

ПРИЧИНИ НЕЯКІСНОГО КРІПЛЕННЯ ПОХИЛО-СКЕРОВАНИХ СВЕРДЛОВИН БУ «УКРБУРГАЗ» ТА ШЛЯХИ З ЇХ ПОПЕРЕДЖЕННЯ

І. М. Ковбасюк*, О. Б. Марцинків, Б. О. Марцинків

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342) 727137,
e-mail: kimbur67@gmail.com, marsoleg@ukr.net, abebodyuu@icloud.com

Проведено аналіз сучасних досліджень та промислового матеріалу з проблем кріплення похило-скерованих свердловин, які мали місце на бурових підприємствах БУ «Укрбургаз». Зокрема, розглянуто ускладнення з обсадними колонами, які мали місце за останні роки під час кріплення похило-скерованих свердловин на цих підприємствах, дані про недопуск обсадних колон до проектної глибини, короткий опис робіт з відновлення якості кріплення свердловин. Визначено головні причини ускладнень, пошкоджень і аварій при кріпленні свердловин. Встановлено, що пошкодження колон мали місце, як правило, в місцях інтенсивного викривлення ствола свердловини. Систематизовано причини неякісного кріплення похило-скерованих свердловин з урахуванням результатів нових теоретичних, експериментальних і промислових досліджень. Запропоновано випадки неякісного кріплення свердловин колонами поділити на дві основні групи: 1) пошкодження колон, 2) недопуск обсадних колон та неякісне стиккування секцій. До кожної із цих груп віднесені відповідні види неякісного кріплення. Головною причиною неякісного кріплення похило-скерованих свердловин слід вважати пошкодження, що обумовлені невірними розрахунками колон на міцність, зношуванням обсадних колон, порушеннями технологій кріплення свердловин і гірничо-геологічними причинами. Недопуски обсадних колон до проектної глибини та неякісне стиккування секцій є вторинними, які виникають через низьку прохідність ствола, неточне визначення глибини свердловини, гірничо-геологічні умови та ін. Розроблені заходи для запобігання виникнення ускладнень, пошкоджень, аварій при кріпленні свердловин: роботи із формування необхідного профілю ствола свердловини, дотримання проектних параметрів бурової промивальної рідини, дотримання вимог стандартів бурових підприємств під час проведення підготовчих робіт, спуску, цементуванні та заключних робіт із кріплення свердловини.

Ключові слова: профіль ствола; обсадна колона; кріплення свердловини; ускладнення, пошкодження та аварії; недопуск колон.

Проведен анализ современных исследований и промышленного материала по проблемам крепления наклонно-направленных скважин, возникшим на буровых предприятиях БУ «Укрбургаз». В частности рассмотрены осложнения с обсадными колоннами, которые случались в последнее время при креплении наклонно-направленных скважин на этих предприятиях, данные о недопуске обсадных колонн до проектной глубины, краткое описание работ с возобновления качества крепления скважин. Определены основные причины осложнений, повреждений и аварий при креплении скважин. Установлено, что повреждения колонн имели место, как правило, в местах интенсивного искривления ствола скважины. Систематизированы причины некачественного крепления наклонно-направленных скважин с учетом результатов новых теоретических, экспериментальных и промышленных исследований. Предлагается случаи некачественного крепления скважин колоннами разделить на две основные группы: 1) повреждение колонн, 2) недопуск обсадных колонн и некачественная стыковка секций. К каждой из этих групп отнесены соответственно виды некачественного крепления. Главной причиной некачественного крепления наклонно-направленных скважин следует считать повреждения, которые обусловлены неправильными расчетами обсадных колонн на прочность, износом обсадных колонн, нарушением технологий крепления скважин и горно-геологическими причинами. Недопуски обсадных колонн до проектной глубины и некачественная стыковка секций являются второстепенными причинами, которые возникают из-за низкой проходимости ствола, неточности определения глубины скважины, из-за горно-геологических условий и т.д. Разработаны мероприятия для предупреждения осложнений, повреждений, аварий при креплении скважин: работы по формированию необходимого профиля ствола скважины, поддержанию проектных параметров буровой промывочной жидкости, поддержанию требований стандартов буровых предприятий при проведении подготовительных работ, спуске, цементирования и проведении заключительных работ по креплению скважины.

Ключевые слова: профиль ствола; обсадная колонна; крепление скважины; осложнение, повреждения и аварии; недопуск колонн.

The analysis of modern studies and field data relating to directional wells casing at the enterprises of "Ukrburgas" drilling company has been carried out in the article. In particular, complications with casing strings, which happened when casing directional wells at these enterprises, data on the non-admission of casing strings to the total depth, a brief description of works aimed at restoring the quality of well casing, are considered. Main reasons of complications, damages and failures during well casing process have been determined. It has been found out that casing string failures mostly happened in the areas of intensive wellbore deviation. The reasons of directional wells poor quality casing taking into account the results of new theoretical, experimental and field research have been systemized. Cases of wells poor quality casing are supposed to be divided into two groups: 1) casing strings damage, 2) non-admission of casing strings to the total depth and violation of string integrity. Each of the groups is classified in accordance with the types of poor casing. The main reason of directional wells poor quality casing are failures caused by wrong casing strength calculations, violation of casing well technology, casing strings wear, mining and geological conditions. The non-admission of the columns to the total depth and poor-quality joining of sections are minor, which arise due to the low passability of the well, inaccurate determination of the depth of the well, geological conditions, etc. Measures to prevent complications, damages and accidents during well casing, in particular, work on forming the necessary wellbore profile, maintaining the design parameters of drilling fluid, and compliance with the requirements of enterprise standards during preparation works, lowering, cementing and final casing works have been worked out.

Keywords: wellbore profile; casing string; well casing; complication, damage and failures; non-admission of strings.

Вступ. Вітчизняна та зарубіжна практика спорудження свердловин поставила перед фахівцями багато важливих проблем, до яких належить також забезпечення необхідного рівня надійності їхнього кріплення. Від цього показника залежить довговічність свердловини, тривалість її експлуатації та міжремонтних періодів, забезпечення вимог охорони надр та довкілля.

Аналіз статистичних даних по бурових підприємствах БУ «Укрбургаз» свідчить, що при кріпленні свердловин мали місце ускладнення і аварії, на усунення яких було витрачено близько 10÷12% від загального часу на ліквідацію ускладнень і аварій. Частка цих витрат збільшується в зв'язку з зростанням обсягів буріння похило-скерованих свердловин.

Дуже часто ремонтно-відновлювальні роботи не дають необхідних позитивних результатів, і закінчені свердловини (в тому числі і ті, які знаходяться в експлуатації) доводиться ліквідувати. Це призводить не лише до великих матеріальних втрат, а й до порушення режимів відбору пластових флюїдів, зменшення коефіцієнтів флюїдовилучення, забруднення довкілля тощо.

Аналіз сучасних вітчизняних і закордонних досліджень і публікацій. Факторів, що спричиняють неякісне кріплення похило-скерованих свердловин, є досить багато, тому виникає потреба в їх систематизації.

В роботі [1] розроблено класифікацію пошкоджень обсадних колон на основі вивчення фактичного матеріалу по свердловинах Північного Кавказу. Було систематизовано основні види і причини пошкоджень обсадних колон. На думку авторів, головними видами пошкоджень обсадних колон потрібно вважати

зім'яття, розрив, зношування та втрату герметичності різьбових з'єднань.

Однак необхідно зауважити, що зношування колон не слід вважати видом пошкодження, але однією з причин пошкоджень колон. Крім цього, в роботі подано не всі основні причини пошкоджень обсадних колон.

Класифікація пошкоджень труб, розроблена в роботі [2], обмежена тільки зміною форми поперечного перерізу обсадної труби і наявністю мікротріщин на її внутрішній поверхні.

Автором [3] запропонована схема класифікації пошкоджень обсадних колон на основі вивчення промислового матеріалу. За цією класифікацією виділяють три групи причин пошкоджень труб, а саме: дефекти металургійного виробництва; дефекти, які виникли під час перевезення і зберігання труб; дефекти, які утворилися в процесі експлуатації свердловин.

Однак, дана класифікація лише встановлює джерело виникнення дефектів і не дає змоги систематизувати основні види і причини пошкоджень обсадних колон.

В [4] запропоновано класифікацію факторів, що чинять безпосередній вплив на міцність і герметичність різьбових з'єднань. Їх поділено на три групи: конструктивні, технічні та технологічні.

Автор роботи [5], досліджуючи проблему аварій з обсадними колонами, прийшов до висновку, що пошкодження колон найчастіше спостерігається:

- в інтервалах, які ускладнені кавернами;
- під дією зовнішнього тиску, що виникає вище цементного кільця внаслідок обвалювання порід;
- при великій різниці між діаметрами свердловини і обсадної колони;

- через наявність у розрізах свердловин горизонтів глин, пружно-пластичний стан яких із часом суттєво змінюється, що призводить до зростання гірського тиску на обсадну колону в цій зоні;

- від одночасної дії горизонтальної і вертикальної сил;

- через суттєвий вплив корозійного фактору на міцність колони і ін.

В роботах [6, 7] запропоновано класифікацію причин газопроявів, грифоноутворень і негерметичності цементного кільця, але не розглянуто причини неякісного кріплення свердловин, пов'язані з роботою обсадних колон.

Класифікація аварій, яка розроблена авторами [8], ґрунтується на систематизації матеріалів за даними бурових організацій Туркменії, Азербайджану, Північного Кавказу та інших регіонів. Ними виділено причини пошкодження обсадних колон, обумовлені: дією внутрішнього тиску; дією зовнішнього тиску; дією розтягуючих навантажень; роботою бурильних труб і долота; іншими причинами.

Повнішу класифікацію видів і причин пошкоджень обсадних колон розроблено в [9÷11]. Основними видами пошкоджень колон автори вважають зім'яття, розрив (поздовжній чи поперечний), порушення герметичності.

Головні причини пошкоджень обсадних колон згідно із цією класифікацією об'єднано в чотири групи:

– неправильний розрахунок колон на міцність;

– порушення технології буріння, кріплення і експлуатації свердловини;

– зношування обсадних колон;

– стихійні явища.

Висвітлення невіршених раніше частин загальної проблеми, якій присвячується стаття. Аналіз вищезгаданих праць показує, що вони присвячені вивченню причин неякісного кріплення переважно вертикальних свердловин. Однак, існує потреба в дослідженні причин неякісного кріплення, що характерні для будівництва похило-скерованих свердловин, їх систематизації та розробки заходів з їх попередження. Ця проблема є особливо актуальною для бурових підприємств БУ «Укрбургаз».

Метою роботи є:

1. Аналіз причин неякісного кріплення похило-скерованих свердловин та їх систематизація.

2. Розробка заходів з попередження виникнення ускладнень, пошкоджень, аварій під час кріплення свердловин.

Висвітлення основного матеріалу. З 1996 року бурові підприємства БУ «Укрбургаз» нарощують обсяги буріння свердловин, в тому числі похило-скерованих. Це призвело до зростання витрат часу і матеріалів на їх кріплення. Не зважаючи на використання передових технологій і великий досвід робіт, мають місце випадки неякісного кріплення, ускладнення та аварії з обсадними колонами.

Основні дані про ускладнення з обсадними колонами, які мали місце за останні роки під час кріплення похило-скерованих свердловин на підприємствах БУ «Укрбургаз», наведено в таблиці 1.

Не рідко при кріпленні свердловин внаслідок допущених ускладнень мали місце аварії, які пов'язані з елементами обсадної колони.

Наприклад, в похило-скерованій свердловині 77-Матвіївка (вибій 2776 м) після опресування та розбурювання цементного стакана було виявлено нестикування I і II секцій 245-мм колони.

Причина цієї аварії: нестикування секцій 245-мм обсадної колони через різкий перегин ствола свердловини в інтервалі стикування.

З метою ліквідації аварії в зоні стикування (1317÷1318 м) провели роботи торцевим фрезером діаметром 172 мм. Відновлення прохідності в обсадній колоні виконали пікоподібним райбером-калібратором діаметром 212 мм в інтервалі 1317÷1326 м. Календарний час, який був втрачений через аварію, склав 1341 год.

У свердловині 23-Розумівка (вибій 3100 м), під час опресування 245-мм обсадної колони виявлено її негерметичність. Верхню межу цементного стакана в колоні виявлено на глибині 1467 м. При його розбурюванні спостерігалось часткове винесення металеві стружки, що свідчить про пошкодження обсадної колони. Причини аварії:

- можливий заводський прихований дефект обсадної труби, виявити який одноразовим опресуванням не вдалося;

- недотримання вимог плану робіт на спуск обсадної колони.

Для ліквідації аварії провели розбурювання цементного стакана до глибини 1625 м і роботи спеціальними компоновками та оправкою діаметром 216 мм в інтервалі 1626÷1639 м. Розбурили цементний стакан до глибини 1662 м і вільно дійшли бурильною колоною до глибини 1975 м. Установили цементний міст в інтервалі 1467÷1500 м і після опресування виявили негерметичність 245-мм обсадної колони в інтервалі 280÷292 м. Установили цементний міст в інтервалі 130÷300 м, після розбурювання якого і

Таблиця 1 – Характерні ускладнення при кріпленні похило-скерованих свердловин

№ свердловини, родовище	Вид ускладнення	Причини	Час на виправлення ускладнення, год.	Витрати на виправлення ускладнення, грн.
59-Східна Полтава	Зім'яття колони	Не врахований гірський тиск пластичних порід	1591	552897
54-Східна Полтава	Обрив 22 м нижньої частини 324-мм колони	Неякісне виготовлення різьбового з'єднання і відсутність контролю за згвинчуванням труб під час спуску	594	130184
158-Меліхівка	Прихоплення 324-мм колони у похилому стволі свердловини	Використання промивальної рідини низької якості	2614	888300
56-Східна Полтава	Радіальне деформування 245-мм колони	Не врахована інтенсивність викривлення ствола свердловини	1340	643580
119-Березівка	Зім'яття 324-мм проміжної колони	Не врахований гірський тиск пластичних порід	209	135400
200-Тарасівка	Радіальне деформування 245-мм обсадної колони	Недостатня вивченість фізико-механічних та реологічних властивостей гірських порід	488	585392

повторного опресування колони в інтервалі 0÷1467 м на тиск 17,5 МПа, колона виявилася герметичною. Провели розбурювання цементного стакана в інтервалі 1467÷1500 м і стикування секцій на глибині 1998 м. Календарний час, затрачений на ліквідацію аварії, склав 371 год.

В похило-скерованій свердловині 88-Меліовка (вибій 1950 м) при спуску першої секції 324-мм колони в інтервалі набору зенітного кута (1000÷1450 м) мав місце вирив обсадної труби із різьби, і в свердловині відбулось падіння 408 м труб.

Причина цієї аварії: згвинчування різьбового з'єднання без здійснення контролю величини крутного моменту згвинчування обсадних труб на усті свердловини.

Роботи із ліквідації аварії: компоновкою з буровим долотом ІСМ-292 та ОБТ-203 перевірили цілісність колони, яка залишилася в свердловині. Після проробки відкритого ствола свердловини компоновками з калібраторами з'єднатися з залишеною обсадною колоною за допомогою гладкого колокола не вдалося. Після перфорації обсадної колони та спуску пакера діаметром 290 мм циркуляцію через колону відновити не вдалося. Обсадну колону опресували на тиск 11 МПа, і вона виявилась герметичною. Після цього було прийнято рішення про

спуск другої секції 324-мм обсадної колони. На ліквідацію аварії було витрачено 405 год.

У похило-скерованій свердловині 121-Кулічиха (вибій 3200 м) після розбурювання цементного стакана і оснастки другої секції 245-мм обсадної колони в інтервалі 1640÷1701 м в першій секції на глибині 2000 м (інтервал спаду кривизни 1900÷3200 м) виявлено цементний стакан, який за 13 год. розбурили до глибини 2143 м. На даній глибині різко знизилася механічна швидкість, почалось підclinювання долота та винесення на поверхню буровим розчином металеві стружки, що засвідчило про пошкодження обсадної колони на зазначеній глибині.

Причина аварії: пошкодження муфтової частини обсадної труби з подальшим зміщенням її відносно осі обсадної колони.

Ліквідація аварії: роботою різними КНБК відновити прохідність в 245-мм обсадній колоні не вдалося. У зв'язку з цим, в свердловині встановлено цементний міст та уіпсток для забурювання другого ствола з глибини 2150 м. Календарний час, затрачений на ліквідацію аварії, склав 905 год.

У свердловині 51-Коломак (вибій 2436 м) в процесі цементування першої секції проміжної 324-мм колони після закачування 72 м³ протискувальної рідини (загальний об'єм – 95 м³),

було зафіксовано падіння тиску в нагнітальній лінії. Після закінчення періоду ОЗЦ і при перевірці прохідності в першій секції колони бурильний інструмент зупинився на глибині 1835 м, що на 628 м нижче першої секції. Характер слідів на долоті свідчив про наявність пошкоджень колони.

Причина аварії: порушення цілісності обсадної труби діаметром 324 мм типу ОТТМ з товщиною стінки 9,5 мм внаслідок неякісного її виготовлення заводом-постачальником.

Роботи з ліквідації аварії: спроби пропустити через місце порушення колони центруючі компоновки не давали позитивних результатів. Прохідність у колоні відновлена після роботи кільцевим фрезером діаметром 270 мм на обсадних трубах діаметром 245 мм довжиною 46 м. Календарний час, затрачений на ліквідацію аварії, склав 1652 год.

Аналізуючи дані з кріплення свердловин буровими організаціями БУ «Укрбургаз», встановлено, що головними видами неякісного кріплення є:

- недопуск колон до проектної глибини;
- втрата поздовжньої стійкості обсадної колони;
- радіальне деформування труб;
- розрив обсадних труб внаслідок створення внутрішнього тиску, який перевищує допустиму величину;
- механічне та корозійне зношування.

Недопуск колон до проектної глибини може відбуватися в результаті:

- низької прохідності ствола свердловини в місцях інтенсивного викривлення;
- прилипання обсадної колони до стінки свердловини;
- неякісного формування ствола свердловини;
- невідповідності параметрів бурової промивальної рідини проектним значенням перед спуском колон;
- недостатньої кількості мастильних матеріалів в буровій промивальній рідині;
- неточного виміру довжини колони та свердловини;
- залишення обсадної колони без руху під час спуску внаслідок тривалого згвинчування труб.

В таблиці 2 наведено дані бурових підприємств «Укрбургаз» про недопуски колон до проектної глибини похило-скерованих свердловин.

Так, у свердловині № 78 Матвіївського родовища недопуск експлуатаційної колони мав місце внаслідок прилипання обсадної колони

до стінки свердловини в інтервалі спаду кривизни (2800÷3970м) при використанні неякісної промивальної рідини. Під час спуску експлуатаційної колони в свердловині знаходився калієвий розчин, що мав такі параметри: густина – 1170 кг/м³, в'язкість – 40-80 с, водовіддача – 4-8 см³/30хв., концентрація твердої фази – 10-30 %. Для запобігання гідратації і осипанню глинистих сланців, які знаходилися в інтервалі 2755÷3600 м, в розчин додавали поліаніонну целюлозу (Cel Pol) і поліакриламід (Fin Pol). Однак ці заходи не дали позитивних результатів, і експлуатаційну колону не вдалося спустити до проектної глибини. Аналогічні ситуації мали місце в свердловинах № 52-Чутове (зенітний кут – 17,5⁰, відхід – 441 м), № 60-Чутове (зенітний кут – 25⁰, відхід – 500 м), № 56-Чутове (зенітний кут – 23⁰, відхід – 563 м).

У свердловині № 108-Ново-Українка (зенітний кут – 29⁰, відхід – 850 м) для буріння під експлуатаційну колону перейшли на систему промивання «Глайдріл 2000» фірми «Ем Ай Дрілінг Флюїдз Інтернейшл» промивальною рідиною з густиною 1240 кг/м³, в'язкістю 60-130 с, водовіддачею 2,5 см³/30хв. та концентрацією твердої фази 25-30 %. До складу промивальної рідини вводили гліколевий реагент для попередження гідратації глин (реологічні властивості регулюються ксантановим біополімером, а фільтраційні – поліаніонною целюлозою). При спуску експлуатаційної колони внаслідок тривалого згвинчування обсадних труб і, як наслідок, залишення колони без руху в інтервалі спаду кривизни (4279÷5400 м) відбулося звуження ствола свердловини, що призвело до недопуску колони до проектної глибини. Незначний об'єм використання системи «Глайдріл 2000» не дозволяє зробити однозначних висновків щодо її ефективності. Аналогічні ситуації спостерігалися на свердловинах № 26-Матвіївка (зенітний кут – 31⁰, відхід – 830 м), № 111-Ново-Українка (зенітний кут – 25⁰, відхід – 880 м).

Причинами пошкоджень колон є недотримання вимог технічних проектів, правил ведення бурових робіт і інших регламентуючих документів [10].

Найбільш характерними видами пошкоджень обсадних колон по бурових підприємствах БУ «Укрбургаз» потрібно вважати зім'яття, розрив і порушення герметичності.

В таблиці 3 подано короткий опис пошкоджень колон за їх видами та роботи, які було проведено для їх ліквідації. Аналіз показує, що пошкодження колон мали місце здебільшого в місцях набору чи падіння зенітного кута, тобто

Таблиця 2 – Дані про недопуски колон до проектної глибини

№ свердловини, родовище	Діаметр та вид обсадної колони	Глибина спуску обсадної колони, м		Зенітний кут, градус	Величина недопуску, м	Причина недопуску колон
		проект.	факт.			
88-Меліхівка	324 мм, проміжна	1123	1098	19	27	Прихоплення обсадної колони
52-Яблунівка	426 мм, кондуктор	450	429	20	31	Ускладнення стовбура свердловини
78-Матвіївка	140x168 мм, експлуатаційна	3970	3570	18	399	Використання бурової промивальних рідин низької якості
92-Розпашна	324 мм, проміжна	1220	968	18	284	Неякісне формування стовбура свердловини
52-Яблунівка	140x168 мм, експлуатаційна	4950	4540	22	420	Неточний вимір довжини колони
104-Абазівка	245 мм, проміжна	3450	3361	24	59	Тривалі зупинки під час спуску обсадної колони
91-Розпашна	140x168 мм, експлуатаційна	4300	4232	18	88	Низька прохідність ствола свердловини у інтервалах інтенсивного викривлення
108-Ново-Українка	140x168 мм, експлуатаційна	5020	4299	31	741	Тривалі зупинки в процесі спуску обсадної колони
52-Чутове	140x168 мм, експлуатаційна	3500	3185	17	305	Прилипання колони до стінки свердловини
93-Розпашна	140x168 мм, експлуатаційна	4350	4231	22	99	Тривалі зупинки в процесі спуску обсадної колони
60-Чутове	146x168 мм, експлуатаційна	4500	4046	27	454	Прилипання колони до стінки свердловини
106-Ново-Українка	140x168 мм, експлуатаційна	5420	4747	25	653	Тривалі зупинки в процесі спуску обсадної колони
78-Яблунівка	324 мм, кондуктор	450	398	18	62	Прихоплення обсадної колони при спуску
94-Розпашна	127x140x168 мм, експлуатаційна	4500	4250	23	246	Неякісне формування стовбура свердловини
63-Чутове	324 мм, кондуктор	180	133	22	49	Прихоплення обсадної колони під час спуску
56-Чутове	426 мм, кондуктор	170	142	23	30	Використання бурової промивальних рідин низької якості
61-Чутове	324 мм, проміжна	1600	1369	20	233	Прихоплення обсадної колони під час спуску
158-Меліхівка	324 мм, проміжна	2060	1376	18	687	Прихоплення обсадної колони
64-Чутове	324 мм, проміжна	1700	1369	25	335	Тривалі зупинки під час спуску обсадної колони

в інтервалах інтенсивного викривлення свердловини.

На основі нових результатів теоретичних, експериментальних та промислових досліджень

з даної проблеми, з врахуванням робіт [9 ÷ 11], нами запропонована класифікація причин неякісного кріплення похило-скерованих свердловин (таблиця 4).

Таблиця 3 – Короткий опис робіт з відновлення якості кріплення

№ свердловини, родовище	Вибій, м	Вид та причина пошкодження	Витрата часу, год.	Роботи, які було виконано для ліквідації пошкодження
80 – Чутово	1640	Негерметичність проміжної 245-мм колони у інтервалі набору кривизни 200÷1250 м	231	Встановлено два цементні мости. Проведено опресування обсадної колони під тиском 19МПа
88 – Кременівка	790	Розгерметизація 245-мм проміжної колони під час опресування в інтервалі спаду кривизни 680÷1600 м	313	Спуск нових обсадних труб діаметром 299 мм з з'єднанням типу ОТТМ. Обладнання устя ПВО та опресування обсадної колони на розрахований тиск
300 – Веселівка	4060	Розрив між секціями зі зміщенням їхніх осей через недоходження першої секції 245-мм проміжної колони до вибою і, відповідно, зміщення місця стикування у кавернозну частину ствола свердловини	4818	Роботи із ліквідації пошкодження не дали позитивного результату; було прийнято рішення щодо буріння свердловини другим стволом
201 – Гадяч	863	Знаходження обсадної колони без руху, внаслідок чого відбулось прилипання колони до стінки в інтервалі набору кривизни	158	Встановлення нафтової і солянокислої ванни не дало результату. Прихоплену 324-мм колону було зацементовано на глибині 863 м

Пропонується випадки неякісного кріплення свердловин обсадними колонами поділити на дві групи:

- 1 – пошкодження колон;
- 2 – недопуск обсадних колон та неякісне стикування секцій.

До кожної із груп віднесені відповідні види неякісного кріплення свердловини.

Головною причиною неякісного кріплення похило-скерованих свердловин слід вважати пошкодження, що обумовлені невірними розрахунками колон на міцність, порушеннями технологій кріплення свердловин, зношуванням колон та гірничо-геологічними причинами. Недопуски колон до проектної глибини та неякісне стикування секцій є вторинними, які спричинені низькою прохідністю ствола, неточним визначенням глибини свердловини, неякісним стикуванням секцій і гірничо-геологічними умовами.

Під порушеннями технологій потрібно розуміти відхилення у технологіях виготовлення стикувальних пристроїв, буріння, кріплення, освоєння і експлуатації свердловин.

Зношування колон підвищується при збільшенні глибини буріння і інтенсивності вивертання свердловин.

Неякісне кріплення є результатом сумісної дії багатьох факторів, які виникають через пошкодження колон і їх недопусків до проектних глибин.

Висновки

1. На основі аналізу сучасних досліджень та промислового матеріалу з проблем кріплення похило-скерованих свердловин, які мали місце на бурових підприємствах БУ «Укрбургаз», нами запропонована класифікація причин неякісного кріплення похило-скерованих свердловин.

Запропоновано випадки неякісного кріплення свердловин обсадними колонами поділити на дві основні групи:

- 1) пошкодження колон,
- 2) недопуск обсадних колон та неякісне стикування секцій.

До кожної із цих груп віднесені відповідно види неякісного кріплення. Головною причиною неякісного кріплення похило-скерованих свердловин слід вважати пошкодження, що обумовлені невірними розрахунками колон на міцність, зношуванням обсадних колон, порушеннями технологій кріплення свердловин і

Таблиця 4 – Причини неякісного кріплення похило-скерованих свердловин

1. Пошкодження колон	2. Недопуск обсадних колон та неякісне стикування секцій
1.1. Невірний розрахунок колон на міцність 1.1.1. Використання неточних формул для визначення міцнісних характеристик обсадних труб і величини крутного моменту згвинчування 1.1.2. Не враховано зниження міцності труб під час перфорації 1.1.3. Не враховано вплив згину на напружений стан обсадних труб в інтервалах інтенсивного викривлення ствола свердловини 1.1.4. Не враховано поля допусків геометричних параметрів труб 1.1.5. Не враховано гірський тиск плинних порід	2.1. Низька прохідність ствола свердловини 2.1.1. Різкі перегини ствола свердловини 2.1.2. Наявність каверн і уступів у стволі свердловини 2.1.3. Наявність жолобів у викривленому інтервалі ствола свердловини 2.1.4. Використання бурових промивальних рідин низької якості 2.1.5. Неякісне калібрування ствола свердловини
1.2. Порушення технології кріплення свердловини 1.2.1. Неякісне стикування секцій колон 1.2.2. Відсутність контролю величини крутного моменту згвинчування різьбових з'єднань обсадних труб при спуску в свердловину 1.2.3. Спуск труб з заводськими дефектами 1.2.4. Зупинки обсадних колон при спуску 1.2.5. Відхилення від регламентованого режиму спуску колон	2.2. Неточне визначення глибини свердловини 2.2.1. Неточний вимір довжини бурильного інструменту 2.2.2. Неврахування осьових деформацій колони 2.2.3. Неточний вимір глибини свердловини при геофізичних роботах
1.3. Зношування обсадних колон 1.3.1. Зношування бурильними трубами та бурильними замками 1.3.2. Зношування буровими долотами та ловильним інструментом 1.3.3. Корозія 1.3.4. Гідроабразивне зношування	2.3. Неякісне стикування секцій 2.3.1. Встановлення голови хвостовика у кавернах або нестійких породах 2.3.2. Установлення голови секції обсадної колони в кавернах або нестійких гірських породах 2.3.3. Незадовільне центрування колони 2.3.4. Використання стикувальних пристроїв недосконалої конструкції
1.4. Гірничо-геологічні причини 1.4.1. Тектонічні зміщення пластів 1.4.2. Землетруси в сейсмічно активних зонах 1.4.3. Повзучість та осипання гірських порід 1.4.4. Непередбачувані причини	2.4. Гірничо-геологічні причини 2.4.1. Тектонічні зміщення пластів 2.4.2. Повзучість та осипання порід 2.4.3. Непередбачувані причини

гірничо-геологічними причинами. Недопуски обсадних колон до проектної глибини та неякісне стикування секцій є вторинними, які виникають через низьку прохідність ствола, неточне визначення глибини свердловини, гірничо-геологічні умови та ін.

2. З метою запобігання виникненню пошкоджень, ускладнень та аварій при кріпленні свердловин передбачається продовжити роботи із формування необхідного профілю ствола свердловини та дотримання проектних параметрів бурової промивальної рідини, дотримання вимог стандарту підприємства «Кріплення свердловин» та «Регламенту на кріплення свердловин» при проведенні підготовчих робіт, при

спуску, цементуванні та заключних роботах із кріплення, своєчасному виявленні порушення і напрацюванні заходів з їх попередження.

Зокрема, необхідно виконувати такі вимоги:

- дотримуватись проектного профілю свердловини для забезпечення спуску обсадних колон до проектної глибини без додаткового пророблювання і калібрування свердловини, оскільки ці операції призводять не тільки до значних затрат часу, але й до ускладнень ствола свердловини через порушення рівноваги в системі «свердловина – пласт»;

- при визначенні довжин секцій та місця їх стикування передбачати різноманітні ризики і варіанти дій на випадок ситуацій, які можуть

виникнути в процесі кріплення і подальшої роботи свердловини;

- після закінчення цементування нижніх секцій (хвостовиків) утримувати колону в підвищеному стані весь передбачений термін;

- безпосередньо перед спуском наступної секції проводити пробну імітацію стикування, всі відхилення від нормального стану мають бути проаналізовані. Дозвіл на спуск верхньої секції може бути одержаний тільки за умови гарантованого стикування. У випадку незадовільних результатів пробного стикування розробляти спеціальні заходи для забезпечення співвісності та герметичності стикування;

- у разі виникнення непередбачуваних ситуацій при пробному стикуванні цементування не проводити до усунення причин, внаслідок яких стикування є неможливим. Якщо стикування не відбулося, то подальші роботи потрібно проводити за спеціальним планом, в якому передбачити, серед інших заходів, підняття обсадної колони на поверхню.

Отже, питання кріплення обсадними колонами похило-скерованих свердловин відіграє важливу роль в подальшій роботі свердловини і потребує досліджень для вироблення ефективних шляхів запобігання зазначеним вище ускладненням, пошкодженням та аваріям.

Література

1. Абрамов А.А., Измайлов Л.Б. Классификация поврежденных обсадных колонн. *Буровые растворы и крепление скважин*: тр. ВНИИКРнефть. Краснодар, 1971. С. 13-18.

2. Федорова Н.Г. Расчет параметров остаточной прочности обсадных колонн. *Нефтяное хозяйство*. 2003. № 6. С. 40-41.

3. Кисельман М.Л. Износ и защита обсадных колонн при бурении глубоких скважин. М. : Недра, 1971. 208 с.

4. Комнатный Ю.Д. Классификация факторов, определяющих герметичность резьбовых соединений обсадных колонн. *Техника и технология промывки и крепления скважин*: тр. ВНИИКРнефть. Краснодар, 1982. С. 122-125.

5. Пустовойтенко И.П. Предупреждение и ликвидация аварий в бурении. М. : Недра, 1988. 294 с.

6. Булатов А.И., Рябченко В.И., Сидоров Н.А. Газопроявления в скважинах и борьба с ними. М. : Недра, 1969. 280 с.

7. Булатов А.И. Технология цементирования нефтяных и газовых скважин. М. : Недра, 1983. 256 с.

8. Караев А.К., Сароян А.Е., Ширинзаде С.А. Обсадные колонны для глубоких скважин. М. : Недра, 1971. 160 с.

9. Анализ причин некачественного крепления скважин на буровых предприятиях треста "Львовнефтегазразведка" / А.А. Федоров, Я.С. Коцкулич, А.М. Скачедуб [и др.]. *Рефер. информ. о законченных научно-исследовательских работах в вузах УССР*. 1975. № 9.

10. Анализ причин поврежденных обсадных колонн в эксплуатационных и водонагнетательных скважинах месторождений Прикарпатья / А.А. Федоров, Я.С. Коцкулич, М.Н. Чучвич [и др.]. *Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений*. 1976. № 13. С. 73-75.

11. Федоров А.А., Коцкулич Я.С. О классификации поврежденных обсадных колонн и их причин. *Нефтепромысловые трубы*: тр. ВНИИТнефть. 1974. Вып. 4. С. 68-72.

12. Ковбасюк І.М., Марцинків О.Б., Ковбасюк М.І., Марцинків Б.О. Аналіз, систематизація та оцінювання вагомості факторів, що спричиняють неякісне кріплення похило-скерованих свердловин та бокових стволів. *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. 2016. № 1 (58). С. 52-59.

References

1. Abramov A.A., Izmajlov L.B. Klassifikacija povrezhdenij obsadnyh kolonn. *Burovye rastvory i kreplenie skvazhin*: tr. VNIKRneft. Krasnodar, 1971. P. 13-18.

2. Fedorova N.G. Raschet parametrov ostatochnoj prochnosti obsadnyh kolonn. *Neftjanoe hozjajstvo*. 2003. No 6. P. 40-41.

3. Kiselman M.L. Iznos i zashhita obsadnyh kolonn pri burenii glubokih skvazhin. М. : Nedra, 1971. 208 p.

4. Komnatnyj Ju.D. Klassifikacija faktorov, opredelajushhij germetichnost' rez'bovyh soedinenij obsadnyh kolonn. *Tehnika i tehnologija promyvki i krepnenija skvazhin*: tr. VNIKRneft. Krasnodar, 1982. P. 122-125.

5. Pustovojtenko I.P. Preduprezhdenie i likvidacija avarij v burenii. М. : Nedra, 1988. 294 p.

6. Bulatov A.I., Rjabchenko V.I., Sidorov N.A. Gazoprojavlenija v skvazhinah i bor'ba s nimi. М. : Nedra, 1969. 280 p.

7. Bulatov A.I. Tehnologija cementirovanija neftjanyh i gazovyh skvazhin. М. : Nedra, 1983. 256 p.

8. Karaev A.K., Sarojan A.E., Shirinzade S.A. Obsadnye kolonny dlja glubokih skvazhin. М. : Nedra, 1971. 160 p.

9. Analiz prichin nekachestvennogo krepel'nija skvazhin na burovih predpriyatijah tresta "L'vov-neftegazrazvedka" / A.A. Fedorov, Ja.S. Kockulich, A.M. Skachedub [i dr.]. *Refer. inform. o zakonchennyh nauchno-issledovatel'skih rabotah v vuzah USSR*. 1975. No 9.

10. Analiz prichin povrezhdenij obsadnyh kolonn v jekspluacionnyh i vodonagnetatel'nyh skvazhinah mestorozhdenij Prikarpat'ja / A.A. Fedorov, Ja.S. Kockulich, M.N. Chuchvich [i dr.]. *Razvedka i razrabotka neftjanyh i gazovyh mestorozhdenij*. 1976. No 13. P. 73-75.

11. Fedorov A.A. Kockulich Ja.S. O klassifikacii povrezhdenij obsadnyh kolonn i ih prichin. *Neftepromyslovye truby*: tr. VNIITneft. 1974. Vyp. 4. P. 68-72.

12. Kovbasiuk I.M., Martsynkiv O.B., Kovbasiuk M.I., Martsynkiv B.O. Analiz, systematyzatsiia ta otsiniuvannia vahomosti faktoriv, shcho sprychyniaut neiakisne kriplennia pokhyloskerovanykh sverdlovyn ta bokovykh stvoliv. *Rozvidka ta rozrobka naftovykh i hazovykh rodovyshch*. 2016. No 1 (58). P. 52-59.