

УДК 622.244

**А.И. Вдовиченко, С.П. Кириченко**

*Ковельская геологоразведочная экспедиция, г. Ковель, Украина.*

### **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭМУЛЬСОЛА Э2-ЕД ПРИ АЛМАЗНОМ БУРЕНИИ.**

*The results of skilled works on application of vegetable oilier in washing liquid E2-ED are given at diamond drilling*

Специалистами Ковельской ГРЭ ГРГП „Пивничгеология” были проведены опытные работы по использованию эмульсионной промывочной жидкости (ЭПЖ) на основе эмульсола Э2-ЕД при алмазном бурении скважины во время поиска золота.

Эти работы были выполнены в развитие предложенных автором А.И. Вдовиченком [1] основных направлений совершенствования технологии алмазного бурения с применением высокоэффективных ЭПЖ на основе животных и растительных жиров.

Эмульсол Э2 ЕД (ТУ У 24.6–30740752–002:2006) разработали украинские ученые Н.П. Ермаковым и А.Н. Давиденко. Его серийный выпуск освоен Научно-производственным объединением „Никос” (Новомосковск, Днепропетровская область). Эмульсол представляет собой водную композицию низкотоксичных поверхностно-активных веществ и антифрикционных добавок, изготовленных из продуктов переработки однолетнего растительного сырья. При оптимальной концентрации эмульсола в промывочной жидкости 2 % поверхностное натяжение снижается до 30 мДж/м<sup>2</sup>, коэффициент трения металла по породе – до 0,17; при этом обеспечивается стабильность в жестких водах до 340 мг-экв/л.

Опытные работы проводили при бурении наклонной скважины глубиной до 300 м на Чемерпольском золоторудном участке, расположенном в пределах Савранской металлогенической зоны в юго-западной части Украинского щита на Побужье.

В геологическом разрезе кристаллические породы представлены докембрийскими ультраметаморфическими и метасоматическими образованиями подольско-чернокитового комплекса нижнего протерозоя с прослоями останцев архейских пород бугской серии.

Наиболее широко распространены (82 %) мигматиты диоритового и гранодиоритового состава. Отличительной особенностью мигматитов является непостоянство количественного состава содержания порообразующих минералов, чем обусловлен широкий диапазон изменения физико-механических свойств.

Согласно классификации горных пород по механическим свойствам для вращательно-го бурения (ОСТ 41-89-74) [2] в зависимости от содержания кварца абразивность  $K_{абр}$  от 1,6 до 2,5, что позволяет отнести мигматиты к абразивным и сильно абразивным породам. По показателю динамической прочности ( $F_d = 4,8 - 13,3$ ) мигматиты относятся к малопрочным и умеренно прочным породам. По объединенному показателю ( $P_m = 20,0 - 43,5$ ) мигматиты в данном разрезе относятся к 9 – 10 категории по буримости.

Метасоматиты по гнейсу биотитовому, гнейсы биотитовые и граниты лейкократовые – крутопадающие (до 15 °) перемежающиеся пласты в интервалах глубин 50 – 79, 150 – 160 и 223 – 270 м мощностью от 2,0 до 18 м. Распространенность этих рудовмещающих пород – 5 – 10 %. По физико-механическим свойствам и буримости они аналогичны мигматитам.

По степени трещиноватости в кристаллическом массиве выделяются три зоны: сложенная (до 80 % сильнотрещиноватых пород) в интервале 19 – 45м; слабоосложненная (до 10 % трещиноватых пород) в интервале 46 – 212 м и монолитный горизонт (до 10 % слаботрещиноватых пород) в интервале 213 – 300 м.

Осадочный чехол представлен корой выветривания и четвертичными суглинками мощностью до 10 м.

Исходя из геологического разреза выбрана простая конструкция скважины. До глубины 19,5 м скважина перекрыта обсадными трубами диаметром 108 мм с цементацией затрубного пространства. До глубины 53 м скважина пробурена алмазными коронками диаметром 93 мм. Интервал глубины 52 – 300 м пробурен коронками диаметром 76 мм.

После обсадки алмазное бурение осуществлялось с применением малоглинистого раствора с концентрацией эмульсола Э2-ЕД до 2 %.

Буровое оборудование: станок ЗИФ-650М с электроприводом, смонтированный в буровом здании ПБЗ-4 с мачтой МБТ-5 на транспортной базе ТБ-15; буровой насос НБЗ-120/40; электроснабжение осуществляется от передвижной дизель-электростанции ДЭС-30.

Буровой инструмент: стальные бурильные трубы СБТ-50 с муфто-замковым соединением.

Продоразрушающий инструмент: алмазные импрегнированные коронки БС06-93, БС20-76, БС33-76, расширители РС02 производства ИСМ им В.Н. Бакуля НАН Украины.

Режимы алмазного бурения: частота вращения – 340 – 576 об./мин; осевая нагрузка – 1200 – 1500 даН; скорость промывки – 40 – 80 л/мин.

Промывочная жидкость: малоглинистый раствор плотностью 1,05 – 1,10 г/см<sup>3</sup> обработанный эмульсом Э2-ЕД концентрацией 2 – 4 %.

В процессе бурения скважины проводились опытные работы по определению влияния концентрации эмульсола на скорость вращения бурильного вала, углубление за оборот, проходку на коронку, потери промывочной жидкости в поглощающих горизонтах и устойчивость ствола скважины.

После обсадки скважины бурение осуществляли алмазными коронками БС06-93 с промывкой необработанным стандартным глинистым раствором плотностью 1,2 г/см<sup>3</sup>. Это было вызвано необходимостью ликвидации осложнений при проходке сильно трещиноватого поглощающего горизонта в интервале 19,5 – 26,0 м.

За счет глинистого раствора вывалы породы из стенок скважины были ликвидированы, а интенсивность поглощения снизилась с 80 до 5 л/мин. Бурение на растворе усложнялось высоким давлением насоса, снижением скорости проходки и повышенным износом коронки. При разжижении раствора водой до плотности 1,05 г/см<sup>3</sup> интенсивность поглощения повысилась до 20 л/мин; при этом наблюдалось зашламование скважины и повышение затрат мощности на бурение.

При введении в раствор эмульсола в концентрации от 0,5 % интенсивность поглощения снизилась, затраты мощности на вращение бурильной колонны уменьшились, а также снизилось давление на насосе. С увеличением концентрации эмульсола до 2 % интенсивность поглощения снизилась до 2 л/мин, что позволило снизить подачу промывочной жидкости с 80 до 40 л/мин. Уменьшение затрат мощности на вращение позволило повысить частоту вращения с 340 до 460 об/мин. При этом механическая скорость бурения повысилась с 0,6 до 0,8 м/ч. Углубка за оборот возросла с 0,029 до 0,033 мм/об (на 14 %).

После проходки осложненной зоны и уменьшения диаметра бурения до 76 мм начиная с глубины 53 м проводились опыты по уменьшению концентрации эмульсола вплоть до перехода на бурение водой без добавок. Для снижения затрат мощности и вибраций применяли антивибрационную смазку КАВС-40. При этом интенсивность поглощения достиг 15 л/мин. Для компенсации потерь и обеспечения выхода промывки на поверхность ее подачу увеличивали до 80 л/мин, вследствие чего повысились давление на насосе и гидравлический подпор. Механическая скорость снизилась с 0,8 до 0,72 м/ч при той же частоте вращения. Углубка за оборот снизилась на 10 %. Таким образом, применение смазки КАВС снижает затраты мощности и вибрацию, но не предотвращает поглощение промывочной жидкости и не обеспечивает благоприятные условия для эффективной работы алмазной коронки на забое.

При повышении концентрации эмульсола в глинистом растворе плотностью до 1,08 г/см<sup>3</sup> увеличивается вязкость раствора до такой степени, что закупориваются трещины с

уменьшением поглощения вплоть до полного его прекращения. В тоже время прокачиваемость глинистого раствора, обработанного эмульсолом, повышается, и тем самым снижаются давление насоса и гидравлический подпор. Это создает целый комплекс благоприятных условий работы бурового насоса, станка, бурильного вала и породоразрушающего инструмента, уменьшает подклинку керна и разработку ствола скважины.

Результаты анализа кавернограммы свидетельствуют, что разработка ствола скважины зависит не только от крепости и степени трещиноватости пород, но и от качества промывочной жидкости. Наиболее интенсивная разработка ствола скважины отмечается в интервале под башмаком обсадки до глубины 26 м и далее в интервале 30 -42 м. Диаметр скважины в этих интервалах увеличился до 140 мм. В интервале 52-170 м несмотря на значительное уменьшение трещиноватости пород разработка ствола составила в среднем до 100 мм. Начиная с глубины 212 м разработка ствола отсутствует. В этом интервале поддерживали стабильные параметры промывочной жидкости: малоглинистый раствор плотностью  $1,08 \text{ см}^3$ , обработанный эмульсолом, содержание которого иногда доходило до 5 %. Следует отметить, что повышение содержания эмульсола свыше 2 % не дало существенного эффекта. Поэтому для данных условий оптимальная концентрация составляет 2 %, что обеспечивает механическую скорость бурения алмазными коронками диаметром 76 мм, равную 1,15 – 1,20 м/ч. При частоте вращения 469-576 об./мин углубка за оборот составила 0,042 – 0,35 мм. Это свидетельствует о существенном влиянии эмульсола на эффективность разрушения породы алмазным инструментом.

Наилучшие показатели по проходке показали коронки БС06-93.

Без эмульсии проходка на коронку составила 9,5 м, с эмульсией – 16,8 м. Средняя проходка на коронку БС20-76 без эмульсии составила 9,0 м, с эмульсией – 14,5 м. По коронкам БС33-76 получены показатели соответственно 8,5 и 12,5 м. В среднем за счет применения эмульсии показатели проходки на коронку составил 45 – 75 %. При этом учитывали только показатели по нормально отработанным коронкам. Однако наблюдались случаи преждевременного выхода из строя коронок с аномальным износом, который с начала был отнесен к технологическим причинам. Однако впоследствии при детальном микроскопическом исследовании характера износа было установлено, что причиной аномального износа является некачественное изготовление коронок, в частности недостаточное сцепление алмазов с матрицей, о чем свидетельствовали лунки в матрице оставшиеся от преждевременно выпавших целых алмазов. На коронках с нормальным износом такое явление отсутствовало. Изношенные до половины своего размера алмазы прочно удерживались в матрице. Характерным аномальным износом от преждевременно выпадающих из матрицы алмазов является однотипная кольцевая канавка по наружному диаметру на всю высоту матрицы при сохранении неизменными внутреннего диаметра и высоты матрицы. Образование такой канавки можно предположительно объяснить следующим образом. Выпавшие из торца матрицы целые алмазы под действием промывочной жидкости и центробежных сил мгновенно относятся к наружной части коронки подвергая интенсивному износу краевую часть коронки размером соизмеримым с выпавшим алмазом. Как только кольцевая канавка достигает верхнего уровня промывочного окна проходка резко прекращается.

В инструкциях по отработке алмазного инструмента аномальный износ коронок объясняется технологическим характером, осложнениями в скважине и аварийными ситуациями. В них отсутствуют даже упоминания о причинах, влияющих на качество изготовления, которое в большей степени, чем другие показатели отражается на износостойкости алмазного инструмента.

В технических условиях на изготовление алмазного инструмента отсутствуют требования по гарантийной наработке коронок. Также отсутствует методика контроля качества инструмента опытной отработкой коронкой в заданных условиях.

Недостаточно высокий уровень требований к качеству изготовления алмазного инструмента приводит к выпуску партий некачественной продукции, применение которой резко

снижает показатели буровых работ и не позволяет достоверно оценить эффективность новых разработок.

В данном случае партия более высокого качества алмазных коронок БС06-93 по сравнению с коронками более низкого качества БС20-76 и БС33-76 показала лучшие результаты, несмотря на различие диаметров бурения.

Несмотря на проблемы, связанные с качеством изготовления инструмента, применением недостаточно совершенного оборудования, результаты опытных работ показали, что применение эмульсола Э2-ЕД производства НПО «Никос» при алмазном бурении в условиях юго-западной части Украинского щита экономически целесообразно для обработки малоглинистых растворов и снижения потерь промывочной жидкости при проходке поглощающих горизонтов.

При этом удельный расход эмульсола на 1 м бурения составил 2,5 кг. При рациональном повторном использовании раствора по завершении бурения скважины расход эмульсола может снизиться до 1,5 кг/м, но также установлено, что эмульсол в оптимальных концентрациях способствует очистке раствора от шлама выбуренной породы в циркуляционной системе. Это позволяет качественно поинтервально отбирать и опробовать шлам, что дает дополнительную геологическую информацию.

В результате проведенных опытных работ в производственных условиях доказано следующее:

1. Эмульсол Э2-ЕД производства НПО «Никос» может успешно применяться для обработки малоглинистых растворов при алмазном бурении в осложненных условиях.

2. Оптимальная концентрация эмульсола в глинистом растворе – 2 %.

3. Эмульсол способствует повышению вязкости малоглинистых растворов, глинизации поглощающих горизонтов при уменьшении гидравлических потерь в процессе прокачивания в межтрубных зазорах.

4. Малоглинистый раствор, обработанный эмульсом, обладает высокими смазочными свойствами для эффективного использования алмазного инструмента.

### **Литература**

1. Вдовиченко А.И. Экологические аспекты повышения эффективности геологоразведочного бурения//Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент техника и технология его изготовления и применения. – К.: Изд-во ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2007. – С. 24 – 28.
2. Любимов М.И. Классификация горных пород и рациональное применение буровой техники. – М.: Недра, 1977. – 239 с.

*Поступила 24.06.08*