

## **МЕТОДИКА ВИЗУАЛЬНОГО ВНУТРИСКВАЖИННОГО КОНТРОЛЯ (ВВК) СОСТОЯНИЯ ГОРНОГО МАССИВА**

У статті приведена методика, обладнання та програмне забезпечення для проведення візуального внутрішньосвердловинного контролю стану гірського масиву.

## **THE TECHNIQUE OF THE VISUAL INSIDE CONDITION WALLS OF THE CONTROL OF A CONDITION OF A ROCK MASS**

In the article clause a technique, equipment software for carrying visual inside condition walls of a rock mass.

Комплексное применение различных инструментальных геофизических способов позволяет наиболее достоверно оценить геомеханические состояние породного массива. Визуальный внутрискважинный контроль в сочетании с другими методами и средствами исследований позволяет получить полную информацию о:

- типе и структуре вмещающих пород, окружающих горную выработку - измерение расслоений, трещиноватости, включений и т.п.;
- наличии и ориентации межпластовых контактов;
- пустотах за крепью горных выработок;
- трещины и полости в бетонной и железобетонной крепи;
- сводах обрушения над крепью выработок;
- состоянии внутренней поверхности дегазационных, буровых и др. скважин;
- источниках выделения жидкости в скважины и пустоты;
- механических проблемах внутри скважины, таких как упавшие в скважину предметы и детали бурового оборудования, параметрах их заиления;
- повреждениях обсадных труб;
- перфорация;
- установке положения и ориентировании заглушек, отводных клиньев, окон в скважинах, пересекающих несколько пластов;
- обстановке за вентиляционными перемычками;
- состоянии и уплотнении вмещающих пород;
- недоступных обвалах за механизированной крепью.

Для увеличения информативности исследований, в процессе работы комплекса ВВК, возможно переключение типа подсветки. Подсветка может работать в видимом и инфракрасном световом диапазонах, а также в режиме регистрации выступающих частей исследуемой поверхности.

В основу работы комплекса ВВК положена идея получения, передач, хранения и обработки видеоинформации (фотоинформации), позволяющая оценивать искомые параметры состояния горного массива. Приборная база основана на современных миниатюрных блоках, имеющих минимальные габариты и высокую производительность, высокую помехоустойчивость, низкое энергопотреб-

ление, влага и пылезащищенность. [1-4].

Наиболее эффективно применение визуального внутрискважинного контроля при решении задач контроля и диагностики технического состояния скважины, при проведении аварийных и ловильных работ. Одновременно съемка поверхности осевой и радиальной камерами позволяет выявить и детально рассмотреть механические нарушения конструкции скважины (свищи, порывы, замятия и смещения обсадной и эксплуатационной колонн), завалы и обрушения, посторонние предметы в открытом стволе, в скважине. По видеозаписи определяется глубина расположения, форма и размеры выделенного объекта.

Видеосъемка позволяет зафиксировать направление и характер движения воды в скважине, и для оценки зон активного водопритока и поглощения, перетоков между вскрытыми водоносными горизонтами и т.п.

Данные ВВК могут быть использованы для принятия решения о ремонтно-пригодности рабочих и выведенных из эксплуатации скважин, целесообразности проведения работ по восстановлению продуктивности скважин. С помощью ВВК оценивают степень закольматированности трещин в горном массиве, выделяют интервалы для обработки, определяют мощность шламовых отложений, контролируют результаты восстановительных мероприятий.

Получаемая видеoinформация о поверхности скважин позволяет без дополнительных интерпретаций, непосредственно на месте производить выполнение строительных и буровых работ, определять геологический разрез, интервалы водопритоков, состояние и конструкцию скважин [5].

#### **Комплект оборудования.**

Комплекс для выполнения визуальных исследований внутренней поверхности скважин (полостей) состоит из следующих основных компонентов:

- видеокамера,
- насадка бокового наблюдения для видеокамеры с источниками света,
- досыльник с силовыми, информационными и управляющими кабелями,
- базовый блок включающий монитор, компьютер, систему управления и источники электрической энергии.

Внешний вид комплекса ВВК представлен на рис. 1.

Принципиальная схема работы комплекса ВВК представлена на рис. 2.

Основные технические характеристики комплекса ВВК приведены в табл. 1.

Применяемый в комплексе ВВК компьютер *HP iPAQ rz3715* содержит:

- процессор, частота процессора *Samsung S3C 2440*, 400 МГц;
- память доступная пользователю 152Мб, общий объем памяти (ОЗУ) ПЗУ: 128 МБ; оперативная: 64 МБ *SDRAM*, *SD* слот с установленной картой *MMC* 1 Гб;
- экран цветной, трансрефлективный, *TFT* , 65000 цветов и оттенков, 240x320 пикселей, диагональ видимой части экрана 85 миллиметров,
- интегрированные модули *WLAN 802.11b*, *Bluetooth*, инфракрасный порт;
- микрофон, встроенный полифонический динамик, гнездо 3,5 мм для подключения стереонаушников;
- варианты ввода информации пером и прикосновением;
- средства обеспечения безопасности WEP 64/128-bit compliant to IEEE

802.11. Compliant to 802.1X (EAP-TLS, PEAP). WPA;  
 - операционная система Windows Mobile 2003 Second Edition;



Рис. 1 – Внешний вид комплекса визуального внутрискважинного контроля

Таблица 1 – Основные технические характеристики комплекса ВВК

Параметр	Значение параметра
Диаметр скважины, мм	Более 30
Длина скважины, м:	
- горизонтальной, восстающей	8- 30
- нисходящей (отклонение от вертикали до 20°)	до 200
Температура внутрискважинной среды, °С	От 0 до +45
Общий объем оперативной памяти, Гбайт	1
Количество фотоснимков	
- 1280*960	2500
- 640*480	10000
Разрешающая способность, мм	D > 0,015
Продолжительность автономной работы:	
- в режиме наблюдения	6-9
- в режиме выполнения обработки информации	3-4
- в режиме записи, воспроизведения фотоизображения, аудиокомментариев	2-3
Исполнение	РВ, РО
Масса без досылника, кг, не более	10



сыльник, с помощью которого определяют положение скважины в пространстве в балтийской системе координат или относительно условной нулевой точки. Это определение выполняют с помощью меток, нанесенных на досыльнике, а абсолютное положение видеокамеры рассчитывается программой *TinySheet3*, при заполнении полей расчетного файла.

Затем включают монитор, и видеокамеру с подсветкой выбранного типа.

После того, как камера начала работать и изображение полости поступает на экран монитора, перемещением досыльника внутрь скважины исследуют ее.

Оценив состояние интересующего участка внутренней поверхности скважины, если это нужно, изображение сохраняют в памяти компьютера. Для этого включают компьютер, загружают операционную систему, а следом за ней программу для захвата видеоизображения с компьютером.

За счет встроенного в компьютер микрофона и динамика, возможно, также создавать, хранить и прослушивать до 200 часов аудиокomentarиев.

С помощью специальных программ (*HP Image Zone, UltraG v2.54 ARM*), возможно производить оперативную оценку состояния горного массива, в частности выполнять:

- определение направления развития повреждений (рис. 3, а),
- определение наклона пласта (рис. 3, б),
- оценку площади повреждений (рис. 3, в),
- оценку длины трещин (рис. 3, г).

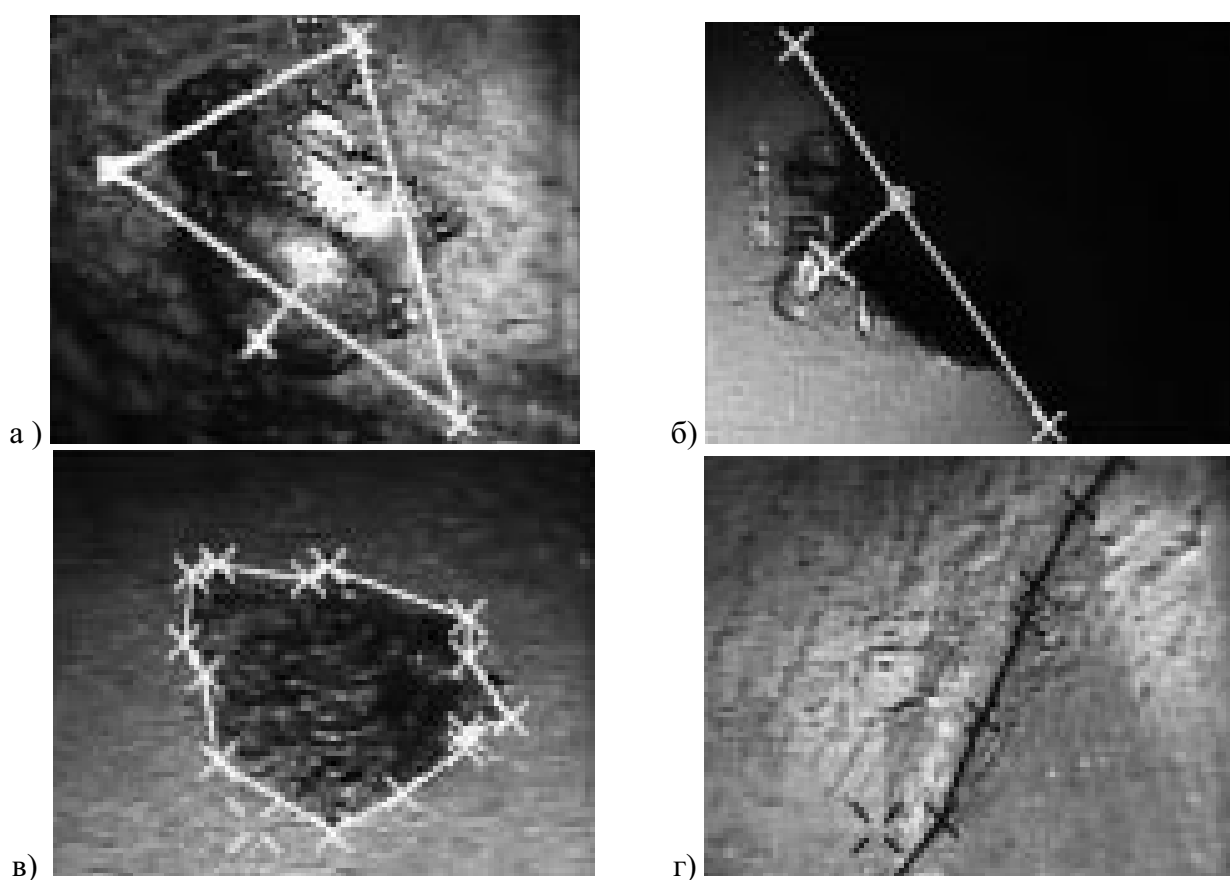


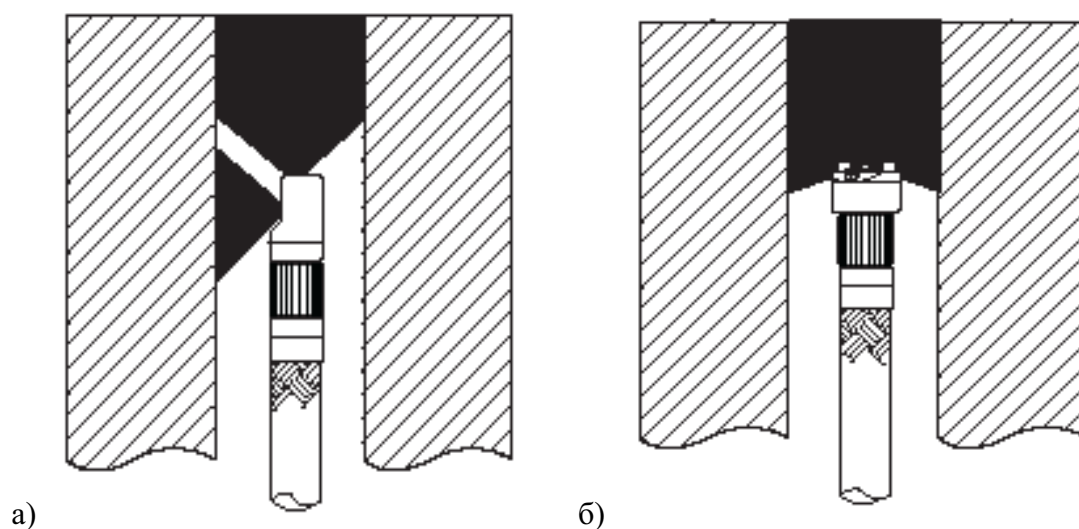
Рис. 3 – Примеры обработки фотографических файлов

Математическую обработку (состояние, прогноз) данных, проводят вводя данные через встроенный в компьютер сенсорный терминал, в поля специальных расчетных программ (*TinySheet3*).

Получив интересующую информацию монитор, компьютер и видеокамеру с подсветкой выключают, досыльник складывают и переходят к исследованию следующей скважины.

Комплекс ВВК может содержать сменные оптические адаптеры (объективы), предназначенные для изменения оптических характеристик, таких как направление обзора, угол поля зрения и глубина резкости (рис. 4).

Для повышения информативности, комплекс визуального внутрискважинного контроля может быть укомплектован двумя видеокамерами – прямого и бокового наблюдения. Также может комплектоваться миниатюрным лазерным устройством, позволяющим оценивать расстояние от видеокамеры до исследуемой поверхности и объектов на ее ней.



а – прямого-бокового обзора, б – сверхширокоугольный (220°)

Рис. 4 – Оптические адаптеры.

#### Оформление результатов исследований

Синхронизация со стационарными *IBM*-совместимыми компьютерами осуществляется в камеральных условиях программой *ActiveSync*.

Первичные результаты хранятся в виде файлов отдельных фотографий. Программой видеозахвата автоматически предлагается изменяющиеся последовательно имена файлов (от 0001-9999). Рекомендуется дописывать к этому названию расстояние в миллиметрах, отраженных на линейке досыльника. Эти файлы сохраняются в поддиректорию с именем исполнителя, названием горной выработки, номера пикета и типа скважины, в которой проводится исследование.

Поддиректория с таким именем должна находиться в директории с названием лавы (участка), и в ней также должны находиться поддиректории по типу предыдущей, но содержащие информацию об остальных типах исследований (рис. 5).

Звуковые комментарии сохраняются в файловой системе, на том же

уровне в файловом дереве и рядом с фотографическими файлами.

После многократных исследований результаты заносятся в программу *DeltaX* для расчета абсолютной статистической погрешности.

Для работы с цифровыми фотографиями может быть рекомендован ряд программ по обработке изображений: *GNU Image Manipulation Program*, *Adobe Photoshop*, *MatLab*, *MathCA*, а также *IBM*-совместимые компьютеры, например типа *Pentium* с частотой процессора не ниже 450 МГц, объемом оперативной памяти не менее 128 Мб, графическим 3D-акселератором, монитором не менее 15 дюймов, операционной системой *Windows 98* и выше [6, 7].

Дальнейший анализ данных производится специальными службами – маркшейдерским отделом, геологическим отделом и др., используя стандартные методики и оборудование.

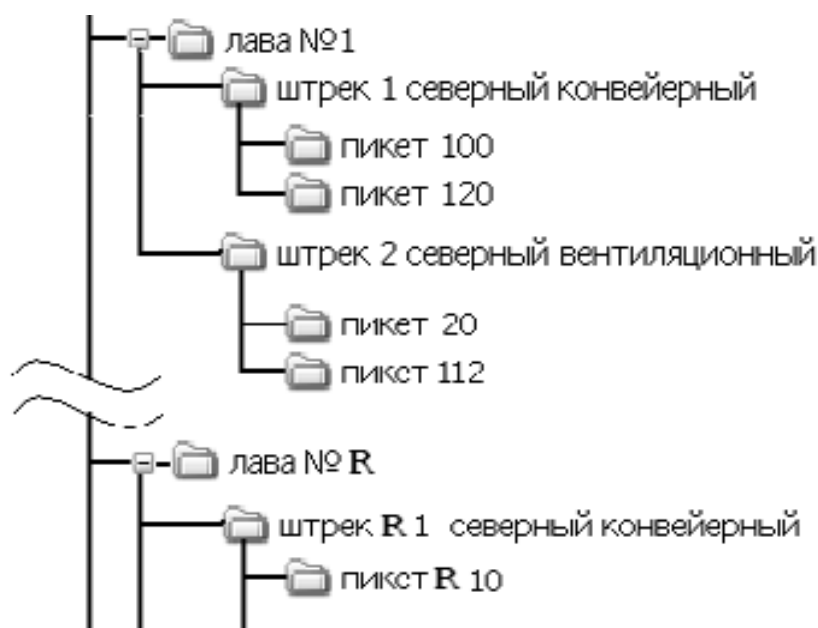


Рис. 5 – Пример файловой структуры

Техника безопасности при выполнении исследований с помощью комплекса ВВК.

#### 1. Требования к обслуживающему персоналу.

К работе с комплексом допускаются лица, имеющие квалификационную группу по ПТЭ и ПТБ не ниже III (для установок напряжением до 1000 В), прошедшие обучение по программе, утвержденной руководителем предприятия, и прошедшие стажировку для приобретения практических навыков эксплуатации комплекса ВВК.

#### 2. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ.

2.1. Работа на устройстве должна производиться постоянно закрепленным, специально обученным обслуживающим персоналом в количестве не менее 2-х человек, назначенных распоряжением руководства организации.

2.2. При передаче смены дежурный оператор обязан сдать устройство заступающему на дежурство, оформив прием и сдачу соответствующей записью в

оперативном журнале:

- состояние и режим работы устройства;
- изменение технологических режимов;
- недостатки, выявленные в процессе работы;
- время каждого подключения и отключения комплекса ВВК и причины остановок.

2.3. При обнаружении неисправности оператор принимает необходимые меры по ее устранению, вплоть до отключения устройства, делает запись в оперативном журнале и докладывает непосредственному руководителю.

3. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ.

3.1. Тестирование работы комплекса ВВК необходимо проводить до и после исследовательских работ.

3.2. Техническое обслуживание (зарядка аккумуляторов, очистка от пыли, воды, резервирование файлов и т.п.) комплекса ВВК осуществляется по мере необходимости.

4. Производство ремонтных и наладочных работ.

4.1. В подземных условиях возможна замена вышедших из строя блоков частей устройства.

4.2. Категорически запрещается производить ремонт блоков в подземных условиях. Ремонтные работы могут производиться только в специально оборудованных мастерских с привлечением подготовленного персонала.

5. Меры безопасности при эксплуатации устройства

5.1. Перед выполнением работ необходимо убедиться в наличии и годности защитных средств.

5.2. После включения устройства запрещается:

- производить ремонтные работы;
- находиться около устройства посторонним лицам.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зайцев М.С. Анализ состояния современных технических средств для визуального внутрискважинного контроля состояния горного массива./ Межвед. сб. научных трудов «Геотехническая механика». ИГТМ НАН Украины. Днепропетровск. - 2004. - Вып.48. - С. 199-205.
2. "Инструкции по визуальному и измерительному контролю". Постановление № 92 от 11 июня 2003 г. (Д). Федеральный горный и промышленный надзор России.
3. Kamera introskopowa do badania struktury skal w otoczeniu otworu wiertniczego. Lukasz Stopyra "GASTOP", P. H. U. – Krakow, 2003. – 5 i.
4. Система скважинного видео "HAWKEYE II™". "Argosy Technologies Ltd." М. 2004 – 5 с.
5. Видеокартаж. ЗАО "Союзгеопром Сервис" <http://www.sgps.ru>.
6. Безюков О.К., Супруненко С.В., Некрасов А.В., Выбор средств документирования и обработки результатов эндоскопии УДК 621.43.(075) Научно-технический центр "Оптические системы контроля", С.-Пб. госуд. университет водных коммуникаций, <http://www.endoskop.ru/publications/p3/index.html>.
7. Сирота Г.А. Технические эндоскопы – приборы для визуального контроля труднодоступных объектов, Россия, Научно-технический центр "Оптические системы контроля", С.-Пб. госуд. университет водных коммуникаций <http://www.endoskop.ru/publications/p6/index.html>.