

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 622.261

А.П. Андрианов, М.С. Вагапов, А.И. Набоков, В.Н. Хомченко

ТИПИЗАЦИЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВЕДЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Шахты Кузнецкого бассейна характеризуются сложными и разнообразными горно-геологическими условиями разработки пластов.

По мере увеличения глубины ведения горных работ количественно изменяются -газоносность, геологическая нарушенность и другие характеристики, осложняющие эксплуатацию месторождения. Знание характера отрицательного влияния этих факторов на условия ведения горных работ позволяет оценить степень сложности шахты при разработке угольных пластов.

Для выявления характера и степени влияния осложняющих факторов на подземные горные работы сотрудниками отраслевой лаборатории № 2 с участием авторов был собран и обработан обширный материал по горно-геологическим факто-

работки шахтопластов положены 11 факторов, оказывающих наибольшее отрицательное влияние на условия производства подземных горных работ: глубина разработки; мощность пласта и ее изменчивость; угол падения пласта и его изменчивость; дизъюнктивная нарушенность; устойчивость пород непосредственной кровли и почвы; обрушаемость пород основной кровли; газоносность пласта; опасность пласта по внезапным выбросам; опасность пласта по горным ударам; опасность угля пласта по самовозгоранию. Оценку сложности разработки шахтопластов предложено производить по интегральному (многофакторному) показателю, полученному с учетом всех 11 факторов. Для этого разработана специальная типизация шахтопластов Кузбасса, позволяющая

Таблица 1

Категория сложности шахтопластов по мощности и углам падения

Мощность пласта, м	Категория сложности по мощности (в баллах)	Угол падения пласта, град	Категория сложности по углу падения (в баллах)
До 0,7	1 (простая)	0-18	1 (простая)
0,71-1,2	2 (средней сложности)	19-35	2 (средней сложности)
1,21-3,5	3 (сложная)	36-55	3 (сложная)
Более 3,5	4(весьма сложная)	Более 55	4(весьма сложная)

рам и явлениям по 351 шахтопласту Кузбасса.

В число исследуемых факторов включались: морфология угольных пластов; мощность и изменчивость мощности за счет выклинивания, расщепления, размывов, раздувов и пережимов; степень пликативной и дизъюнктивной нарушенности пластов, изменение гипсометрии пласта, мелкоамплитудные разрывные нарушения, трещиноватость; литологический состав, строение, физико-механические свойства углей и углевмещающих пород, которые в значительной степени оказывают влияние на устойчивость пород непосредственной кровли и почвы и обрушаемость пород основной кровли; газоносность угольных пластов, а также опасность угольных пластов по внезапным выбросам и горным ударам; глубина ведения горных работ.

Все собранные по шахтопластам данные обрабатывались и сводились в соответствующие таблицы.

В основу типизации шахт по сложности раз-

работки шахтопластов положены 11 факторов, оказывающих наибольшее отрицательное влияние на условия производства подземных горных работ: глубина разработки; мощность пласта и ее изменчивость; угол падения пласта и его изменчивость; дизъюнктивная нарушенность; устойчивость пород непосредственной кровли и почвы; обрушаемость пород основной кровли; газоносность пласта; опасность пласта по внезапным выбросам; опасность пласта по горным ударам; опасность угля пласта по самовозгоранию. Оценку сложности разработки шахтопластов предложено производить по интегральному (многофакторному) показателю, полученному с учетом всех 11 факторов. Для этого разработана специальная типизация шахтопластов Кузбасса, позволяющая

количественно (в баллах) оценить каждый шахтопласт по сложности разработки.

Оценка категории сложности шахтопластов по мощности и углам падения приведена в табл. 1, по глубине разработки в табл. 2.

Категорийность сложности пластов в табл. 1 приведена на основании классификации пластов по мощности и углу падения в соответствии с ПТЭ, а в табл. 2 – исходя из опыта работы шахт

Таблица 2

Категория сложности шахтопластов по глубине ведения горных работ

Глубина ведения горных работ, м	Категория сложности по глубине разработки (в баллах)
До 150	1 (простая)
150-350	2 (средней сложности)
350-550	3 (сложная)
Более 550	4 (весьма сложная)

Таблица 3

Категории сложности шахтопластов по основным горно-геологическим факторам

Горно-геологические факторы и определяющие их показатели	Категории сложности шахтопластов (в баллах)			
	1 (простая)	2 (средней сложности)	3 (сложная)	4 (весьма сложная)
Изменчивость мощности пласта	Слабоизменчивый	Среднеизменчивый	Изменчивый	Весьма изменчивый
Коэффициент вариации по мощности v_m , %	До 10	10-15	15-20	Более 20
Изменчивость угла падения пласта	Слабоизменчивый	Среднеизменчивый	Изменчивый	Весьма изменчивый
Среднеквадратическое отклонение угла, град	До 5	5-10	10-15	Более 15
Дизъюнктивная нарушенность	Слабонарушенный	Средненарушенный	Нарушенный	Весьма нарушенный
K_l , км ⁻¹	До 0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	Более 2,0
K_n , шт/км ²	До 0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	Более 2,0
Устойчивость непосредственной кровли	С устойчивой кровлей	Со средней неустойчивой кровлей	С неустойчивой кровлей	С весьма неустойчивой кровлей
Допускаемая площадь обнажений, м ²	15-20	10-15	5-10	До 5
Допускаемое время обнажений, мин	60-120	20-60	5-20	До 5
Прочность непосредственной кровли $\sigma_{сж}$, МПа	Более 45	25-45	10-25	До 10
Обрушаемость основной кровли	С легкообрушаемой кровлей	Со среднеобрушаемой кровлей	С труднообрушаемой кровлей	С весьма труднообрушаемой кровлей
$\sigma_{сж}$, МПа	До 25	25-45	45-70	Более 70
Количество выделяемого газа метана, м ³ /т	До 5	5-10	10-15	Более 15
Газоносность пласта	Слабогазоносный	Среднегазоносный	Газоносный	Сильногазоносный
Опасность по внезапным выбросам	Неопасный	Угрожаемый	Опасный	Весьма опасный
Опасность по горным ударам	Неопасный	Угрожаемый	Опасный	Весьма опасный
Опасность по самовозгоранию угля	Неопасный	Малоопасный	Опасный	Весьма опасный

Кузбасса, достигших соответствующих глубин ведения горных работ. Градации в табл. 3 (интервал изменения количественных показателей) установлены на основе изучения степени влияния каждого фактора на сложность разработки угольных пластов. При этом влияние изменчивости мощности пласта определялось коэффициентом вариации (в процентах).

Изменчивость угла падения пласта определялась величиной стандартного отклонения σ_a .

Дизъюнктивная нарушенность шахтопластов определялась показателями K_l (км⁻¹), K_n (шт/км²).

Методика определения сложности пластов разработки отдельных шахтопластов изложена в работах [1, 2].

Категорию пластов по устойчивости пород непосредственной кровли и почвы, по обрушаемости пород основной кровли определяли с учетом типизации, принятой в Кузнецком бассейне.

Категории опасности пластов по глубине разработки, внезапным выбросам и горным ударам приведены в соответствии с категориями опасно-

сти, определяемыми инструктивно-нормативными документами.

В табл. 4 в графах 3-13 дана итоговая характеристика категории сложности по отдельным факторам, а в графе 14 дана интегральная оценка сложности шахты и экономико-промышленного района по разрабатываемым пластам.

На основании проведенного анализа предложена следующая классификация интегральной оценки сложности шахты по разрабатываемым пластам:

- шахта «простая», количество баллов 1-1,5;
- шахта «средней сложности», количество баллов 1,5-2,0;
- шахта «сложная», количество баллов 2,1-2,5;
- шахта «весьма сложная», количество баллов >2,5.

Анализ табл.4 показал, что «простых» шахт в Кузнецком бассейне нет, а «средней сложности» только 10,3%.

Большинство шахт относятся к «сложным» – 41,7% и «весьма сложным» – 48%.

Шахты Анжерского района относятся к категории «сложных» (балл 2,34). Наибольшей слож-

Таблица 4

Интегральная оценка категории сложности шахты и экономико-промышленного района по разработке пластов

Шахта	количество разрабатываемых пластов	Категория сложности разработки пластов в шахтном поле в баллах по:											Интегральная оценка категории сложности шахты и района
		глубине разработки	мощности	углу падения	изменчивости мощности	изменчивости угла падения	дизъюнктивной нарушенности	устойчивости непосредственной кровли	обрушаемости основной кровли	опасности по внезапным выбросам	опасности по горным ударам	опасности по самовозгоранию угля	
1. Судженская	7	3,0	3,4	3,4	2,7	2,4	3,0	1,7	3,2	2,0	2,0	1,7	2,5
2. Анжерская	5	3,6	3,4	3,0	1,4	2,2	3,8	2,8	2,0	1,4	2,2	1,0	2,3
3. Физкультурник	3	3,0	2,7	2,0	3,3	1,3	4,0	3,0	3,0	1,0	2,3	1,0	2,3
<i>По Анжерскому району</i>		<i>2,58</i>	<i>3,1</i>	<i>2,62</i>	<i>2,38</i>	<i>1,84</i>	<i>3,38</i>	<i>2,30</i>	<i>2,54</i>	<i>1,28</i>	<i>2,1</i>	<i>1,14</i>	<i>2,34</i>
4. Первомайская	4	2,0	3,0	2,8	1,5	1,0	2,2	1,8	3,8	1,0	2,5	2,0	2,3
5. Березовская	4	2,0	3,2	1,8	1,5	1,2	1,2	1,5	3,5	1,5	2,2	2,5	2,2
<i>По Кемеровскому району</i>		<i>2,10</i>	<i>3,16</i>	<i>2,63</i>	<i>2,63</i>	<i>1,86</i>	<i>2,58</i>	<i>2,25</i>	<i>3,19</i>	<i>1,31</i>	<i>2,15</i>	<i>2,65</i>	<i>2,45</i>
6. Им. С.М.Кирова	7	2,1	3,0	1,6	2,4	1,6	1,3	3,0	3,3	1,0	2,0	1,0	2,3
7. Им. 7 Ноября	5	1,4	3,4	1,0	1,8	1,0	1,0	2,4	2,6	1,0	2,0	1,0	2,2
8. Комсомолец	5	2,2	3,4	1,8	1,4	1,0	2,0	2,2	3,0	1,0	2,4	1,4	2,3
9. Польшаевская	3	2,0	3,7	1,3	2,3	1,0	1,0	1,3	3,7	1,0		1,7	2,0
10. Октябрьская	9	1,6	3,7	1,0	1,6	1,0	1,0	1,8	2,8	1,0	2,0	1,4	1,9
<i>По Ленинскому району</i>		<i>1,79</i>	<i>3,49</i>	<i>1,21</i>	<i>2,0</i>	<i>1,07</i>	<i>1,39</i>	<i>1,95</i>	<i>3,11</i>	<i>1,0</i>	<i>1,94</i>	<i>1,72</i>	<i>2,11</i>
11. Чертинская	4	3,0	3,2	1,8	2,2	2,2	1,2	1,5	3,5	1,8	2,0	1,0	2,5
12. Новая	4	2,0	3,2	1,5	2,2	2,0	3,2	1,8	3,0	1,0	2,0	1,0	2,5
<i>По Беловскому району</i>		<i>2,20</i>	<i>3,32</i>	<i>1,82</i>	<i>1,98</i>	<i>1,75</i>	<i>2,35</i>	<i>1,80</i>	<i>3,15</i>	<i>1,2</i>	<i>1,75</i>	<i>1,25</i>	<i>2,35</i>
13.Киселевская	11	2,0	4,0	3,5	3,3	3,0	4,0	2,0	2,7	1,0	1,6	4,0	2,6
14.Дальние Горы	6	2,2	4,0	4,0	2,5	1,5	4,0	1,8	3,3	1,0	1,8	4,0	2,6
15.№12	6	2,0	4,0	4,0	2,7	2,0	4,0	1,5	4,0	1,0	1,7	3,5	2,6
16.Краснокаменская	8	2,0	4,0	4,0	2,1	2,8	4,0	1,4	3,8	1,0	1,8	2,8	2,5
<i>По Киселевскому району</i>		<i>2,0</i>	<i>3,82</i>	<i>3,62</i>	<i>2,26</i>	<i>2,11</i>	<i>4,0</i>	<i>2,03</i>	<i>3,36</i>	<i>1,0</i>	<i>1,59</i>	<i>3,14</i>	<i>2,52</i>
17.Зиминка	8	2,0	3,8	4,0	2,0	2,5	4,0	2,4	3,5	1,5	1,6	2,5	2,5
18.№ 5-6	10	2,0	3,9	4,0	2,7	2,8	4,0	4,0	3,5	2,4	1,9	4,0	3,0
19.Коксовая	7	3,0	4,0	4,0	2,0	2,7	4,0	2,7	2,1	2,4	3,0	3,0	2,9
20.Им. Ф.Э.Дзержинского	11	2,0	3,4	4,0	2,0	2,2	4,0	3,1	3,1	1,0	1,4	2,9	2,6
21.Зенковская	10	2,0	4,0	4,0	1,8	1,9	4,0	1,9	2,7	3,0	1,4	1,5	2,4
<i>По Прокопьевскому району</i>		<i>2,18</i>	<i>3,79</i>	<i>4,0</i>	<i>2,26</i>	<i>2,58</i>	<i>4,0</i>	<i>2,63</i>	<i>3,04</i>	<i>1,66</i>	<i>1,66</i>	<i>3,18</i>	<i>2,74</i>
22.Капитальная	12	3,0	3,0	1,8	1,0	1,8	1,0	2,8	2,8	2,2	1,0	1,4	2,1
23.Алардинская	7	1,8	3,6	2,8	2,1	1,3	3,3	1,6	3,0	1,0	2,1	2,8	2,4
24. Высокая	9	2,7	3,4	3,6	1,1	3,6	2,0	2,7	3,8	1,0	2,0	1,0	2,4
<i>По Осинниковском району</i>		<i>2,37</i>	<i>3,35</i>	<i>2,78</i>	<i>1,42</i>	<i>2,20</i>	<i>2,20</i>	<i>2,52</i>	<i>3,1</i>	<i>1,30</i>	<i>1,78</i>	<i>1,80</i>	<i>2,35</i>
25.Байдаевская	4	2,2	3,6	2,0	1,0	1,5	1,8	4,0	3,0	1,0	2,0	2,5	2,3
26.Абашевская	5	2,0	2,8	1,4	2,0	1,4	2,0	2,7	3,0	1,0	1,8	1,0	2,1
27.Зыряновская	4	2,7	4,0	1,3	1,0	1,7	1,3	4,0	2,0	1,0	2,0	3,0	2,3
<i>По Новокузнецкому району</i>		<i>2,32</i>	<i>3,63</i>	<i>2,25</i>	<i>1,58</i>	<i>2,0</i>	<i>2,35</i>	<i>3,45</i>	<i>2,63</i>	<i>1,37</i>	<i>1,97</i>	<i>2,48</i>	<i>2,42</i>
28.Им. В.И.Ленина	9	2,0	3,8	1,0	1,4	1,0	3,7	2,1	3,3	1,0	1,3	2,0	2,0
29.Им. Л.Д.Шевякова	8	1,4	3,5	3,0	2,3	1,1	3,2	2,5	3,6	1,0	2,0	2,0	2,2
30.Томская	4	1,2	3,7	1,0	1,5	1,0	2,5	3,2	2,0	1,0	2,0	2,7	2,0
31.Распадская	7	1,6	3,8	1,0	1,1	1,0	3,7	2,4	4,0	1,0	1,8	3,0	2,1
<i>По Томь-Усинскому району</i>		<i>1,84</i>	<i>3,76</i>	<i>1,40</i>	<i>1,62</i>	<i>1,0</i>	<i>3,42</i>	<i>2,64</i>	<i>3,30</i>	<i>1,40</i>	<i>1,82</i>	<i>2,74</i>	<i>2,20</i>

ностью отличаются шахты «Судженская» и «Физкультурник» с количеством баллов 2,5. На шахте «Судженская» при ведении горных работ на глубине более 500 м к наиболее сложным отнесены пласты по изменчивости мощности (средний балл 3,4), и углу падения (3,4), дизъюнктивной нарушенности (3,9) и обрушаемости основной кровли

(3,2), а на шахте «Физкультурник» – по изменчивости мощности пластов (3,3), разрывным нарушениям (4,0), устойчивости пород непосредственной кровли (3,0) и обрушаемости основной кровли (3,0).

На шахтах «Анжерская», «Сибирская» и «Таежная» интегральная оценка категории сложности

разработки пластов соответственно составляет: 2,3; 2,2 и 2,2.

Все шахты Кемеровского района по категории сложности также относятся к «сложным» (балл сложности по району 2,45) с колебаниями балла сложности по отдельным шахтам от 2,2 до 2,7.

Большинство шахт Ленинского района примерно одинаковые по сложности разрабатываемых пластов, их степень сложности составляет от 2,2 до 2,3 балла.

Шахты «Полысаевская» и «Октябрьская» по степени сложности разработки имеют баллы 1,8 и 2,0. На этих шахтах отсутствует дизъюнктивная нарушенность пластов, довольно устойчивые породы непосредственной кровли и почвы пластов и низкая опасность углей по самовозгоранию.

В Беловском районе по степени сложности разработки пластов шахты относятся к «сложным» (2,1-2,5 баллов). Особо необходимо отметить шахты «Чертинская» и «Новая», имеющие балл сложности 2,5. На шахте «Чертинская» ведутся горные работы на глубине более 400 м на пластах с труднообрушаемыми породами основной кровли, высокой газоносностью (20,8-27,0 м³/т), угрожаемыми по внезапным выбросам и горным ударам, а на шахте «Новой» отработываемые пласты имеют разрывные нарушения, коэффициент которых колеблется в пределах: $K_I=2.5-5.63$, $K_n=1.5-3.1$.

К «весьма сложным» по разработке пластов относятся районы Киселевский с количеством баллов 2,52 и Прокопьевский – 2,74. Оба района характеризуются большим разнообразием условий залегания пластов. Например, на отдельных шахтах изменчивость мощности пластов колеблется от 6 до 25 %, изменчивость углов падения – от 5 до 20°, а дизъюнктивная нарушенность шахтного поля достигает величин $K_n=159$ шт/км².

Шахты Осинниковского района относятся к «сложным». Балл сложности по отдельным шахтам колеблется от 2,1 до 2,4.

В Томь-Усинском районе две шахты (им. В.И. Ленина и «Томская») относятся к «средней слож-

ности», две шахты (им. Шевякова и «Распадская») – к «сложным» и шахта «Усинская» – к «весьма сложным».

Анализ данных по исследованным шахтопластам показывает, что 72 % из них являются угрожаемыми по горным ударам; 10,6 % – угрожаемыми по внезапным выбросам угля и газа; 4,5 % – опасными по внезапным выбросам угля и газа и 4,5 % – опасными по горным ударам. Кроме того, 10,8 % шахтопластов одновременно опасны или угрожаемы, как по горным ударам, так и по внезапным выбросам угля и газа.

Анализ условий разработки угольных пластов Кузбасса позволяет сделать следующие выводы.

1. Установленная типизация шахт по сложности разработки пластов показывает необходимость подготовки горняков высокой квалификации для работы в особо сложных условиях угольных месторождений Кузбасса.

2. При установлении норм выработки и расценок на различные виды горных работ необходимо учитывать установленную сложность шахты.

3. При проектировании средств для создания безопасных условий работы необходимо учитывать индекс сложности разработки шахты и отдельных пластов.

4. В сложных горно-геологических условиях залегания угольных пластов с наличием неуправляемых факторов трудно, а часто невозможно использовать серийно выпускаемые горные машины, что отрицательно сказывается на экономических показателях шахты. В таких условиях целесообразно рассмотреть возможность применения гидродобычи.

5. При планировании развития горных работ и нагрузки на очистной забой и выемочное поле в первую очередь необходимо учитывать отрицательное влияние неуправляемых природных факторов на условия разработки того или иного пласта, степень сложности которого определяется по изложенной методике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каталог шахтопластов Кузнецкого, Карагандинского и Печерского бассейнов с характеристикой горно-геологических факторов и явлений / ИГД им. А.А. Скочинского. – М., 1982. – 180 с.

2. Каталог горно-геологических факторов, влияющих на устойчивость подготовительных выработок шахт Кузбасса / Кузбасс. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 1983. – 70 с.

□ Авторы статьи:

Андрианов
Александр Павлович
– канд. техн. наук, доц.
каф. "Разработка месторождений полезных ископаемых подземным способом"

Набоков
Анатолий Иванович
– канд. техн. наук, доц.
каф. "Разработка месторождений полезных ископаемых подземным способом"

Вагапов
Мидахат Сайфутдинович
– канд. техн. наук, доц.
каф. "Разработка месторождений полезных ископаемых подземным способом"

Хомченко
Валерий Николаевич
– канд. техн. наук, доц.
каф. "Разработка месторождений полезных ископаемых подземным способом"