УДК 551.252(24):622.831(624.131)

М.В.Никулин, А.Л.Панфилов, Л.М.Панова, О.А.Иванова
ВНИМИ, Санкт-Петербург, Россия

ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ИСХОДНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ МОДЕЛИ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД МУЛЬДОВОЙ ЧАСТИ ВОРКУТСКОГО УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Геологическая информация была формализована и помещена в электронные таблицы, что позволяет использовать созданную базу данных для автоматизированного построения объемной геолого-геометрической модели Воркутского месторождения и отдельных его частей.

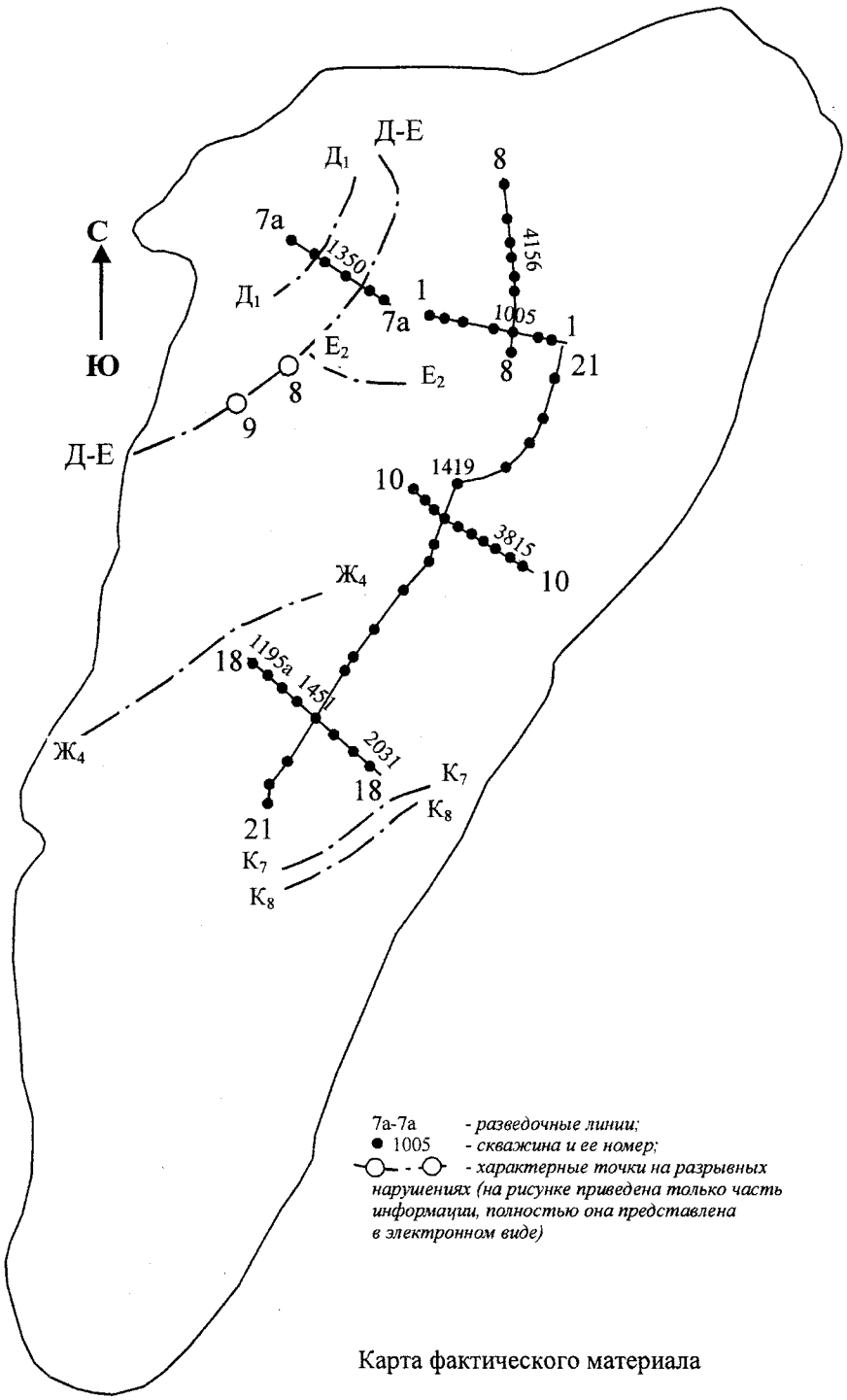
Geological data has been parameterized and input into database developed at the Institute VNIMI. Data was used for the construction of geological 3D solid model of the Vorkuta coal deposit.

Первым этапом разработки генеральной схемы доработки мульды Воркутского месторождения с учетом рационального развития и обеспечения геодинамической безопасности горных работ является построение пространственной модели приосевой части месторождения. Для построения модели сформирована база данных исходной геологической информации.

Силами лаборатории горнопромышленной геологии ВНИМИ в ходе командировок и камеральных работ выполнены:

- сбор, обобщение, анализ и переинтерпретация геологической информации по данным публикаций, фондовых материалов, данных геологической разведки, первичных материалов геологической службы ОАО «Воркутауголь»; собранная текстовая и графическая документация использована для составления карты фактического материала (см. рисунок).
- апробация программного обеспечения, разработанного во ВНИМИ и включающего как отечественные, так и зарубежные программные продукты, адаптированные специалистами института для архивации и отображения геологической информации, поступающей по мере отработки (доизучения) месторождения и уточняющей геологическое строение как отдельных участков шахтных полей, так и месторождения в целом.

Формирование базы геологической информации осуществлялось с учетом консультаций главных геологов разведочной организации Печороуглеразведка ОАО «Воркутауголь» и шахт, горные отводы которых входят в генеральную схему доработки приосевой части Воркутской мульды (шахты «Комсомольская», «Северная», «Воркутинская», «Заполярная»). Кроме того, была использована геологическая документация по отработанным участкам шахтных полей, примыкающих к



Карта фактического материала

намеченной по генеральной схеме доработки части месторождения.

В результате анализа и разбраковки геологической информации разработаны формальные (табличные) описания графических данных по скважинам, разрезам и гипсометрическим планам, что позволяет построить цифровую геолого-геометрическую модель приосевой части мульды Воркутского месторождения. Информация по разрывным нарушениям, подсечениям пластов угля и четвертичным отложениям помещена в электронные таблицы (Excel).

Рассмотрим исходные посылки и практические приемы, использованные при создании базы исходной геологической информации. Отметим, что любые геологические объекты должны быть пространственно привязаны, т.е. иметь плановые и высотные координаты. Причем при построении модели условная система координат должна быть единой как для любой части конкретного шахтного поля, так и для месторождения в целом.

Преобразование данных по скважинам в табличную форму осуществлялось следующим образом. Выбирался геологический разрез по разведочным линиям, например разрез 18, шахта Воркутинская (см. рисунок), и заполнялась таблица (табл.1). Для получения абсолютной отметки почвы пласта необходимо из значения глубины подсечения почвы пласта по разрезу разведочной скважины вычесть высотную отметку устья данной скважины. В таблицу заносятся данные по всем скважинам со всех разведочных линий по всем рабочим пластам.

С учетом мощностей пластов этих сведений достаточно для построения гипсометрических планов пластов или изображения этих пластов в аксонометрической проекции с детальностью, достаточной для проектирования горных работ. Используемое программное обеспечение позволяет выбирать сечение горизонталей. Кроме того, возможно построение геологических разрезов по любому произвольному сечению, выделение любого фрагмента модели и разворот его в пространстве.

При создании базы данных была введена информация по 221 скважине, по 10 пластам интинской свиты (от пл. h_6) и рудницкой подсвиты (до пл. n_1), а также по четвертичным отложениям. В статье для примера приведены только фрагменты таблиц (табл.1), вся информация хранится в электронных таблицах (Excel).

База данных исходной геологической информации включает и информацию о разрывных нарушениях пластов угля. Характеристика тектонических нарушений также помещена в электронные таблицы и в статье показана в виде фрагментов (табл.2).

Программное обеспечение, используемое специалистами ВНИМИ, позволяет трансформировать данные электронных таблиц и «встраивать» нарушения в объемную модель пластов угля, а также корректировать смещение пластов в соответствии со смещением крыльев разрывов.

Для построения тектонических схем по различным угольным пластам и совмещенных тектонических планов создана база данных по гипсометрическим планам пластов Мощного и Четвертого полей шахт Воркутского месторождения в масштабе 1:10 000. Информация сведена в табл.3 и архивирована в электронном виде. Характерные точки (табл.3) выбирались по простиранию нарушения, абсолютные отметки сместителя определись в местах примыкания соответствующих изогипс к сместителю. Плановые координаты характерных точек устанавливались автоматически (по программе) от ближайших скважин с известными координатами.

Таблица 1

Исходная информация при формировании геологической базы данных (три фрагмента)

№ п/п	Шахта	Разведочная линия	Номер скважины	Глубина скважины, м	Координаты устья скважины, м			Мощность Q отложений, м	$Z(Q)$, м
					X	Y	$Z(H)$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
35	Воркутинская (Заполярная)	17	1504	1072,00	14260,34	12276,16	165,80	80,00	85,80
36			1152	1040,00	13639,54	12650,34	152,97	66,00	86,97
37			1134	690,50	12937,77	13840,59	105,75	12,75	93,00
38			1135	492,25	12619,44	13718,35	104,95	19,90	85,05
39			1136	447,30	12448,80	13896,10	112,20	20,05	92,15
40			1137	480,05	12258,38	14150,35	124,70	33,40	91,30
41		18	1195а	883,05	13782,06	10534,66	154,39	58,50	95,89
42			1489	921,00	13264,30	11106,71	147,90	63,00	84,90
43			1451	860,00	12792,58	11622,09	102,80	16,00	86,80
44			1492	781,00	12466,95	12014,06	117,50	33,00	84,50
45			1491	708,00	12208,36	12301,90	132,00	42,00	90,00
46			2010	600,00	11876,41	12654,38	142,50	49,00	93,50
47			2024	590,00	11668,37	12870,35	153,83	60,50	93,33
48			2031	700,00	11541,08	13020,80	158,87	67,00	91,87
49	Комсомольская	1а-1а	1120	1008,00	23980,81	12891,44	189,10	–	–
50			2030	942,00	23895,18	13312,89	184,20	–	–
51			1310	1058,00	23730,48	13857,75	196,80	–	–
52			2032	967,00	23654,62	14198,87	204,50	–	–
53			1566	1051,00	23570,38	14559,69	203,20	–	–
54		2а-2а	1301	945,00	24494,66	13260,66	189,00	73,00	116,00
55			1115	1082,05	23502,76	13353,39	186,58	76,00	110,58
56			2023	1046,00	23154,29	13275,23	206,10	80,00	126,10
57			1586	1041,00	22596,51	13149,03	200,00	89,00	111,00
58		1б-1б	2032	967,00	23564,62	14198,87	204,50	89,00	115,50
59			1592	1016,00	23164,83	14197,76	211,60	88,00	123,60
60		2б-2б	2026	1010,00	23449,58	13582,71	203,90	86,00	117,90
61			1585	1045,00	23055,31	13560,15	214,50	94,00	120,50

№ п/п	Абсолютная отметка почвы пласта,м									
	Мощный $n_{14+13+12+11}$	Трой-ной $n_{14+13+12}$	n_{14}	n_{14+13}	n_{13+12}	n_{13}	n_{12}	Четвертый n_{11}	Пятый n_7	n_1
1	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
35	–	-802,05	–	–	–	–	–	-825,40	-871,90	–
36	–	-697,18	–	–	–	–	–	-716,53	-768,53	–
37	–	-478,50	–	–	–	–	–	-502,75	-552,45	–
38	–	–	-279,35	–	-287,40	–	–	-307,51	-357,75	–
39	–	–	-216,15	–	-227,95	–	–	-249,80	-302,40	–
40	–	–	-160,00	–	-198,60	–	–	-238,00	-326,00	–
41	–	-615,42	–	–	–	–	–	-638,31	-683,71	–
42	–	-674,20	Надвиг	–	–	–	–	-756,20	-799,10	–
43	–	-734,78	–	–	–	–	–	–	–	–
44	–	-656,95	–	–	–	–	–	-674,20	-721,10	–
45	–	-566,65	–	–	–	–	–	-588,70	-638,00	–
46	–	-476,50	–	–	–	–	–	-486,95	-536,10	–
47	–	-345,95	-342,20	–	-353,10	–	–	-376,15	-423,50	–
48	–	-290,07	-292,07	–	-315,67	–	–	-342,17	-394,52	–
49	–	–	-380,53	–	-408,78	–	–	-439,23	-496,83	
50	-587,80	–	–	–	–	–	–	–	-627,20	-711,00
51	-699,30	–	–	–	–	–	–	–	-729,46	-744,80
52	-733,05	–	–	–	–	–	–	–	-754,95	-844,90
53	-705,34	–	–	–	–	–	–	–	-749,58	-804,50
54	-721,05	–	–	–	–	–	–	–	-752,30	-837,90
55	-619,00	–	–	–	–	–	–	–	-654,00	-731,40
56	-750,32	–	–	–	–	–	–	–	-783,72	–
57	-781,65	–	–	–	–	–	–	–	-798,90	–
58	-803,30	–	–	–	–	–	–	–	-839,00	–
59	-705,34	–	–	–	–	–	–	–	-735,22	-820,50
60	-739,95	–	–	–	–	–	–	–	-772,95	-858,40
61	-758,00	–	–	–	–	–	–	–	-791,60	–

№ п/п	Мощность пласта, м									
	Мощный $n_{14+13+12+11}$	Тройной $n_{14+13+12}$	n_{14}	n_{14+13}	n_{13+12}	n_{13}	n_{12}	Четвертый n_{11}	Пятый n_7	n_1
1	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
35	–	3,24	–	–	–	–	–	1,49	0,75	–
36	–	3,00	–	–	–	–	–	1,45	0,60	–
37	–	3,31	–	–	–	–	–	1,60	1,62	–
38	–	–	1,47	–	0,95	–	–	1,39	1,33	–
39	–	–	1,72	–	0,95	–	–	1,64	1,60	–
40	–	–	1,50	–	1,51	–	–	1,08	0,64	–
41	–	2,39	–	–	–	–	–	1,54	0,65	–
42	–	2,98	–	–	–	–	–	1,24	154,00	–
43	–	–	–	–	–	–	–	1,29	–	–
44	–	2,48	–	–	–	–	–	1,37	0,69	–
45	–	3,02	–	–	–	–	–	1,37	0,74	–
46	–	3,70	–	–	–	–	–	1,35	0,84	–
47	–	2,37	1,02	–	0,97	–	–	1,45	1,11	–
48	–	2,94	1,73	–	1,16	–	–	2,03	0,50	–
49	–	–	1,75	–	0,91	–	–	1,34	0,87	–
50	4,15	–	–	–	–	–	–	–	1,17	0,86
51	3,88	–	–	–	–	–	–	–	0,93	0,9
52	3,77	–	–	–	–	–	–	–	0,85	0,68
53	4,07	–	–	–	–	–	–	–	0,86	0,8
54	3,69	–	–	–	–	–	–	–	0,90	0,85
55	3,95	–	–	–	–	–	–	–	0,96	0,9
56	4,10	–	–	–	–	–	–	–	1,00	–
57	4,10	–	–	–	–	–	–	–	1,00	–
58	3,40	–	–	–	–	–	–	–	0,88	–
59	4,07	–	–	–	–	–	–	–	0,85	0,8
60	3,90	–	–	–	–	–	–	–	0,85	0,8
61	3,72	–	–	–	–	–	–	–	0,90	–

Таблица 2

Характеристика нарушений по геологическим разрезам (по геолого-разведочным линиям) ОАО «Воркутауголь»

№ п/п	Индекс нарушения	Плановые координаты нарушений		Абсолютная отметка глубины подсечения сместителя по разрезу *Z*, м	Вертикальная амплитуда *H*, м	Угол падения сместителя, град,	Абсолютные отметки концов нарушения на разрезе, м	Шахта	Номер геолого-разведочной линии	Номер скважины, подсекающей нарушение
		X	*Y*							
1	$Ж_4$	12802,03	10313,76	-614	36	23	-392, -782	Воркутинская (Заполярная)	19	2880
2	$Ж_4$	13782,06	10534,66	-378	40	27	-308, -920		18	1195[а]
3	$Ж_4$	13264,30	11106,71	-686	60	21	-308, -920		18	1489
4	$Ж_4$	14260,34	12276,16	-720	15	16	-672, -908		17	1504
5	$Д_1$	22881,20	11391,79	-516	2-4	55	+120, -684	Комсомольская	7[а]-7[а]	1578
6	$Д_1$	22775,35	11498,39	-254	2-4	60	+120, -684		7[а]-7[а]	1084
7	$Д_1$	23721,78	12097,78	-434	2	33	-380, -720		4-4	1558
8	$Д_1$	22703,85	11601,11	-62	2-4	63	-120, -684		7[а]-7[а]	1316
9	$Д_1$	22260,68	10511,37	-232	2	58	+124, -400		9-9	107
10	$Д_1$	22186,38	10690,65	+64	2	58	+124, -400		9-9	1079
11	$Д_1$	23216,56	11659,57	-574	2	58	+116, -758		6-6	1556
12	$Д_1$	23121,51	11792,73	-278	2	58	+116, 758		6-6	1552
13	$Д_1$	23016,79	11928,18	+56	2	60	+116, -758		6-6	1551
14	$Д_1$	23437,59	11947,07	-286	2	55	+114, -690		5-5	1302
15	$К_7$	За пределами площади		-56	9	52	+94, -364	Воркутинская (Заполярная)	18	18
16	$К_8$			+20	7	35	+100, 204		18	18

Таблица 3

Плановые координаты (*X*, *Y*) и абсолютные отметки сместителей разрывных нарушений (*Z*) пластов Мощного и Четвертого Воркутского месторождения

Нарушение	Номер точки	*Y*, м	*X*, м	*Z*, м
Д-Е	1	12985,24	23503,56	–
	20	12955,52	23650,24	-750,00
	19	12838,05	23358,48	–
	2	12929,27	23322,60	-570,00
	3	12642,67	22875,13	-570,00
	4	12439,75	22489,62	-745,00
	5	12303,23	22164,79	-800,00
	6	12191,37	21850,88	-860,00
	7	12022,51	21677,99	–
	18	11983,82	21752,56	-825,00
	8	11792,28	21569,40	–
	17	11744,74	21633,71	-840,00
	9	11379,59	21121,46	–
	16	11346,10	21153,86	–
	10	10987,06	20620,97	–
	15	10953,57	20660,07	–
	11	10637,90	21216,09	–
	14	10612,71	20242,89	–
	13	10128,56	19732,16	–
	12	10148,87	19703,80	–
Е2	35	11663,16	21072,30	–
	36	11949,53	20831,22	–
	58	11962,92	20859,15	–
	57	12091,31	20813,35	–
	37	12224,17	20645,10	-795,00
	56	12261,01	20700,96	-840,00
	38	12490,32	20503,68	-802,00
	55	12523,81	20556,85	-845,00
	39	12856,51	20322,69	-806,00
	54	12882,18	20377,44	-855,00
	40	13106,92	20263,48	-805,00
	53	13118,09	20326,05	-860,00
	52	13633,87	20253,43	-850,00
	41	13715,37	20187,52	-798,00
	42	13943,46	20171,88	-796,00
	51	13930,06	20210,98	-845,00
	50	14323,04	20242,26	-840,00
	49	14576,92	20269,93	-830,00
	43	14634,97	20243,14	-790,00
	44	14786,80	20265,47	-820,00
	45	14948,68	20269,93	-810,00
	46	15125,07	20267,70	-800,00
	47	15331,61	20243,14	-790,00
	48	15465,58	20228,63	-787,00

Формирование геологической базы данных создает основы построения цифровой геолого-геометрической модели любой части месторождения с детальностью, определяемой детальностью исходной геологической информации. Технически формирование базы данных исходной геологической информации сводится к формализации геологической документации путем заполнения соответствующих электронных таблиц (табл.1-3). Эта задача вполне доступна даже для начинающих пользователей персональных компьютеров.

При формировании базы данных исходной геологической информации по четырем шахтным полям учитывалось как геологическое строение отработанной части Воркутского месторождения, так и геолого-разведочные данные участков, подлежащих доработке. Так, по отработанной части поля шахты «Комсомольская» использованы данные по 14 разведочным линиям. Геолого-разведочная информация была скорректирована по материалам документации эксплуатационной разведки. Уточнения касались в основном тектонического строения шахтного поля и мест расщепления пласта.

По полю шахты «Северная» геолого-разведочные линии (1, 4, 8) в основном приходятся на неотработанную приосевую часть мульды. Разведочные линии 20, 21 ориентированы по простиранию восточного крыла мульды и пересекают поля шахт «Воркутинская» и «Заполярная», характеризуя как отработанную, так и намеченную к отработке части месторождения. Кроме того, в базу данных вошли сведения по вновь пробуренным геолого-разведочным скважинам, которые будут включены в отчет экспедиции «Печоруглеразведка» в 2001 г.

Целый блок информации по отработанным частям шахтных полей характеризует литологический состав и физико-механические свойства угленосной толщи Воркутского месторождения. Исходная информация базы геологических данных включает и результаты лабораторных испытаний физико-механических свойств образцов угля и вмещающих горных пород, отобранным по горным выработкам, разрезам вентиляционных стволов и по ряду геолого-разведочных скважин по полям шахт «Комсомольская», «Северная», «Заполярная», «Воркутинская». Основной объем информации по физико-механическим свойствам угля и терригенных пород получен в ходе исследований ПечорНИИпроекта.

Физико-механические показатели массива горных пород характеризуют прочностные, деформационные и ряд других свойств, всего 16 позиций. Геологическая база данных содержит такие важные для расчета напряженного состояния массива горных пород показатели, как динамический модуль упругости, коэффициент Пуассона, угол внутреннего трения, коэффициент сцепления, объемная масса, естественная влажность, пористость и другие.

Опыт отработки Воркутского месторождения указывает, что удароопасность угольных пластов связана с наличием в кровле пластов мощных прослоев песчаников, которые оказывают большое влияние на напряженное состояние пластов при их подготовке и отработке. Углевмещающая толща месторождения представлена переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов. Процентное соотношение литотипов пород важно для геомеханической характеристики массива горных пород и во многом определяет

геодинамическую обстановку месторождения.

Для учета влияния песчаников на отработку приосевой части Воркутской мульды была создана база данных по содержанию песчаников в процентах по обобщенному разрезу месторождения. Для этого выбирались основные разрезы по простиранию и вкрест простирания мульды. Данные формализовались и сводились в электронные таблицы. Содержание песчаников вычислялось поинтервально по скважинам, попадающим на разведочные линии. Таким образом, вмещающая толща охарактеризована на всю глубину вскрытия.

Полученная информация позволяет в автоматическом режиме строить погоризонтные схемы соотношения песчаников в процентах по всей площади месторождения и серию графиков, показывающих соотношение мощностей междупластий с прочными и ослабленными породами (песчаники и аргиллиты). Информационная база, включающая литологическую характеристику пород углевмещающей толщи Воркутского месторождения и физико-механические свойства горных пород, будет использована для разработки геомеханического обоснования рационального развития горных работ при отработке мульдовой части Воркутского месторождения.

Формирование геологической базы данных не должно быть разовой задачей, его следует проводить систематически. Это поможет решать и многие другие задачи инженерного обеспечения горных работ, связанные с отработкой месторождения.