

ISSN 1728-3841

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



2016 № 4

ГОРНАЯ МЕХАНИКА
И МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 622.234.44:363.2

СПОСОБ ОЦЕНКИ КАВЕРНОЗНОСТИ СТВОЛА СКВАЖИНЫ

Дешковский В.Н., Климович В.В. (ОАО «Белгорхимпром», г. Солигорск, Беларусь)

Представлена методика интерпретации материалов видеозондирования для оценки кавернозности ствола скважины. Представлено описание комплекта оборудования визуального контроля скважин.

Введение

При разработке калийных и каменносоляных пластов в породах кровли образуются зоны нарушения сплошности: обрушения, разломы, трещины. Эти нарушения представляют наибольшую опасность для эксплуатации калийных и соляных рудников, так как являются потенциальными путями миграции агрессивных по отношению к солям вод (водопродводящими трещинами), что может привести к затоплению рудников.

Изучение закономерностей формирования зоны техногенной трещиноватости, определение фактической высоты распространения зоны водопродводящих трещин над отработанными пластами являются актуальными задачами, представляющими большой научный и практический интерес.

Самыми надежными и основными методами определения высоты распространения зоны техногенных водопродводящих трещин в настоящее время являются гидрогеологические и геофизические исследования в специальных скважинах или шпурах (аэро- и гидрокаротаж). Вспомогательным методом исследований скважин является видеозондирование, основанное на визуальном контроле стволов специальных скважин, позволяющее повысить качество интерпретации и достоверность данных по проницаемости подработанного массива горных пород, полученных по результатам основных методов определения высоты распространения зоны техногенных водопродводящих трещин.

Видеозондирование стволов скважин (шпуров) выполняется для решения следующих задач:

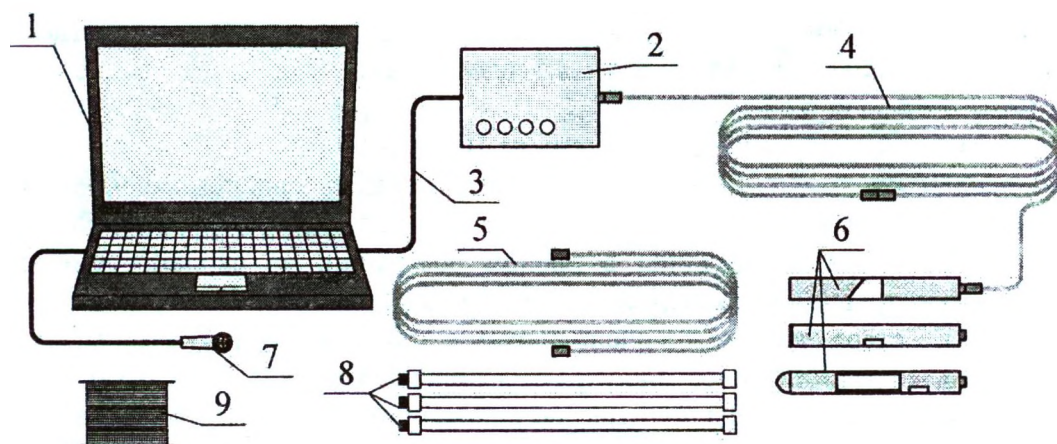
- уточнение геологического строения массива пород (в случае бурения скважин сплошным забоем это один из способов уточнения геологического строения);
- оценка состояния ствола скважины (каверны и техногенные трещины);
- выбор интервалов установки пакеров для разобщения пластов (при определении фильтрационных характеристик пород в отдельных интервалах);
- выбор интервалов установки цементных мостов (разобщение пластов при гидрогеологических исследованиях).

Основная часть

На Старобинском месторождении калийных солей определение высоты распространения зоны техногенных водопродводящих трещин проводится путем бурения специальных скважин и проведения в них комплекса исследований, включающих опрессовки воздухом и жидкостью (аэро- и гидрокаротаж), а также видеозондирование. Видеозондирование стволов скважин является дополнительным (вспомогательным) методом исследований и выполняется совместно с аэро- и

гидрокаротажом для выбора интервалов установки пакеров и цементных мостов с целью разобщения пластов [1-4].

Для визуальной оценки подработанного массива горных пород и степени кавернозности стволов скважин горной лабораторией ОАО «Белгорхимпром» собран комплект оборудования для визуального обследования скважин и шпуров (рисунок 1). Основой оборудования являются видеозонды различных конструкций, оборудованные фронтальными и боковыми видеокамерами. В качестве регистрирующего устройства выступает переносной персональный компьютер. Все необходимые операции выполняются оператором в полевых условиях непосредственно при видеозондировании. Видео- и аудиосигнал в процессе видеозондирования записывается в единый видеофайл на жесткий диск переносного персонального компьютера. После проведения полевых работ производится камеральная обработка (интерпретация) данных видеозондирования.



1 – ноутбук; 2 – блок управления (аккумуляторная батарея 12 В, преобразователь аналогового сигнала в цифровой, кнопки управления видеозондом); 3 – кабель для передачи цифрового видеосигнала через порт USB; 4 – кабель комбинированный (радиочастотный кабель 75 Ом и два провода питания); 5 – дополнительный комбинированный кабель; 6 – видеозонды; 7 – микрофон; 8 – досылочные штанги (для видеозондирования восстающих скважин (шпуров)); 9 – трос металлополимерный (для видеозондирования нисходящих скважин)

Рисунок 1. – Схема комплекта оборудования для визуального обследования скважин

Известно, что состояние ствола скважины характеризуют по степени его кавернозности, оцениваемой с помощью коэффициента кавернозности – квадрат отношения диаметра скважины к диаметру долота.

При бурении по подработанным соляным породам каверны могут образовываться по следующим причинам:

- в результате растворения соляных пород и включений промывочной жидкостью;
- в результате выброса соли и газа при вскрытии скважиной газонасыщенных пород;
- осыпание трещиноватых пород;
- набухание и осыпание глинистых пород;
- деформирование пород под действием горного и опорного давления.

Авторами разработана и на протяжении нескольких лет используется методика камеральной обработки материалов видеозондирования для оценки нарушенности трещинами и кавернозности открытого ствола скважины. Основана она на методе экспертных оценок и позволяет по пятибалльной шкале (от 0 до 4) оценить состояние открытого ствола скважины.

Применяется следующая балльная шкала.

0 баллов – ствол скважины в идеальном состоянии. Стенки скважины ровные (без каверн, вымоин, трещин, сколов). К данным условиям приравниваются интервалы скважин, оборудованные кондукторами, проходными пакерами и обсадными колоннами.

1 балл – ствол скважины в хорошем состоянии с незначительными локальными сколами, цилиндрическими канавками в породе от бурового инструмента. Возможно наличие вымытых промывочной жидкостью прослоек мощностью до 10 мм на глубину до 10 мм.

2 балла – ствол скважины в удовлетворительном состоянии с отдельными сколами, кавернами, трещинами не более 0,5 диаметра скважины d на участке до 0,3 м.

Возможно наличие:

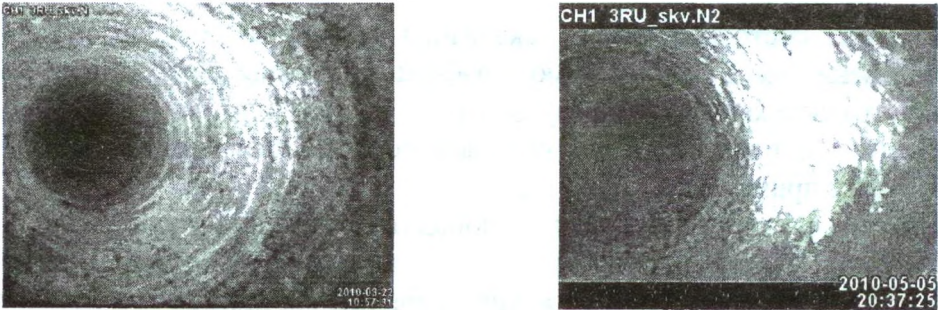
- локальных закрытых или открытых до 10 мм трещин;
- локальных вымытых промывочной жидкостью прослоек мощностью более 10 мм на глубину более 10 мм.

3 балла – ствол скважины в плохом состоянии: со сколами, смещениями породных слоев, трещинами, кавернами от $0,5d$ до d на участках более 0,3 м.

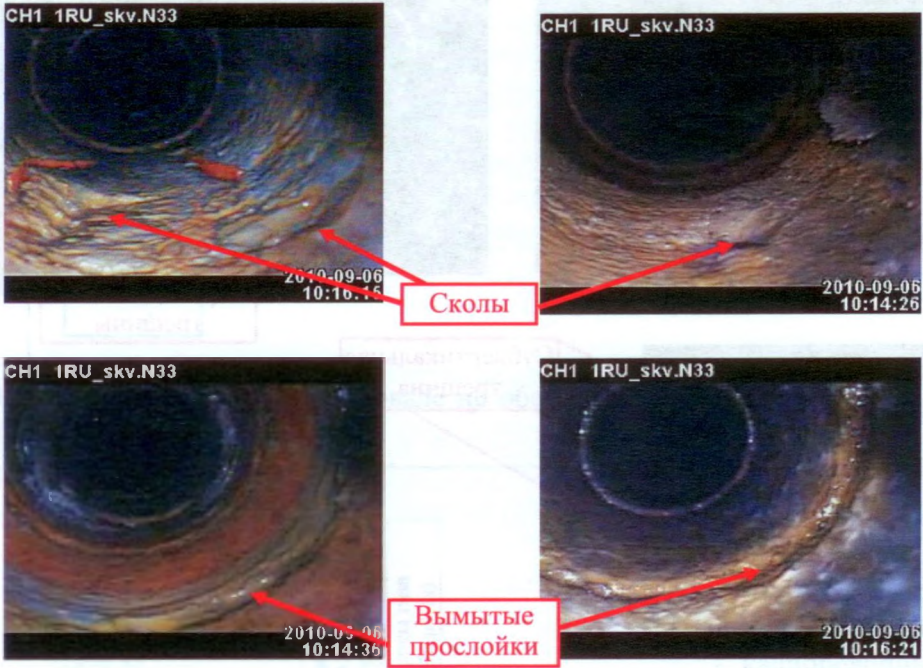
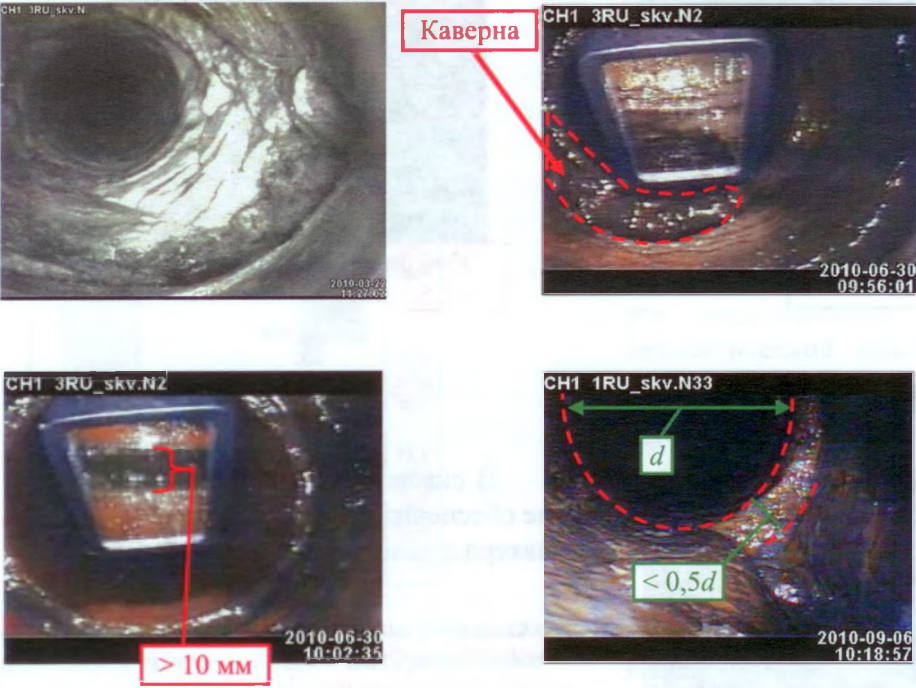
4 балла – ствол скважины в очень плохом состоянии. Сколы, каверны, смещения породных слоев, трещины более диаметра скважины на участках более 0,3 м.

В таблице представлены примеры визуальной оценки открытого ствола скважины по пятибалльной шкале с точки зрения возможности и качества установки пакера, надежности разобщения пластов.

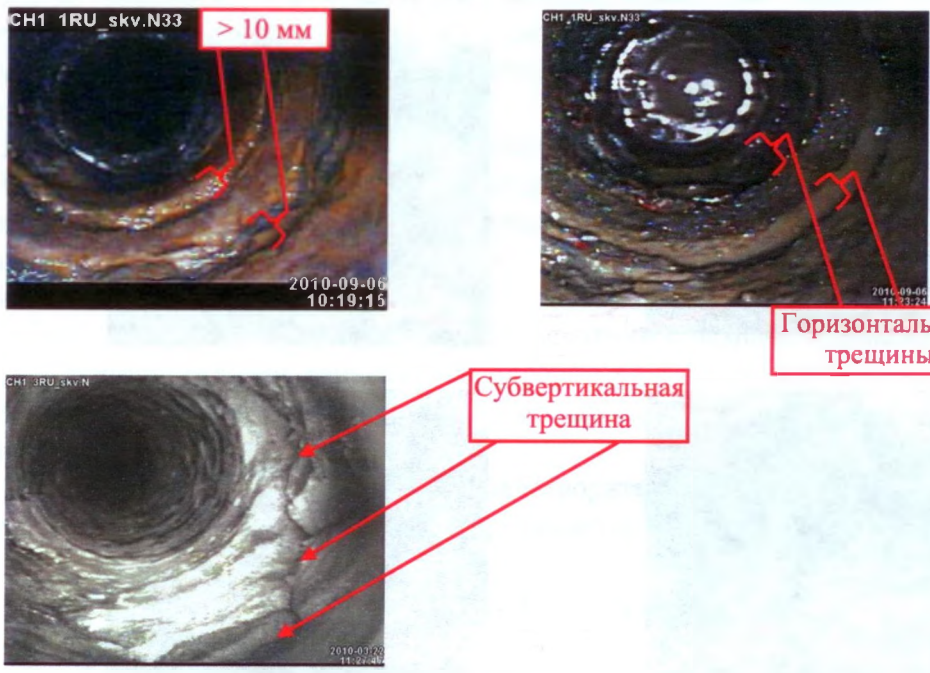
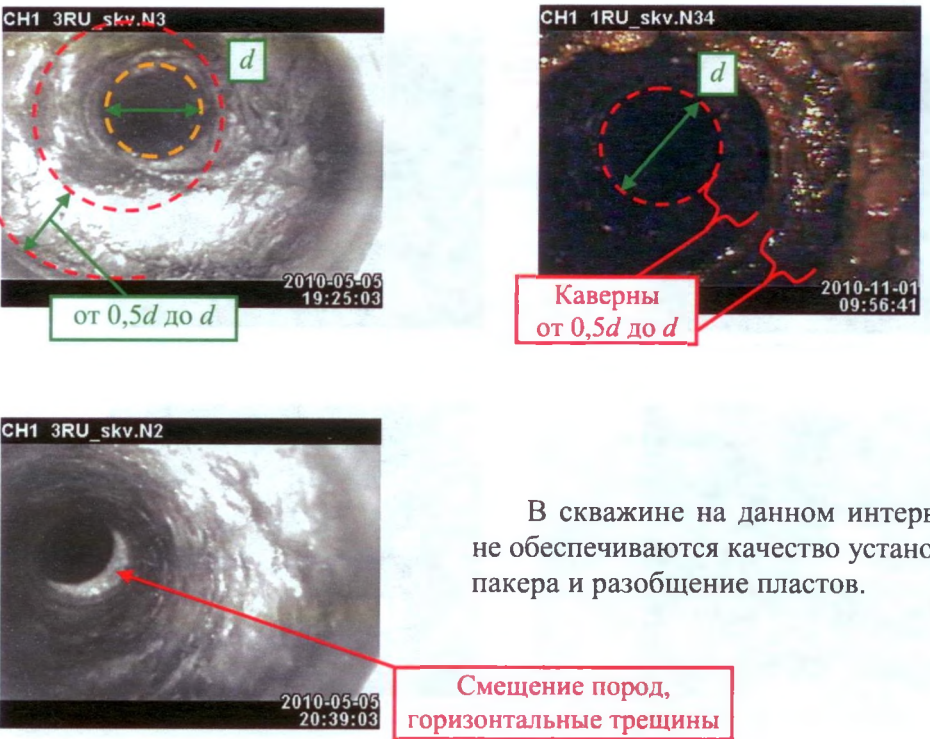
Таблица. – Шкала визуальной оценки характера кавернозности открытого ствола скважины

Фото, характеристика	Оценка, баллы
1	2
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  </div> <p data-bbox="204 1961 1277 2031">В скважине на данном интервале обеспечиваются высокое качество установки пакера и разобщение пластов.</p>	0

Продолжение таблицы

1	2
 <p data-bbox="647 618 757 650">Сколы</p> <p data-bbox="647 934 787 1000">Вымытые прослойки</p> <p data-bbox="178 1050 1226 1116">В скважине на данном интервале обеспечиваются хорошее качество установки пакера и разобщение пластов.</p>	2
 <p data-bbox="647 1196 757 1229">Каверна</p> <p data-bbox="382 1830 500 1862">> 10 мм</p> <p data-bbox="881 1622 908 1655">d</p> <p data-bbox="881 1753 954 1786">$< 0,5d$</p>	2

Продолжение таблицы

1	2
 <p>CH1 1RU_skv.N33 > 10 мм</p> <p>CH1 1RU_skv.N33 Горизонтальные трещины</p> <p>CH1 3RU_skv.N Субвертикальная трещина</p> <p>В скважине на данном интервале в целом обеспечивается удовлетворительное качество установки пакера. Качество разобщения пластов неоднозначно.</p>	
 <p>CH1 3RU_skv.N3 от 0,5d до d</p> <p>CH1 1RU_skv.N34 Каверны от 0,5d до d</p> <p>CH1 3RU_skv.N2 Смещение пород, горизонтальные трещины</p> <p>В скважине на данном интервале не обеспечиваются качество установки пакера и разобщение пластов.</p>	<p>3</p>

Окончание таблицы

1	2
	4
<p>В скважине на данном интервале не обеспечиваются установка пакера и разобщение пластов.</p>	

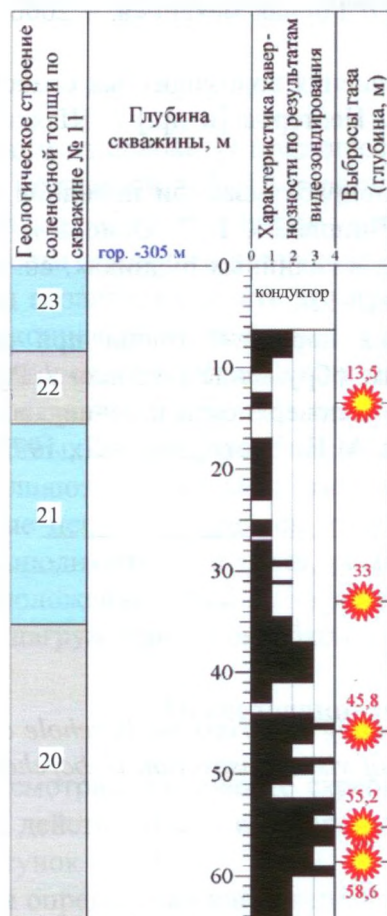


Рисунок 2. – Пример представления результатов с использованием методики интерпретации материалов видеозондирования для оценки нарушенности трещинами и кавернозности открытого ствола скважины

Для уменьшения субъективности при интерпретации данных с использованием представленной методики применяются:

- калибровочные видеозаписи (выполнены на калиброванных макетах стволов скважин);
- палетки, выполненные на прозрачной пленке и закрепляемые на экране монитора над просматриваемым окном проигрывателя видеофайлов, с нанесенными сетками и проектными сечениями скважин.

Оценка нарушенности трещинами и кавернозности открытого ствола скважины проводится интервалами не более 1 м. Результатом оценки выступает диаграмма, которая представляется совместно с литологической колонкой скважины (рисунок 2).

Выводы

В результате выполненных работ и исследований:

- представлен комплект оборудования для визуального обследования скважин;
- предложена и опробована на практике (обработано несколько десятков скважин) методика интер-

претации материалов видеозондирования, основанная на методе экспертных оценок. Представленная методика позволяет по пятибалльной шкале (от 0 до 4) оценить состояние открытого ствола скважины, не требуется применение специального программного обеспечения;

- представлены примеры визуальной оценки открытого ствола скважины по пятибалльной шкале с точки зрения возможности и качества установки пакера, надежности разобщения пластов;

- предложены технические средства для уменьшения субъективности при интерпретации данных видеозондирования с использованием представленной методики;

- предложенный способ оценки кавернозности ствола скважины позволяет при минимальных материальных затратах решать задачи по обследованию открытых стволов скважин и интерпретации полученных данных.

Список цитированных источников

1. Изучение зон нарушения сплошности пород подрабатываемой толщи на месторождениях калийных солей. Часть 1. Методы расчета сдвига и деформаций массива горных пород / А.Д. Смычник [и др.] // Горная механика. – 2006. – № 3. – С. 27-32.

2. Исследования в области оценки и сохранения водозащитных свойств толщи, подрабатываемой калийными рудниками / М.П. Нестеров [и др.] // Шахтное строительство. – 1982. – № 1. – С. 12-14.

3. Юдин, Р.Э. Контроль за состоянием подрабатываемой породной толщи на калийных месторождениях / Р.Э. Юдин, Э.Х. Вишняков, В.П. Осипов // Контроль, прогнозирование и управление состоянием пород в калийных рудниках: сб. науч. тр. / ВНИИГ; под ред. О.В. Ковалева. – Л., 1985. – С. 116-126.

4. Юдин, Р.Э. Характер деформирования породной толщи при разработке калийных пластов длинными забоями с полным обрушением кровли / Р.Э. Юдин, Е.Г. Климчук, Б.Н. Яровский // Сдвигание земной поверхности и толщи на калийных месторождениях: сб. науч. тр. / ВНИИГ; под ред. М.П. Нестерова. – Л., 1977. – С. 92-100.

Deshkovsky V.N., Klimovich V.V.

Ways of evaluation of borehole cavernosity

The technique of interpretation of video sounding materials for borehole cavernosity evaluation is presented. Equipment set description of visual inspection of boreholes is presented.

Поступила в редакцию 04.11.2016 г.