

УДК 622.24.082.2

О. М. Давиденко, докт. техн. наук; **А. О. Ігнатов**, аспірант

Національний гірничий університет, м. Дніпропетровськ, Україна

ОЦІНКА УМОВ ОЧИЩЕННЯ ВИБОЮ СВЕРДЛОВИНИ

In the article some conditions of clearing well face from bore mud are analytically analysed.

При обертальному бурінні геологорозвідувальних свердловин руйнування породи на вибої свердловини здійснюється за рахунок механічного впливу на неї різців або зубців породоруйнівного інструменту.

Відділення частинок від масиву відбувається за рахунок різання, стирання, роздавлювання, сколювання та дроблення. Відділені частинки породи залишаються на вибої або на лезі різців, викликаючи підвищений знос інструменту.

Завданням потоку очисного агенту є своєчасне та миттєве видалення частинок породи з вибою свердловини. Як виключення можна відзначити випадок буріння в міцних неабразивних породах алмазними коронками, де деяка затримка шламу на вибої може бути корисною для підробітки матриці і необхідного оголення алмазів. Якщо видалення частинок породи з вибою свердловини неповне або несвоєчасне, вони піддаються повторному здрібненню і ускладнюють подальше руйнування породи, що в свою чергу призводить до зниження механічної швидкості буріння та підвищеного зносу елементів озброєння інструменту.

Слід зазначити, що вимоги до очищення вибою геологорозвідувальних свердловин під час буріння розроблено недостатньо повно через відсутність систематизованої характеристики циркуляційних процесів, які мають місце під час буріння і впливають на окремі етапи очищення вибою.

Метою статті є оцінка умов очищення вибою свердловини з урахуванням різних чинників, що мають місце при циркуляційних процесах очищення вибою.

Процес очищення вибою можна підрозділити на три окремих, але взаємопов'язаних етапи [1], кожний з яких має різну фізичну природу існування та впливу на процес в цілому.

Перший етап – це відрив зруйнованої частинки шламу від поверхні вибою та переведення її до зваженого стану, другий – винесення зважених частинок шламу з вибійної зони, третій – очищення озброєння інструменту (при використанні доліт). Слід зазначити, що при проходці в конкретних літологічних умовах потребує активізації той чи інший етап. В цілому для території України необхідно активізувати перший та другий етапи через наявність несприятливих до сальнікоутворення твердих карбонатних порід.

Розглянемо механізм відриву частинки гірської породи від вибою. На частинку, що утворилася в результаті впливу породоруйнівного інструменту на гірську породу, діють сили, які утримують її на місці утворення. Вони обумовлені вагою частинки (через малість ваги частинки породи цю силу можна не приймати до уваги) і тиском стовпа рідини (гідростатичний тиск) на вибої. Якщо порода вибою є проникною та насичена рідиною, то очевидно, що притискна сила, обумовлена гідростатичним тиском, прямо пропорційна диференціальному тиску ($P_{\text{диф}}$), тобто різниця між гідростатичним тиском (P_r) та внутрішньопоровим тиском (P_p). При $P_r = P_p$, сила, що притискує частинку до вибою, дорівнює нулю. В залежності від співвідношення P_r і P_p створюються умови для фільтрації промивної рідини в пласт для виходу пластової рідини до свердловини. Від цього співвідношення також залежить, чи буде діяти на частинку додаткова притискна або відриваюча сила. У випадку підтримання в свердловині тиску нижче пластового відриваюча сила може наблизитися до величини сили, обумовленої дією гідростатичного тиску, що буде сприяти відриву частинки від вибою.

Тому ефективність очищення вибою свердловини при бурінні в породах, що є проникними, визначається необхідністю швидкого проникнення промивної рідини або її фільтрату в породо вибою (для підвищення тиску в її порах) та під частинки зруйнованої породи.

При бурінні в монолітних породах необхідною умовою початку руху частинки є проникнення під неї промивної рідини або її фільтрату для вирівнювання тисків, діючих на частинку. Час вирівнювання тисків визначається часом проникнення промивної рідини або фільтрату під відколоту частинку.

Швидкість заповнення простору під частинкою гірської породи залежить насамперед від ступеня рухливості рідини та величини її водовіддачі, проникності породи вибою та рухливості порової рідини.

При бурінні з промиванням глинистим розчином проникненню рідини під частинку породи заважає наявність глинистої корки на вибої.

Видаленню частинки з вибою сприяє виштовхувальна (при виході зубців шарошки з лунки руйнування) та зсувна (при прослизанні) дії елементів озброєння породоруйнівного інструменту.

При русі промивної рідини на вибої свердловини частинка шламу, що розташована на його поверхні, випробовує вимивну дію потоку рідини, що рухається паралельно вибою. При цьому можливі наступні варіанти відриву частинки від вибою (рис. 1).

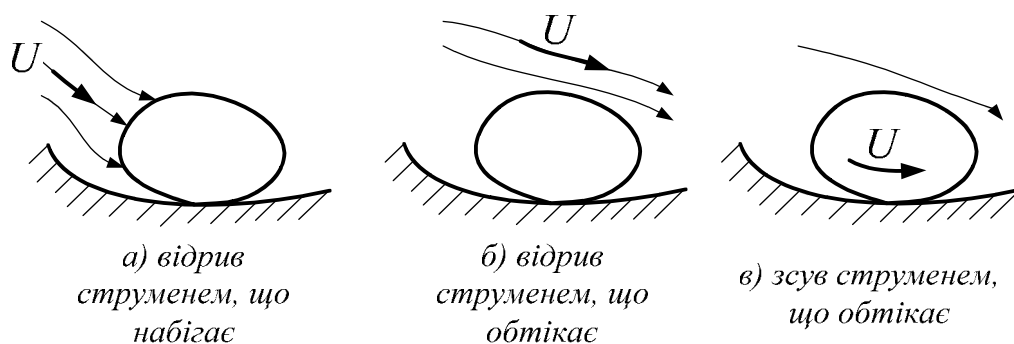


Рис. 1. Можливі схеми відриву частинок зруйнованої породи від вибою.

Рух промивної рідини безпосередньо на вибої свердловини характеризується тим або іншим ступенем турбулентності у потоку, значення якого визначається величиною критерія Рейнольдса

$$Re = \frac{ud_e\rho}{\mu}, \quad (1)$$

де u - швидкість потоку на вибої, м/с; d_e - еквівалентний діаметр потоку, м; ρ - густина промивної рідини, кг/м³; μ - динамічна в'язкість рідини, Па·с.

Бобо и Хач [2] запропонували наступну схему руху промивної рідини по вибою. В процесі буріння на вибої утворюється прикордонний шар, в якому при малих швидкостях руху промивної рідини може встановитися або ламінарний режим (характеризується параболическим розподіленням швидкостей), або турбулентний (характеризується сплосченим розподілом швидкостей) та незалежно від режиму руху в прикордонному шарі – ламінарний підшар, який суттєво впливає на умови руху зруйнованих частинок породи. Товщина ламінарного підшару залежить від в'язкості промивної рідини та швидкості її руху. Товщину ламінарного підшару та швидкість руху в ньому пропонується визначати за наступними формулами

$$h_n = a \frac{v}{U_{сер}} \quad (2)$$

$$U_y = by \frac{U_{сep}^2}{\nu}, \quad (3)$$

де h_l – товщина ламінарного підшару, м; ν – кінематична в'язкість рідини, м²/с; $U_{сep}$ – середня швидкість руху рідини в зоні вибою, м/с; U_y – швидкість руху рідини в ламінарному підшару на відстані y від вибою, м/с; a і b – коефіцієнти, які залежать від коефіцієнту гідравлічного опору, густини промивної рідини та інших чинників.

Таким чином, можна зробити наступний висновок. Одні частинки породи, що утворилися під впливом породоруйнівного інструменту, піддаються дії прикордонного шару, інші попадають в зону дії ламінарного підшару (рис. 2). В результаті частина шламу залишається не винесеною потоком промивної рідини, що призводить до подальшого його здрібнювання та підвищеного зносу породоруйнівного інструменту.

Неважко бачити, що згідно з (2) та (3) при підвищенні швидкості руху рідини в привибійній зоні в два рази товщина ламінарного підшару зменшиться в два рази, а швидкість руху рідини у ньому самому збільшиться в чотири рази.

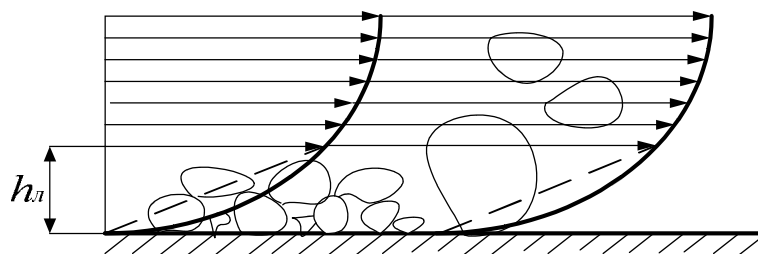


Рис. 2. Профіль швидкостей в привибійній зоні свердловини.

В роботі [3] показано, що основним чинником ефективності очищення вибою є турбулентний стан промивної рідини в привибійній зоні. Інтенсивність турбулентності потоку на вибої визначається головним чином в'язкістими властивостями промивної рідини. З ростом в'язкості промивної рідини знижується рівень турбулентності, а отже погіршуються умови очищення вибою.

При бурінні долотами для відриву частинки зруйнованої породи від вибою потоком промивної рідини необхідно створити достатньо високу гідродинамічну силу, що буде діяти на частинку [4]. Однак для цього недостатньо створити тільки високу швидкість потоку на виході з сопла. Необхідно також по можливості наблизити насадки до поверхні вибою. В деяких випадках для досягнення досконалої очистки вибою використовують замість трьох промивних отворів два або один, а також встановлюють насадки гідромоніторних доліт похило, що тягне за собою збільшення сили, діючої з боку потоку на частинку зруйнованої породи, що знаходиться на вибої.

Висновки

1. На ступінь очищення вибою впливає швидкість потоку, причому її горизонтальна складова, що направлена уздовж вибою, густина та в'язкість промивної рідини і як наслідок цього режим її руху.

2. При виборі параметрів промивної рідини потрібно по можливості зменшувати її густину та в'язкість.

Література

1. Пестров А. П., Гусман А. М. Исследование процесса очистки призабойной зоны при различных режимах и схемах промывки скважин // Сборник трудов Сибирского института нефтяной промышленности Совершенствование технологии строительства скважин в Западной Сибири. – Тюмень, 1984. – С. 15 – 21.
2. Bobo R., Hoch R. Keies to Successful Competitive Drilling // World Oil. – 1957. – 145, IX.
3. Кудряшов Б. Б., Михайлова Н. Д. Влияние вязкости промывочной жидкости на работоспособность твердосплавных буровых коронок // Информационное сообщение. – Вып. 83. Серия: Методики и техника геологоразведочных работ; организация производства № 16. – М.: ОНТИ ВИЭМС, 1965. – 14 с.
4. Маковей Н. Гидравлика бурения. Пер. с румынского. – М.: Недра, 1986. – 536 с.

Надійшла 05.07.2006 з.