

8.6.6. ОСОБЛИВОСТІ ЛІКВІДАЦІЇ АВАРІЙ В ПРОЦЕСІ БУРІННЯ КОЛЬСЬКОЇ НАДГЛИБОКОЇ СВЕРДЛОВИНИ

Нижче на основі опублікованих матеріалів (А.Д.Писарницький, В.І.Бердичевський, Г.М.Файн) подано короткий опис технологій ліквідації аварій під час буріння Кольської надглибокої свердловини СГ-3 (Росія). Траплялись аварії з буровими долотами, з елементами КНБК і бурильною колоною, а також прихвати і заклинювання елементів КНБК.

В умовах відсутності інформації надзвичайно складно обґрунтувати допустимий час перебування долота на вибої свердловини, що призводило до порівняно частих аварій з породоруйнівним інструментом. Посилення контролю якості бурових доліт і бурильних головок незначно зменшили частоту виникнення таких аварій. Для ліквідації аварій з породоруйнівним інструментом використовувалися традиційні технології і технічні засоби.

Аварії з елементами КНБК і бурильною колоною відбувалися значно рідше, але їх ліквідація пов'язана з великими затратами часу. Такі види аварій виникали переважно під час ліквідації заклинювань КНБК або розбурювання залишених на вибої елементів бурового долота.

У стовбурі свердловини складної просторової траєкторії зі створенням осьових навантажень бурильна колона на ділянках перегину стовбура і на межах кавернозних зон сприймає дію значних поперечних сил. При цьому можуть виникати умови для затиснення окремих ділянок колони, де і траплялися здебільшого поломки елементів бурильної колони.

Якщо руйнується бурильна колона, звільняється великий запас потенціальної енергії деформації. Так, під час буріння свердловини СГ-3 в інтервалі 11500—12000 м власна вага бурильної колони становила 1800—1900 кН, сили опору переміщенню колони труб 1100—1250 кН і фактично виміряне видовження — 40 м. При цьому потенціальна енергія пружної деформації бурильної колони без урахування додаткових навантажень, потрібних для ліквідації заклинювання, досягала 45 МДж. Якщо руйнується елемент бурильної колони, миттєве звільнення цієї енергії зумовлює у свердловині динамічні процеси, які призводять до руйнувань стінок свердловини, їх обрушування, вивалювання із каверн шламу. Велика частина породи і шламу потрапляє у відкритий канал бурильної колони і утворює в ній шламову пробку.

Така ситуація ускладнює ловильні роботи, оскільки застосування традиційних технологій з'єднання ловильного інструменту з аварійною колоною труб потребує наявності вільного їх внутрішнього каналу.

Найчастіше у таких випадках використовують технологію проведення ловильних робіт, яка полягає у розбурюванні шламової пробки і аварійної частини ЛБТ до нижчерозташованого замкового з'єднання. Проте при цьому, як правило, шламова пробка у внутрішньому каналі не знищується, а, навпаки, збільшується і ущільнюється за рахунок частинок ЛБТ, які не виносяться буровим розчином.

У таких ситуаціях найперспективнішою технологією ліквідації аварій вважають послідовне оббурювання, вирізання і витягування на поверхню зашламованого аварійного об'єкта. Після цього можливе з'єднання ловильного інструменту із залишеною частиною бурильної колони з подальшою реалізацією технологічних заходів для ліквідації аварії.

Перед проведенням ловильних робіт оцінювали ситуацію з одержанням такої основної інформації:

- визначення геометричних параметрів і характеру пошкодження елемента бурильної колони, піднятого на поверхню, на основі яких формують припущення стосовно виду пошкодження «голови» аварійного об'єкта;

- профілометрія стовбура свердловини і визначення температури в інтервалі знаходження аварійного об'єкта;

- визначення абсолютної величини і характеру розподілу по стовбурі свердловини сил опору осьовому переміщенню і обертанню бурильної колони, оцінку яких здійснюють за даними попереднього рейсу.

На основі результатів аналізу вибирають довжину пристрою для оббурювання і ловильний інструмент, який вмонтовують у верхню частину пристрою.

Якщо є велика ймовірність того, що стан «голови» аварійного об'єкта дає змогу проводити роботи без її попередньої підготовки, доцільно вмонтувати ловильний інструмент у пристрій для оббурювання. Довжина пристрою залежно від стану стовбура свердловини має бути не меншою суми довжин пошкодженої труби і тієї, що за нею, для забезпечення гарантованого руйнування можливого скупчення шламу та уламків породи.

Досвід ліквідації таких аварій на свердловині СГ-3 показує, що шламові пробки у внутрішньому каналі бурильної колони утворюються в місцях його звуження, тобто в переході від основного тіла труби до бурильного замка.

У випадку, коли «голова» аварійного об'єкта порушена, довжину пристрою для оббурювання слід узяти максимально виходячи з наявності технічних засобів, стану стовбура свердловини і сил опору. В таких ситуаціях велика ймовірність утворення пробок, послідовно розташованих на деякій відстані одна від одної у внутрішньому каналі бурильної колони. Збільшення довжини інтервалу оббурювання компенсується можливістю витягування труб із шламовими пробками за один рейс.

Одночасно не виключається також операція підготовки «голови» аварійного об'єкта для подальшого з'єднання з ним ловильного інструменту, якщо пробка відсутня або знаходиться нижче оббурюваного інтервалу.

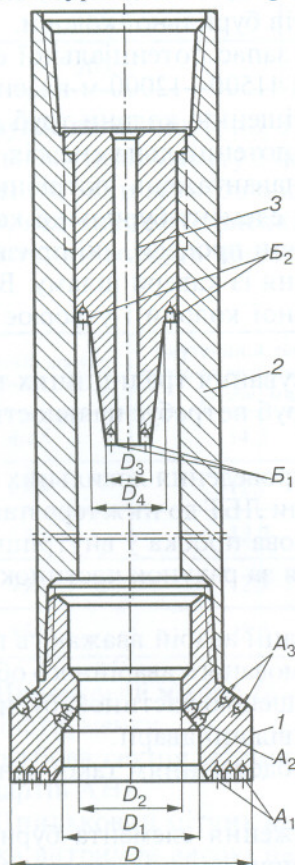


Рис. 8.176. Схема комбінованого пристрою для оббурювання, обробки верхньої частини аварійного об'єкта та шаблонування його внутрішнього каналу:
1 — комбінований фрезер із гладким конусом; 2 — корпус; 3 — кільцевий фрезер

Залежно від результатів шаблонування бурильної колони вантажем, що спускається на геофізичному кабелі, технологія ліквідації аварії змінюється.

Для профілактики виникнення згаданих складних аварійних ситуацій рекомендована така послідовність проведення робіт.

Спочатку розходжують бурильну колону у межах допустимих навантажень, одночасно здійснюють обробку бурового розчину мастильними домішками, які, зменшуючи сили опору, дають змогу підвищити осьові навантаження на аварійний об'єкт. Для цього в бурильній колоні створюють пульсації за тривалої роботи насосної групи на двох клапанах.

У разі неможливості ліквідації прихватів таким методом доцільно застосовувати гідравлічний або механічний яс.

Комплекс технічних засобів для ліквідації складних аварійних ситуацій у надглибоких свердловинах, розроблений у НВЦ «Кольская сверхглубокая», складається із трьох основних конструкцій, які дають змогу гнучко змінювати технологію ловильних робіт залежно від оперативної ситуації у свердловині.

Це пристрій для оббурювання і обробки верхньої частини аварійного об'єкта, а також для шаблонування його внутрішнього каналу і механічний пристрій для вирізання аварійних ділянок бурильних труб із пристроєм для попередження випадіння пробки з вирізаних труб під час їх підйому.

Модернізована конструкція комбінованого пристрою для оббурювання, обробки верхньої частини аварійного об'єкта та шаблонування його внутрішнього каналу (рис. 8.176) характеризується наявністю комбінованих поверхонь, що дають змогу ефективно суміщати процес руйнування уламкового гірського матеріалу високої міцності з руйнуванням уламків аварійних ЛБТ.

Кільцевий фрезер армований твердосплавними пластинками в трьох площинах. Армування у площині A_1 призначене для руйнування великих уламків породи, труб і сторонніх предметів у затрубному просторі навколо аварійного об'єкта. Армування у площині A_2 служить для обробки «голови» об'єкта, у площині A_3 — для руйнування породи у разі затягувань під час підйому в еліпсоподібному кавернозному стовбурі.

Діаметр D вибирають максимально допустимим із умови проходження по стовбуру свердловини, D_2 має відповідати мінімальному внутрішньому діаметру пристрою для вирізання ЛБТ і максимальному зовнішньому діаметру аварійного об'єкта. Діаметр D_1 вибирають з урахуванням технологічних можливостей для забезпечення якісного армування різальної поверхні інструменту.

Корпус має рівнопрохідну внутрішню поверхню і розрахований на очікувані осьові сили в процесі ліквідації аварії.

Комбінований фрезер із гладким конусом встановлюють у верхній частині пристрою. Цей фрезер призначений для обробки «голови» аварійного об'єкта та забезпечення можливості шаблонування внутрішнього каналу. Армування у площині B_1 потрібне для фрезерування внутрішнього каналу труби, армування у площині B_2 — для фрезерування «голови» ЛБТ. При цьому діаметр D_4 має дорівнювати внутрішньому діаметру ЛБТ, а діаметр D_3 — забезпечувати вільне проходження шаблона, який спускають на геофізичному кабелі.

У процесі промивки через напрямний гладкий конус унаслідок малих зазорів створюється висока швидкість висхідного потоку під час розбурювання пробки в аварійній ЛБТ, що попереджує можливість утворення нових пробок при фрезеруванні.

Промислові спостереження показали, що під час використання цього пристрою обертальний момент був достатньо стабільним.

Пристрій для оббурювання, обробки верхньої частини аварійного об'єкта і з'єднання з ним ловильного інструменту (рис. 8.177) використовують у ситуаціях, коли є велика ймовірність відсутності пробок у внутрішньому каналі бурильних труб. Це дає змогу закріпити ловильний інструмент на попередньо очищеній і обробленій «голові» аварійного об'єкта і забезпечити потрібну несівну здатність з'єднання шляхом регулювання режимних параметрів відповідно до розроблених рекомендацій.

Кільцевий фрезер і несівний корпус пристрою конструктивно виконані так само, як і для пристрою на рис. 8.176. У верхній частині корпусу встановлено ловильний інструмент (дзвін). Площина B армована різальними елементами так, щоб діаметр D_3 дорівнював робочому діаметру дзвона.

Механічний пристрій для вирізання аварійних ділянок бурильних труб (рис. 8.178) характеризується високими надійністю і ефективністю та забезпечує попередження випадання шламової пробки в процесі підйому.

Кільцевий фрезер виконаний аналогічно фрезерам у вищенаведених пристроях (див. рис. 8.176, 8.177).

Оббурену частину аварійного об'єкта обережно накривають пристроєм, який потім опускають нижче розрахункового місця різання до межі оббуреного інтервалу. При цьому різальні елементи і пружинна пастка не мають опинитися під наступним замковим з'єднанням бурильної колони. У процесі подальшого підйому пристрою цанга зчеплюється з першим замковим з'єднанням бурильної колони над розрахунковим місцем різання. З постійним повільним обертанням бурильної колони здійснюється поступовий її натяг, і навантаження через цангу, пружину і втулку передається на різальні елементи, які, переміщуючись до осі пристрою, вриваються в аварійну трубу. Після закінчення різання аварійний інструмент ривком роз'єднують. Це приводить до перекриття внутрішнього перерізу пасткою, що запобігає випаданню шламової пробки.

Описані технічні засоби випробувано під час ліквідації низки складних аварій у свердловині СГ-3, вони показали високу ефективність і експлуатаційну надійність.

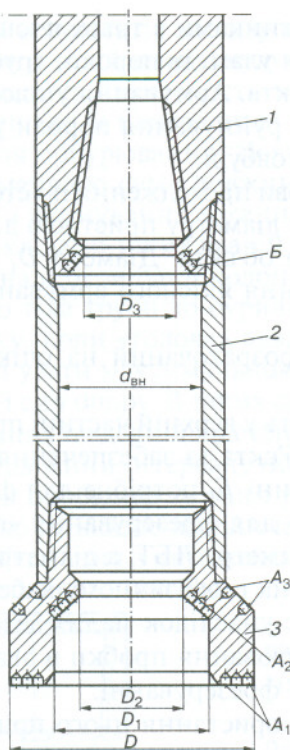


Рис. 8.177. Схема пристрою для обдирювання, обробки верхньої частини аварійного об'єкта і з'єднання з ним ловильного інструменту:
1 — ловильний інструмент;
2 — корпус; 3 — кільцевий фрезер

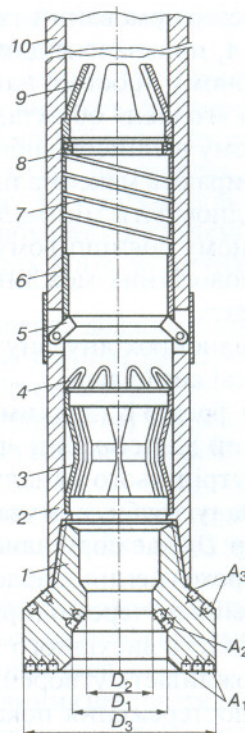


Рис. 8.178. Схема механічного пристрою для вирізання аварійних ділянок бурових труб:
1 — кільцевий фрезер; 2 — корпус; 3 — пружинний центратор; 4 — пружинна пастка; 5 — різальні елементи; 6 — втулка для створення осьового навантаження на різальні елементи; 7 — пружина; 8 — кульковий підшипник; 9 — цанга; 10 — несівний корпус для обдирювання

У НВЦ «Кольская сверхглубокая» вивчені основні стадії процесу ліквідації аварій з буровою колоною, ускладнених наявністю пробок у внутрішньому каналі. Ці процеси достатньо складні, а для результативного й ефективного їх проведення слід суворо дотримуватись технологічних режимів і послідовності операцій.

У процесі ліквідації аварій можна виділити такі основні стадії:

- спуск пристрою для ведення аварійних робіт до зони над аварійним об'єктом;
- проведення робіт безпосередньо над «головою» аварійного об'єкта та її покриття;
- обдирювання аварійного об'єкта;
- спуск пристрою для вирізання частини бурових труб у попередньо обдуреній зоні;
- вирізання аварійної бурової труби;
- підйом пристроїв на поверхню;
- закріплення ловильного інструменту на «голові» аварійного об'єкта;
- шаблонування бурової колони вантажем на геофізичному кабелі;
- торпедування аварійної бурової колони;
- відкручування вліво у різьбовому з'єднанні після вибуху шнурової торпеди.

Спуск і підйом інструменту для ліквідації аварій здійснювали на швидкості 0,4—0,6 м/с для регулювання гідродинамічної дії на стінки свердловини з метою попередження вивалювання шламу із кавернозних ділянок стовбура. У процесі спуску інструменту для ліквідації аварій внаслідок зміни сил опору неминучі похибки через деформацію колони труб. Для попередження пошкодження «голові» аварійного об'єкта треба не менше ніж за 10 м до її розрахункового місцезнаходження починати обертання бурової колони. Швидкість

подавання інструменту має не перевищувати 15—20 м/год за частоти обертання ротора 2—4 об/хв. При цьому треба пам'ятати, що внаслідок пружних властивостей колони труб початок її нижнього кінця відставатиме від початку обертання ротора.

Для розрахунку кута закручування колони труб обов'язково слід зважувати на розподіл сил опору обертанню по стовбуру свердловини, який приймають за результатами попереднього рейсу. Досвід роботи на свердловині СГ-3 за глибини 10000—12000 м показує, що час від початку обертання до моменту повертання нижньої частини бурильної колони із ЛБТ становить не менше 15 хв. Протягом цього часу збільшуються показання датчика ваги на гаку бурової установки, що свідчить про зростання видовження бурильної колони внаслідок зменшення сил опору в процесі її руху до вибою. Після одержання сигналу про зустріч з аварійним об'єктом (зменшення показань датчика ваги на 10—20 кН, підвищення тиску в нагнітальній лінії, збільшення моменту обертання) швидкість спуску інструменту треба зменшити до 1—3 м/год, щоб виключити пошкодження «голови» аварійного об'єкта.

Спуск пристрою для вирізання бурильних труб в попередньо оббуреній зоні здійснюють за швидкістю 10—15 м/год без обертання колони. В інтервалах знаходження замків аварійного об'єкта доцільно зменшити швидкість спуску до 5—7 м/год, щоб забезпечити їх проходження через пристрій.

Закріплюють ловильний інструмент на «голові» аварійного об'єкта у регламентованому режимі. Після накриття «голови» і одержання сигналу треба призупинити циркуляцію бурового розчину для попередження розмивання різьби, що формується ловильним інструментом. За наявності циркуляції бурового розчину через вибір циркуляцію відновлюють після надійного закріплення ловильного інструменту. Повторні докріплення доцільно проводити під час роботи насоса на двох клапанах, що сприяє доведенню технологічно потрібної величини обертального моменту до аварійного з'єднання.

Для дотримування технологічних режимів та зменшення ймовірності виникнення вторинних аварійних ситуацій пристрої для ліквідації аварій мають входити до складу КНБК із такими елементами:

- гідравлічний роз'єднувач бурильної колони — встановлюють безпосередньо над пристроєм;

- ОБТ вагою не менше 50 кН — для забезпечення потрібного навантаження під час оббурювання (для робіт із вирізання аварійного об'єкта ОБТ не встановлюють);

- повнорозмірний центратор — встановлюють у верхній частині КНБК для попередження затягування її в жолоб.

Для всіх елементів КНБК має бути по можливості однаковий зовнішній діаметр, а їх внутрішній діаметр має забезпечувати прохідність геофізичних снарядів.

Роботи для шаблонування бурильної колони вантажем, що спускається на геофізичному кабелі, а також (у разі потреби) вибухові роботи виконують спеціалізовані геофізичні підрозділи. Для підвищення надійності аварійних робіт треба враховувати деякі обмеження.

Під час шаблонування бурильних труб:

- форма нижнього торця вантажу має виключати його заклинювання у разі зупинки на шламовій пробці;

- над вантажем слід встановлювати розривний пристрій для забезпечення витягування геофізичного кабелю у разі заклинювання вантажу;

- обов'язково слід встановлювати над вантажем локатор металу для виключення значного перепуску кабелю під час зупинки вантажу;

- швидкість спуску вантажу в аварійній частині бурильних труб слід обмежувати 500 м/год для зменшення ймовірності його заклинювання під час посадки на шламову пробку.

Для забезпечення результативності вибухових робіт доцільно також перед початком спуску торпеди провести комплекс заходів із метою доведення максимально можливого обертального моменту або розтяжного навантаження на переріз наміченого вибуху.