривалого часу працює ТОВ “Карбон”.

На сьогодні ТОВ “Карбон” виготовляє: технологічне оснащення для секційного кріплення свердловин, пристрої двоступеневого цементування, підвіски обсадних колон, цементувальні головки, обладнання для цементування обсадних колон великого діаметра через бурильні труби, а також обладнання для капітального ремонту свердловин.

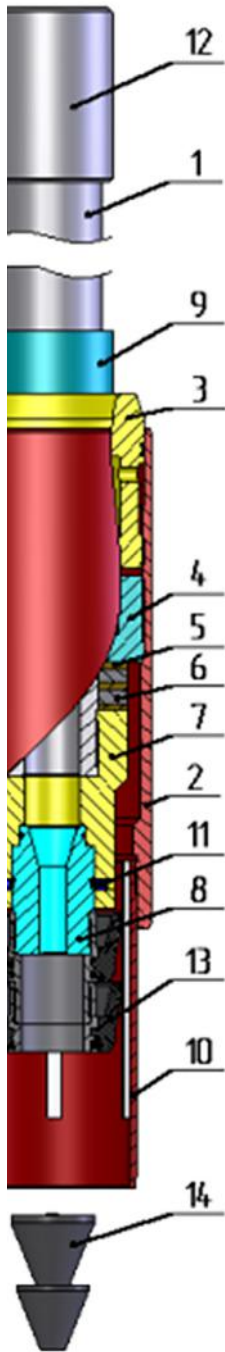
Однією з останніх розробок, яка, без сумніву, варта уваги виробничників, є комплект технологічного оснащення, призначений для секційного спуску та кріплення нафтових і газових свердловин технічними колонами діаметром 245, 178 мм із двоступеневим цементуванням першої секції, що застосовують у разі наявності зон поглинання в пластах і виникнення надмірних гідростатичних тисків під час цементування.

До комплекту технологічного оснащення входять: обертова підвіска (ОП); вузол активування та аварійного відкриття промивальних отворів пристрою двоступеневого цементування (ВАП); пристрій двоступеневого цементування гідравлічний (ПДЦГ); муфта “Стоп”; підвіска гідравлічна безпакерна (ПКГБ); пакер колонний гідравлічний (ПКГ); пристрій для стикування секцій ПС; муфта цементувальна гідравлічна (МЦ).

ОП призначена для спуску та цементування 1-ї секції обсадної колони з можливістю її двоступеневого цементування.

ОП складається з корпусу 2 з лівою різью. До нижньої частини корпусу 2 за допомогою трубної різі приєднується перехідник 10. Стовбур 1 підвіски оснащений вінцем 4, кільцями 5 і 6, обіймою 7, втулкою замковою 3, стаканом 8 зі зрізними штифтами 11, які фіксують верхню продавлювальну пробку 13. У разі потреби стовбур 1 і перехідник 10 через обійму 7 фіксують від розвороту по лівій різі шпонками (рис. 1).

Наступним елементом комплекту технологічного оснащення є ВАП (рис. 2), призначений для активування ПДЦГ.

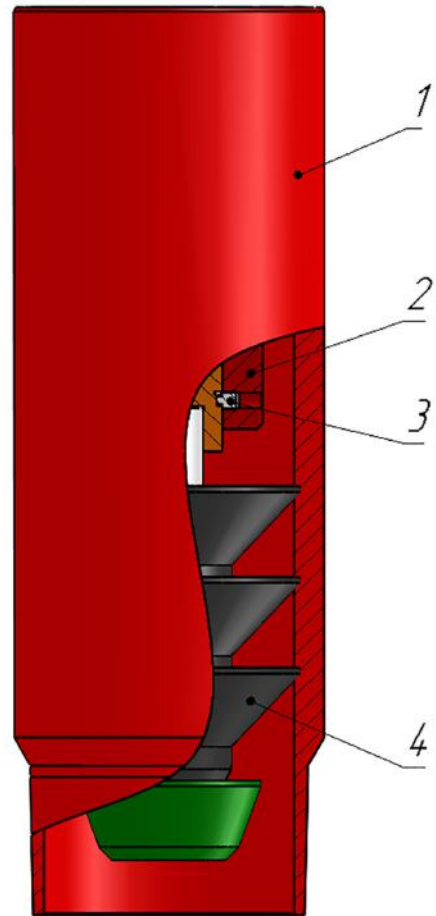


**Рис. 1. Обертгова підвіска**

1 – стовбур; 2 – корпус; 3 – втулка замкова;  
4 – вінець; 5, 6 – кільце; 7 – обойма; 8 – стакан;  
9 – кільце стопорне; 10 – перехідник; 11 – штифт  
зрізний; 12 – перехідник замковий; 13 – пробка  
підвісна верхня продавлювальна; 14 – пробка  
парашутна друга

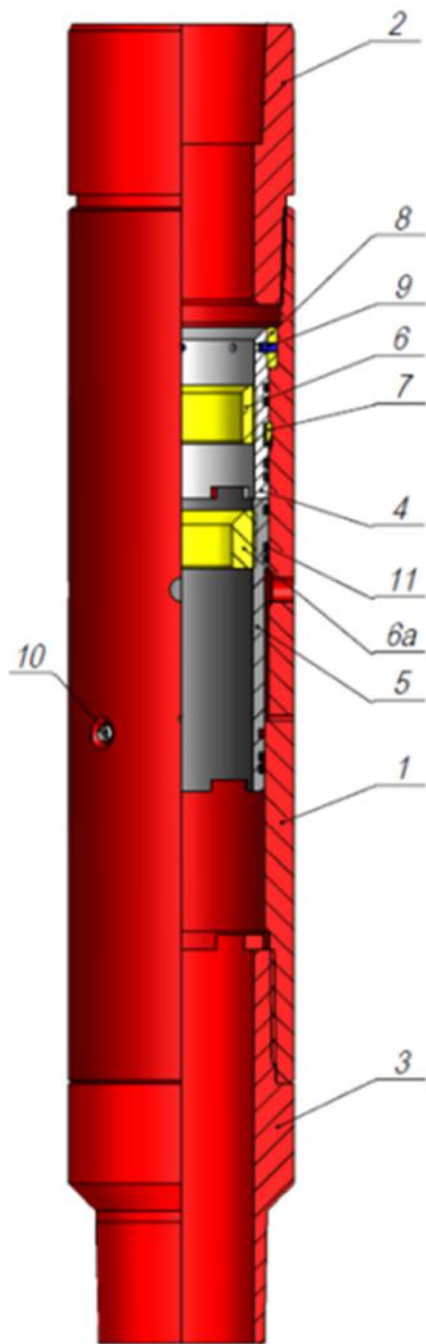
ВАП складається з корпусу 1, який за допомогою трубної різі з'єднується з перехідником 8 ОП. У внутрішній частині корпусу 1 розміщена скідна пробка 2 й підвішена нижня продавлювальна пробка 4.

Важливим елементом комплекту є також ПДЦГ (рис. 3). Цей пристрій призначений для спуску обсадних колон однією секцією, з наступним якісним двоступеневим цементуванням їх для запобігання поглинанню тампонажного розчину й забезпечення підняття його на задану висоту за обсадною колоною.



**Рис. 2. Вузол активування та аварійного відкриття промивальних отворів**

1 – корпус; 2 – скідна пробка; 3 – штифт зрізний; 4 – пробка нижня продавлювальна



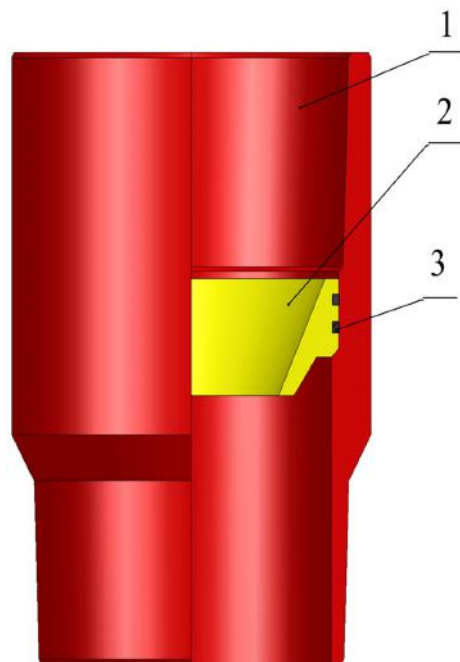
**Рис. 3. Пристрій двоступеневого цементування**

1 – корпус; 2, 3 – перехідники верхній і нижній; 4 – втулка верхня; 5 – втулка нижня диференціальна; 6, 6а – сідла чавунні розбурювані; 7 – кільце стопорне; 8 – втулка; 9, 10 – штифт зрізний; 11 – елемент ущільнювальний

ПДЦГ складається з корпусу 1, на який накручено верхній і нижній перехідники 2 і 3. Промивальні (цементувальні) отвори в корпусі закриті диференціальною втулкою 5, вище якої розміщена втулка 4 з вмонтованими чавунними сідлами 6 і 6а.

Втулка нижня 5 і верхня 4 герметизовані стосовно корпусу 1 ущільнювальними елементами 11. Перехідник 3 і втулки 4 і 5 на своїх торцевих поверхнях обладнані кулачками для унеможливлення їхнього прокручування під час розбурювання сідла 6, а також у процесі буріння свердловини. У виточці верхньої втулки 4 вмонтоване пружинне стопорне кільце 7.

Муфта “Стоп” (рис. 4) призначена для зупинення комплекту технологічного оснащення під час садіння нижньої розділювальної пробки в сідло 2 (рис. 2) в процесі цементування нижньої секції обсадної колони. Їх розміщують безпосередньо над зворотним клапаном або в нижній частині обсадної колони на розрахункову величину встановлення цементного стакана.



**Рис. 4. Муфта “Стоп”**

1 – корпус; 2 – сідло; 3 – елементи ущільнювальні

Стисло окреслимо принцип її роботи. Після спуску секції обсадної колони свердловину промивають і закачують у неї тампонажний розчин першого ступеня. Відтак із цементувальної головки запускають першу парашутну пробку 19 (рис. 1), яка після прокачування продавлювальної рідини, об'єм якої дорівнює об'єму бурильних труб, стикується з підвішеною у ВАП нижньою продавлювальною пробкою 18, і в зістикованому стані вони продавлюються до муфти "Стоп". Унаслідок створення додаткового тиску відкриваються промивальні отвори ПДЦГ для змивання надлишків тампонажного розчину першого ступеня.

Муфта "Стоп" складається з корпусу 1, в який вмонтоване сідло 2 з ущільнювальними елементами 3, що герметизують сідло 2 в корпусі 1.

У разі блокування промивальних отворів ПДЦГ унаслідок перепаду тиску за допомогою кулі здійснюють аварійне відкриття отворів останнього.

Після очікування твердіння цементу (ОТЦ) потрібно провести цементування другого ступеня першої секції обсадної колони в такому порядку:

- закачати тампонажний розчин;

- запустити із цементувальної головки другу парашутну пробку 14 (рис. 1), яка після прокачування продавлювальної рідини, об'єм якої дорівнює об'єму бурильних труб, стикується з підвішеною в ОП продавлювальною пробкою 13, і в зістикованому стані вони продавлюються до сідла 6 верхньої втулки 4 ПДЦГ;

- з підвищенням тиску на 4–6 МПа відбудеться зрізання штифтів 9, унаслідок чого втулка 4 переміститься в крайнє нижнє положення, загерметизувавши пристрій.

Після зняття тиску в трубах, обертаючи бурильні труби, відкривають промивальні вікна в ОП, щоб змити надлишки цементного розчину з "голови" секції обсадної колони. Коли термін ОТЦ минув, бурильний інструмент від'єднують від обсадних труб.

Надалі цементування верхньої секції обсадної колони здійснюють з використанням пристрою стикувального (ПС) та муфти цементувальної (МЦ).

ПС призначений для герметичного з'єднання секцій обсадних колон з наступним натягненням їх до та після цементування до початку ОТЦ для компенсації температурних розширень колони й забезпечення її прямолінійності.

Пристрій є універсальним, оскільки забезпечує герметичність стикувального вузла як під час натягнення, так і розвантаження. Конструктивне виготовлення пристрою дає змогу від'єднатись, якщо відбулося випадкове передчасне з'єднання.

ПС містить у собі стовбур 1 (рис. 5), оснащений цангою 2, яка має нарізну ліву різь, аналогічну профілю в корпусі ОП, пакером 6, черевиком 7 і зворотним клапаном 12. Корпус закритий захисним кожухом 4 зі зрізними штифтами 10 для запобігання пошкодженню пакерного елемента й ущільнювальних кілець, а також цанги під час спуску у свердловину.

Під час з'єднання секцій кожух 4 впирається в корпус ОП, відбувається зрізування штифтів 10, стовбур 1 стикування входить у лійку ОП. Цанга 2 зчеплюється з лівою упорною різью. Натягненням фіксується цанга 2 й стискується пакер 6, забезпечивши герметичність стикування. Якщо з'єднання з якихось причин не відбулося, стикування виконують розвантаженням.

МЦ (рис. 6) використовують для цементування другої секції 245 мм колони в з'єднаному стані.

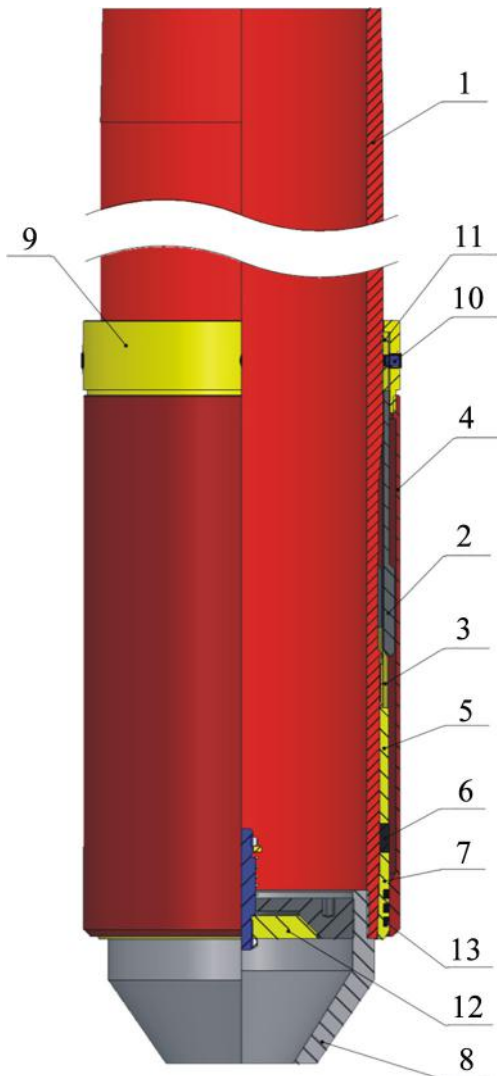
МЦ для технічних колон має таку конструкцію. У корпусі 1 на штифтах 3 вмонтована втулка 4 з ущільнювальними кільцями 8 (рис. 6). У нижній частині втулки є отвори, суміщені з отворами в корпусі. Зовні корпуса для закриття в ньому отворів напресоване запірне кільце 7. Щоб зафіксувати втулку в закритому стані, у корпус вмонтовано фіксувальне пружинне кільце 5. Для запобігання прокручуванню втулки під час розбурювання

цементного стакана, а також під час буріння свердловини встановлено упори 6. У верхній частині, безпосередньо на втулку, посаджено сідло 2.

Працює муфта в такий спосіб. Після закачування цементного розчину в колону та пуску продавлювальної пробки процес продавлювання триває до садіння

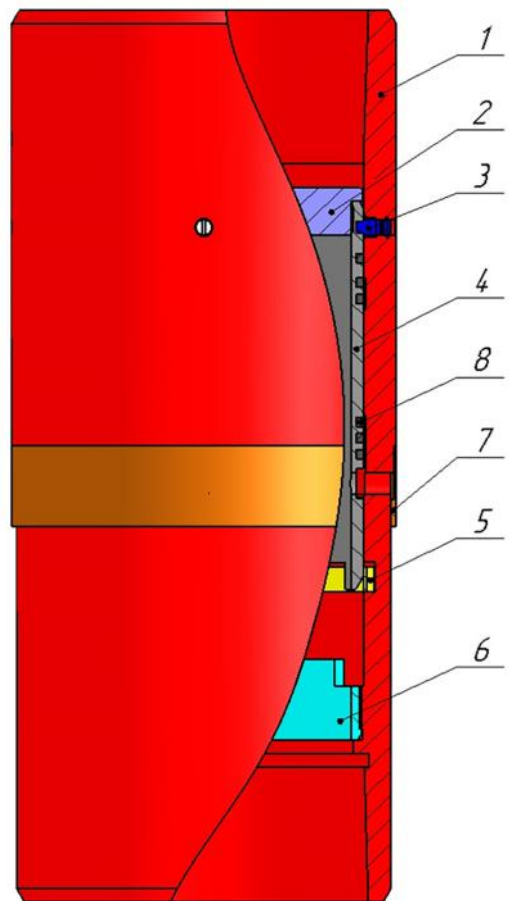
продавлювальної пробки на сідло 2. У разі підвищення тиску на 6–8 МПа штифти 3 зрізуються. Водночас втулка 4 переміщується вниз до садіння своїми пазами на упори 6, унаслідок чого отвори корпусу герметично перекриваються.

МЦ накручують безпосередньо на стовбур ПС, коли обсадні труби опускають у свердловину. Під час спуску треба доливати колону, позаяк отвори в корпусі 1 ізольовані запірним кільцем 7. Після стикування секцій кільце 7 від перепаду тиску розривається й подальше промивання й цементування секції відбувається



**Рис. 5. Пристрій ПС**

1 – стовбур; 2 – цанга; 3 – гайка корончаста; 4 – кожух; 5 – кільце розпірне; 6 – пакер; 7 – черевик; 8 – напрямок черевичний; 9 – гайка кожуха; 10 – штифт зрізний; 11 – гайка; 12 – клапан зворотний; 13 – кільце ущільнювальне



**Рис. 6. Муфта цементувальна для технічних колон**

1 – корпус; 2 – сідло; 3 – штифт зрізний; 4 – втулка; 5 – кільце пружинне; 6 – упор; 7 – кільце запірне; 8 – кільце ущільнювальне

через отвори в корпусі МЦ. З одержанням сигналу “Стоп” і закриттям отворів муфти тиск у системі знижують до нуля. Відсутність перетоку є маркером її герметичності.

**Висновки.** Оскільки наука і практика дають найліпший результат під час спроби оптимізувати вирішення того чи іншого технічного завдання, то саме їхнє поєднання допоможе раціонально розв’язувати проблеми геологорозвідувального виробництва. У цьому сенсі перевагу треба віддавати саме вітчизняним розробникам, оскільки їхні винаходи мають високий рівень якості, виготовлені на рівні патентів України та мають конкурентоспроможну вартість. Високу якість вітчизняних розробок засвідчує і той факт, що їх замовляють і купують також іноземні фірми.

Створення вищерепрезентованого комплекту технологічного оснащення з технологічного, конструктивного й економічного погляду є переконливим прикладом раціонального вирішення завдання зі створення високотехнологічного обладнання, призначеного для успішного проведення цементувальних операцій у свердловинах.

Аналіз розробок ТОВ “Карбон” та їхнього використання в промисловій практиці, зокрема й на об’єктах “Укргазвидобування”, підтверджує, що виготовлене

обладнання є досить надійним. Це стало можливим також тому, що компанія працює за замкненим циклом – від розроблення конструкції до впровадження її у виробництво, оскільки має всі необхідні для цього виробничі потужності.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Мала гірнича енциклопедія. Т. 3/За ред. В. С. Білецького. – Донецьк: Східний видавничий дім, 2004–2013.
2. *Воздвиженский Б. И.* Разведочное бурение/Б. И. Воздвиженский, О. Н. Голубинцев, А. А. Новожилов. – М.: Недра, 1979. – 510 с.
3. *Советов Г. А.* Основы бурения и горного дела/Г. А. Советов, Н. И. Жабин. – М.: Недра, 1991. – 368 с.
4. *Йогансен К. В.* Спутник буровика. – М.: Недра, 1990. – 303 с.

#### REFERENCES

1. *Small Mountain encyclopedia. Vol. 3/ Aft. ed. V. S. Biletskyi.* – Donetsk: Skhidnyi Vydavnychiy dim, 2004–2013. (In Ukrainian).
2. *Vozdvizhenskij B. I., Golubincev O. N., Novozhilov A. A.* Reconnaissance drilling. – Moskva: Nedra, 1979. – 510 p. (In Russian).
3. *Sovetov G. A., Zhabin N. I.* Bases of the drilling and mining practice. – Moskva: Nedra, 1991. – 368 p. (In Russian).
4. *Jogansen K. V.* Sputnik of borer. – Moskva: Nedra, 1990. – 303 p. (In Russian).

Рукопис отримано 11.07.2019.

**Б. О. Волошиновский**, ТОВ “Карбон”, bogdan.voloshynivskiy@carbon-ua.com, <https://orcid.org/0000-0001-8985-7067>,

**Н. Н. Рой**, Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка, ongp1@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-0415-3819>,

**В. Г. Ластовка**, ТОВ “Карбон”, lastovka\_55@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-9738-6573>  
**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ СКВАЖИН**

*Предложены современные отечественные технико-технологические подходы к работам по цементированию скважин, отличающиеся простотой, надежностью и безопасностью при их применении. Кроме того, предложенные технические средства удобны и доступны в плане их технологического изготовления и эффективны в технологическом применении.*

**Ключевые слова:** цементирование скважин, секционное крепление, подвески обсадных колонн, цементирующие головки.

**B. O. Voloshynivskiy**, TOV “Karbon”, bogdan.voloshynivskiy@carbon-ua.com, <https://orcid.org/0000-0001-8985-7067>,

**M. M. Roy, Yu. Kondratiuk** national technical university of Poltava, ongp1@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-0415-3819>,

**V. H. Lastovka**, TOV “Karbon”, lastovka\_55@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-9738-6573>

## **MODERN TECHNICAL-TECHNOLOGY POSSIBILITIES OF WELLS CEMENTATION**

*For power independence and safety of the country it is necessary to provide the high rates of work of oil and gas. It is predetermined not only speed and by volume of executable drilling works. It depends largely on efficiency of work from wells fastening in the process of their drilling and research.*

*On small and middle depths the supplies of gas and oil can be considered well found out. Therefore the accent of reconnaissance works will touch no-bottoms in the near time. Such tendency will prevail in the nearest years.*

*With the increase of depth the drilling clearly grows complication of works. Thus the charges of time and money grow on their lead through. Predefined it largely by absence of necessary high-efficiency equipment and application of ineffective technological approaches. Therefore increase of works efficiency in the drilling process of the of deep searching-reconnaissance wells is perspective, actual and economic justified.*

*Thus the basic works volume behaves however in wells, planted around columns. Therefore high-quality decision of tasks from wells cementation in difficult geology-technical terms and in the conditions of the drilling aslope directed take on the special significance and attention.*

*In this connection deserve attention the related to it is improved hardwares. Important is a decision of tasks of high-quality lead through of wells fastening by casing columns at their building.*

*The special attention is spared the sectional wells fastening. Essence of him consists in lowering and cementation of column underbody on drilling pipes with its next increase to the mouth of well. He is applied at the drilling of deep and super-deep reconnaissance and operating wells in the cases of exceeding of column of carrying capacity of drilling equipment general mass. And also at the wear of overhead part of column opening of unsteady deposits which was added a change and hold-out. Application of the sectional wells fastening allows to shorten time on replacement of drilling pipes and re-equipment well head. It will allow also to decrease the expense of plugging material and casing pipes.*

*That application of high-air-tight devices at wells fastening casing columns are spare a large value.*

*The modern domestic are offered technical-technology going near the lead through of works from wells cementation, which differ simplicity, reliability and safety, at their application. Hardwares are in addition, offered comfortable and accessible in a plan them technological making and effective in the technological use.*

*In same queue the uses of modern devices for wells cementation can become the factors of technologies optimization.*

**Keywords:** wells cementation, sectional fastening, pendants of casing columns, cement casing head.