

На рисунке 3 представлен график изменения целевой функции в зависимости от весовых коэффициентов. На интервале  $[0; 0,5]$  график монотонно возрастает, в точке 0,5 достигает своего максимального значения и на интервале  $[0,5;1]$  монотонно убывает. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что наиболее предпочтительно рассматривать задачу поиска оптимального проекта конструкции, как задачу нелинейного математического программирования, критерием оптимальности которой является либо максимум долговечности фермы при заданной массе, либо минимум ее массы при заданном сроке эксплуатации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долинский В.М. Расчет элементов конструкций, подверженных равномерной коррозии.//Исследования по теории оболочек.-Казань 1976.-Вып.7.-с.37-42.
2. Зеленцов Д.Г. Об одном алгоритме численного решения некоторых классов систем дифференциальных уравнений.//Придніпровський науковий вісник. Фізико-математичні науки. – 1998.-№112(179).- с. 31-37.
3. Зеленцов Д.Г., Кольчик С.В. Моделирование процесса коррозионного износа в задачах оптимального проектирования конструкций, использующих метод конечных элементов.//Компьютерные методы в задачах прикладной математики и механики. Сб. научн. трудов ИК НАН Украины. – К., 1998. – с.40-47.
4. Скалозуб В.В., Зеленцов Д.Г., Солодка Н.А. Исследование компромиссно-оптимальных свойств изгибаемых стержней, работающих в агрессивных средах.//Ресурсосберегающие технологии в транспортном и гидротехническом строительстве. Сб. научн. трудов №9. – Днепропетровск, АРТпресс, - 2000 – с. 163-167.
5. Колесник И.А., Зеленцов Д.Г., Храпач Ю.А. Моделирование коррозионных процессов в стержнях при осевом растяжении и сжатии.// Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. Вип. 1(9). – Дніпропетровськ, 2000. – с.49-55.
6. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование. М., Мир, 1975, 534 С.

УДК 550.837:622.283.4:622.2

В.В. Туманов, Н.Н. Киселев

### **ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ЭЛЕКТРОМЕТРИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЗАКРЕПНОГО ПРОСТРАНСТВА ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШАХТНЫХ СТВОЛОВ**

Розглянуто принципи інтерпретації експериментальних даних екваторіально-дипольної установки при вивчанні порушень суцільності простору за кріпленням вертикальних шахтних стволів. Запропоновано методіку обчислення відносних параметрів, що дозволяє підвищити надійність прогнозу за рахунок виключення впливу неоднорідностей кріплення ствола

### **THE MAIN PRINCIPLES OF ELECTROMETRY RESULTS INTERPRETATION IN RESEARCHING THE STIFFENED SPACE OF THE VERTICAL SHAFT**

The experimental data interpreter principles of equatorial dipole unit in continuous research problem behind the vertical shaft stiffener are reported. The computation method of the relative parameters is proposed that to permit in increasing of forecast reliability by including the influence of discreet shaft stiffener.

Из сложного комплекса капитальных, подготовительных и очистных выработок горного предприятия вертикальный шахтный ствол занимает особое положение как наиболее ответственное инженерное сооружение, являющееся главной транспортной, вентиляционной и коммуникационной магистралью,

связывающей подземное и поверхностное хозяйство шахт в период строительства и эксплуатации до окончания разработки месторождения, а в отдельных случаях и после разработки.

В решении вопросов безопасной эксплуатации шахтных стволов немаловажное место отводится объективной оценке состояния закрепного пространства по всему интервалу ствола. Используемые в настоящее время методы оценки, базирующиеся на результатах визуального осмотра и бурения шпуров через крепь ствола не могут дать объективной картины состояния закрепного пространства, так как визуальный осмотр вносит в результат оценок существенный элемент субъективизма, а бурение шпуров через крепь ствола из-за низкой производительности, громоздкости оборудования и дороговизны проводится выборочными интервалами. Вполне очевидно, что применять бурение шпуров через крепь ствола для регулярных режимных наблюдений за состоянием закрепного пространства нецелесообразно, во-первых, из-за разрушающего воздействия бурения на крепь ствола, во-вторых, по экономическим причинам.

В связи с изложенным представляется актуальным применять для оценки состояния закрепного пространства объективные параметры, каковыми являются параметры физических полей, регистрируемые с помощью геофизических методов.

УкрНИМИ предложен способ [1], основывающийся на изучении распределения в околоствольном массиве электрического поля экваториально-дипольной установки. При выполнении измерений питающие и измерительные электроды установки заземляются непосредственно в крепь ствола без нарушения ее целостности, а используемая схема наблюдений позволяет обеспечить необходимую детальность исследований как по глубине, так и по периметру сечения ствола. Методика обработки материалов сводится к вычислению относительных параметров, что дает возможность сивелировать влияние ствола как выработки на результаты измерений.

Профилирование дипольными установками имеет некоторые преимущества перед другими видами профилирования, прежде всего, в том, что графики кажущегося сопротивления  $\rho_k$ , полученные с помощью дипольных установок, более дифференцированы, а это дает возможность более четко выделять изучаемые объекты.

В качестве примера рассмотрим результаты наблюдений с помощью экваториально-дипольной установки в стволе №3 на шахте “Привольнянская” ПО “Лисичанскуголь”.

При выполнении измерений электроразведочные аппаратура и оборудование размещались на нижнем этаже клетки. Питающие электроды А и В, подсоединенные к генератору, заземлялись в тубинговую крепь со стороны одного выхода из клетки, образуя вертикальный диполь с размером АВ=1,0 м. Измерительные электроды М и N, соединенные с микровольтметром, заземлялись в тубинговую крепь со стороны противоположного по отношению к АВ выхода из клетки, образуя вертикальный диполь MN=1,0 м, расположенный на одинаковой глубине с питающим диполем. При одном положении АВ измерения разно-

сти потенциалов напротив двух соседних углов клетки со стороны выхода из нее.

В процессе измерений измеренному значению  $\Delta U$  присваивался индекс  $jk$ , где индекс  $k$  обозначал положение измерительного диполя MN,  $j$  обозначал положение питающего диполя АВ. Замерам тока присваивался индекс положения питающего диполя АВ.

В процессе перемещения клетки по стволу в интервалах тубинговой крепи с шагом 2,0 м. производились измерения  $\Delta U_{jk}$ . Измерения выполнялись из левой и правой клетей в трех вариантах. При выполнении измерений шахтные неполяризуемые электроды и места их заземлений смачивались раствором медного купороса.

Измерения выполнялись в нескольких интервалах тубинговой крепи от 36 до 760 м. Контрольные замеры составили 10% от общего объема измерений.

Обработка материалов электрометрических наблюдений в стволе выполнялась на компьютере с реализацией следующих операций:

1. вычисление параметров  $\Delta U_{jk}/I_j$ , отражающих характер поведения кажущихся удельных электрических сопротивлений;
2. усреднение вычисленных  $\Delta U_{jk}/I_j$  в скользящем окне:
  - а) по трем точкам;
  - б) дважды по трем точкам;
3. построение графиков  $\Delta U_{jk}/I_j$  и их средних значений, определение нормального фона графиков;
4. построение графиков относительных параметров, вычисленных по формулам:

$$\eta_{jk} = \frac{\Delta U_{jk}^* - \Delta U_{jk}^{*(cp)}}{\Delta U_{jk}^* + \Delta U_{jk}^{*(cp)}} \quad (1)$$

$$f_{jk} = \frac{\Delta U_{jk}^{*(cp)} - \Delta U_{jk}^{*(нф)}}{\Delta U_{jk}^{*(cp)} + \Delta U_{jk}^{*(нф)}} \quad (2)$$

$$m_{jk} = \frac{\Delta U_{jk}^* - \Delta U_{jk}^{*(cp)}}{\Delta U_{jk}^* + \Delta U_{jk}^{*(cp)}} \quad (3)$$

В приведенных формулах  $\Delta U_{jk}^* = \Delta U_{jk}/I_j$ ;  $\Delta U_{jk}^{*(cp)} = (\Delta U_{jk}/I_j)^{(cp)}$ ;  $\Delta U_{jk}^{*(нф)} = (\Delta U_{jk}/I_j)^{(нф)}$  соответственно значения измеренные, усредненные дважды по трем точкам, нормального фона.

При интерпретации материалов электрометрических наблюдений тубинговая крепь рассматривалась как, в целом, квазиоднородная среда с удельным электрическим сопротивлением (УЭС) меньшим, чем окружающий ствол породный массив. В квазиоднородной среде для положений питающих и измерительных электродов, при вполне справедливом допущении, что ток рас-

текается по всему периметру горизонтальных сечений ствола, имеет место соотношение:

$$\frac{\Delta U_{31}}{\Delta U_{34}} \approx \frac{\Delta U_{22}}{\Delta U_{23}} \approx \frac{\Delta U_{13}}{\Delta U_{12}} \approx 1.5 - 2.0$$

При отсутствии плотного контакта тубинговой крепи с породным массивом в местах заземления питающих электродов предполагалась, что подавляющая часть тока будет растекаться по тубинговой крепи. С учетом того, что тубинговая крепь представляет собой квазиоднородную среду, при отсутствии плотного контакта тубингов с породным массивом в местах заземления питающих электродов будет выполняться соотношение для усредненных значений параметров, приведенных в данном соотношении.

В реальных условиях соотношение не наблюдается, так как имеет место влияние толщи переслаивающихся пород различного типа УЭС, различной степени трещиноватости и обводненности, наличия или отсутствия тампонажа закрепного пространства и т.д.

Различная длина установок (расстояние между питающим и измерительным диполями) обуславливает различную степень влияния ствола как выработки на результаты измерений, что исключает сопоставление аномалий, связанных с нарушениями сплошности закрепного пространства, для количественных оценок.

Вполне очевидно, что необходимо исключить влияние ствола как выработки на результаты измерений экваториально-дипольной установкой. Исключить влияние ствола как выработки на результаты измерений можно за счет вычисления относительных параметров  $\eta_{jk}$ ,  $f_{jk}$  и  $m_{jk}$ .

Из изложенного выше можно заключить, что вид представления графиков относительных параметров достаточно удобен для сравнения и позволяет с достаточной степенью уверенности выделять интервалы неуверенной корреляции или потери корреляции различных пар графиков, которые могут быть приурочены к неоднородностям в закрепном пространстве конкретных мест ствола. Однако использование планов графиков относительных параметров не позволяет достаточно четко оконтурить неоднородности на развертке по стенкам ствола. Для количественного сравнения аномалий между собой представляется возможным при оконтуривании неоднородностей в закрепном пространстве ствола использовать карты равных значений относительных параметров.

В результате сопоставления карт относительных параметров с данными бурения установлено, что изометричные и вытянутые структуры изолиний как с положительными так и с отрицательными значениями параметров соответствуют пустотам.

Из формул (1-3) видно, что положительные значения относительных параметров относятся к повышенным значениям кажущихся удельных электрических сопротивлений (параметр  $\Delta U/I$  отражает изменения  $\rho_k$  пород), отрицательные значения относительных параметров связаны с аномалиями по-

ниженных кажущихся сопротивлений. Практика каротажа и электроразведочных исследований убедительно показывает, что в осадочном комплексе понижение значений  $\rho_k$  в большей степени обусловлена обводненностью массива пород.

Таким образом, из рассмотренного выше видно, что использование карт равных значений относительных параметров дает возможность получать контуры неоднородностей закрепного пространства на развертке по стенке ствола, а по знаку аномалий судить об обводненности неоднородностей закрепного пространства.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент Украины №19548А МКИ G 01 V3/02. Способ выявления нарушений сплошности закрепного пространства вертикальных шахтных стволов / В.Т. Умрихин, В.В. Туманов, Н.Н. Киселев, В.Н. Седов, Н.Ф. Шевченко. - №94022375; Заявлено 10.02.94; Опубл. 25.12.97, Бюл. №6. - 19 с.

**УДК 622.233.623**

#### Л.М. Васильев, В.С. Демченко, С.В. Демченко **ОБОСНОВАНИЕ УСИЛИЯ ПОДАЧИ СТАНКА ДЛЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН МАЛОГО ДИАМЕТРА**

Наведено методику і результати експериментальних досліджень для визначення зусилля подачі станка під час буріння свердловин малого діаметру в вугільних та слабких гірських породах. Обґрунтована частота обертання бурового інструменту при бурінні порід міцністю  $f \leq 5$  одиниць по шкалі професора М. М. Протодьяконова.

#### **AXIAL ADVANCING FORCE FOUNDATION FOR BORE HOLE DRILLING**

The method and experimental research results are presented to obtain the advancing force of drilling unit during bore drilling in coal and slight rocks. Rotary drilling cutting frequency for rock hardness with relative strength coefficient  $f \leq 5$  after Prof. M.M. Protodyakonov is obtain.

Осевое усилие является основным параметром при вращательном бурении скважин и зависит от многих факторов, в том числе от глубины буримой скважины, частоты вращения бурового инструмента, скорости бурения и крепости угля или горной породы. Крепость угля в некоторых бассейнах страны достигает 3...5 единиц по шкале профессора М. М. Протодьяконова [1]. Кроме этого ДонУГИ [2] внедрен метод увлажнения пласта путем забуривания скважин по породам кровли или почвы с последующим выходом их в угольный пласт. Поэтому можно заключить, что бурение скважин может осуществляться по углям и породам различной крепости. Ориентируясь на угли и на наиболее распространенные твердые включения и вмещающие породы, принимаем, что станок должен бурить угли и породы крепостью до  $f \leq 5$ . В этом случае частота вращения бурового инструмента определится по формуле [3]:

$$n_{кр.} = 1000 - 100 \cdot f.$$

Тогда частота вращения при  $f \leq 5$  составит  $n = 500$  об/мин.