

Spis treści

1. Wprowadzenie	9
2. Metan i jego związek z węglem	15
2.1. Wstęp.....	15
2.2. Proces sorpcji gazów na węglu kamiennym.....	16
2.2.1. Jakościowy opis procesu sorpcji.....	17
2.2.2. Ilościowy opis procesu sorpcji.....	21
2.3. Mechanizm procesu desorpcji.....	28
2.3.1. Dyfuzja jako sposób przenoszenia substancji sorbowanej w porach.....	29
2.3.2. Równania kinetyki sorpcji i dyfuzji.....	31
2.3.3. Proces sorpcji wybranych gazów na węglu kamiennym.....	33
2.4. Badania sorpcji i desorpcji metanu na węglu kamiennym.....	36
2.5. Podsumowanie.....	39
3. Pozyskiwanie i utylizacja metanu z kopalń węgla kamiennego	41
3.1. Wstęp.....	41
3.2. Metody ograniczenia emisji metanu do atmosfery.....	43
3.3. Emisja metanu w polskich kopalniach węgla kamiennego.....	46
3.4. Zasoby metanu w polskich złożach węgla kamiennego.....	50
3.5. Aktualny system wsparcia dla wykorzystania metanu z kopalń węgla kamiennego.....	51
3.6. Zagospodarowanie ujętego metanu.....	51
3.6.1. Wytwarzanie ciepła.....	55
3.6.2. Produkcja energii elektrycznej.....	56
3.6.2.1. Silniki gazowe.....	57
3.6.2.2. Turbiny gazowe.....	58
3.6.2.3. Mikroturbiny.....	58
3.6.3. Kogeneracja.....	58
3.6.4. Trójkogeneracja.....	58
3.6.5. Przesyłanie gazu do odbiorców zewnętrznych.....	60
3.6.6. Produkcja gazu sieciowego.....	60
3.6.7. Skraplanie gazu z odmetanowania.....	60
3.7. Podsumowanie.....	62

4. Strefy desorpcji metanu podczas eksploatacji ścianowej	63
4.1. Wstęp	63
4.2. Przepuszczalność górotworu i filtracja metanu.....	63
4.2.1. Źródła dopływu metanu	63
4.2.2. Modele matematyczne źródeł dopływu metanu.....	64
4.2.3. Źródła wydzielania metanu do wyrobisk eksploatacyjnych	65
4.2.4. Wydzielanie gazu w płaszczyźnie równoległej do kierunku eksploatacji.....	67
4.2.5. Wydzielanie metanu w płaszczyźnie prostopadłej do kierunku eksploatacji	68
4.3. Wyznaczanie strefy desorpcji metanu wokół ściany eksploatacyjnej.....	70
4.4. Podsumowanie	73
5. Metody prognozowania wydzielania metanu do wyrobisk górniczych	74
5.1. Wstęp	74
5.2. Metody prognozowania wydzielania metanu w górnictwie światowym	75
5.2.1. Modele empiryczne	75
5.2.2. Modele symulacyjne i prognozy krótkoterminowe	78
5.2.3. Komputerowe systemy wspomagania kontroli zagrożenia metanowego	79
5.3. Metody prognozowania wydzielania metanu stosowane w warunkach polskich	79
5.3.1. Metoda Kozłowskiego	79
5.3.2. Metoda dynamiczna prognozowania wydzielania metanu	83
5.3.3. Prognozowanie wydzielania metanu z zastosowaniem sieci neuronowych.....	85
5.3.3.1. Sztuczne sieci neuronowe.....	85
5.3.3.2. Opis i analiza danych do prognozowania wydzielania metanu	87
5.3.3.3. Określenie struktury sieci neuronowej do prognozowania metanowości bezwzględnej	89
5.3.3.4. Ocena efektywności uczenia sieci neuronowej	93
5.4. Podsumowanie	94
6. Dopływ metanu do otworów drenażowych	96
6.1. Wstęp	96
6.2. Parametry wpływające na wydatek przepływu metanu w otworach drenażowych	97
6.3. Model przepływu metanu w otworze drenażowym.....	98
6.4. Rozwiązanie układu równań opisujących przepływ metanu w otworze.....	101
6.5. Dopływ powietrza do otworu drenażowego	103
6.6. Uszczelnienie rury obsadowej	105
6.7. Technologia wiercenia otworów drenażowych.....	109
6.8. Wydatek mieszaniny z wiązki otworów drenażowych	111
6.9. Odległość otworów drenażowych od ściany eksploatacyjnej w warunkach systemu przewietrzania na „U”	117
6.10. Podsumowanie	123

7. Filtracja metanu w pokładach węgla	125
7.1. Wstęp	125
7.2. Ocena dopływu metanu do otworu drenażowego wykonanego w pokładzie węgla	126
7.3. Przepuszczalność pokładów węgla	129
7.4. Wyniki obliczeń dopływu metanu do otworu drenażowego	135
7.5. Podsumowanie	143
8. Systemy odmetanowania w kopalniach węgla kamiennego	145
8.1. Wstęp	145
8.2. Systemy odmetanowania stosowane w polskim górnictwie	148
8.2.1. Źródła ujmowania metanu	148
8.2.2. Odmetanowanie w strefie robót przygotowawczych i udostępniających	151
8.2.3. Odmetanowanie wyprzedzające	152
8.2.4. Odmetanowanie przestrzeni otamowanych	153
8.2.5. Odmetanowanie eksploatacyjne	154
8.2.5.1. Odmetanowanie ściany przewietrzanej systemem na „U”	156
8.2.5.2. Odmetanowanie ściany przewietrzanej systemem na „Y”	157
8.2.5.3. Odmetanowanie ściany z równoległego chodnika wentylacyjnego	158
8.2.5.4. Odmetanowanie ściany z chodnika wygradzanego (z obcinką)	159
8.2.5.5. Odmetanowanie ściany z nadległego chodnika drenażowego	160
8.2.6. Efektywność odmetanowania w trakcie eksploatacji pokładów różnymi metodami	173
8.3. Metody odmetanowania stosowane w górnictwie światowym	175
8.3.1. Metody odmetanowania stosowane w górnictwie rosyjskim	175
8.3.1.1. Odmetanowanie pokładów węgla przy drażeniu wyrobisk	175
8.3.1.2. Odmetanowanie pokładów węgla przed podjęciem eksploatacji	179
8.3.1.3. Odmetanowanie pokładów węgla w trakcie eksploatacji	182
8.3.2. Odmetanowanie stosowane w górnictwie amerykańskim	186
8.3.2.1. Odmetanowanie wyprzedzające z powierzchni	186
8.3.2.2. Odmetanowanie eksploatacyjne	190
8.3.3. Odmetanowanie stosowane w górnictwie australijskim	193
8.3.4. Odmetanowanie stosowane w górnictwie ukraińskim	196
8.4. Podsumowanie	196
9. Roboty wiertnicze	199
9.1. Wstęp	199
9.2. Wykonywanie wierceń z powierzchni	200
9.3. Wykonywanie wierceń z wyrobisk górniczych	202
9.4. Wiercenia kierunkowe	203
9.5. Rozwój wierceń odgazowujących w górnictwie światowym	204
9.5.1. Rozwój technik wiertniczych do połowy lat 90. XX wieku	204
9.5.2. Rozwój technik wiertniczych w latach 1986–1994	205
9.5.3. Rozwój technik wiertniczych po 1994 r.	207

9.6. Sprzęt wiertniczy do wykonywania otworów z wyrobisk górniczych	207
9.7. Podsumowanie	224
10. Metoda obliczania sieci odmetanowania wraz z wyznaczeniem charakterystyk poszczególnych elementów sieci	225
10.1. Wstęp	225
10.2. Równania spadku ciśnienia gazu na drodze niezależnej.....	225
10.3. Układ równań opisujących przepływ gazu w sieci odmetanowania.....	227
10.4. Stężenie metanu w mieszaninie płynącej rurociągami sieci odmetanowania ...	229
10.5. Charakterystyka elementów sieci odmetanowania	230
10.5.1. Wydatek mieszaniny metan-powietrze z wiązki otworów drenażowych.....	230
10.5.2. Określenie bezwymiarowego współczynnika oporu rurociągu odmetanowania.....	231
10.5.3. Określenie charakterystyki ssawy stacji odmetanowania.....	233
10.6. Rozwiązywanie sieci odmetanowania za pomocą programu AGHODMET ...	235
10.6.1. Algorytm rozwiązywania sieci odmetanowania.....	235
10.6.2. Zakładanie sieci odmetanowania w programie AGHODMET	238
10.6.3. Algorytm regulacji sieci odmetanowania	244
10.7. Prezentacja wyników obliczeń za pomocą programu komputerowego	249
10.7.1. Zastosowanie programu AGHODMET	250
10.8. Podsumowanie	252
11. Przykłady odmetanowania pokładów węgla w różnych warunkach górniczo-geologicznych	253
11.1. Wstęp	253
11.2. Ściana przewietrzana systemem na „U”	253
11.3. Ściana przewietrzana systemem na „U” z równoległym chodnikiem wentylacyjnym.....	259
11.4. Ściana przewietrzana systemem na „U” z nadległym chodnikiem drenażowym.....	265
12. Dobór metody odmetanowania pokładów węgla w zależności od warunków górniczo-geologicznych	273
12.1. Wstęp	273
12.2. Planowanie eksploatacji.....	273
12.3. Wybór metody odmetanowania wyrobisk eksploatacyjnych.....	275
12.3.1. Wytyczne w zakresie postępowania projektowego	275
12.3.2. Nowa metoda odmetanowania	280
12.3.3. Wytyczne bezpiecznego wykonywania otworów odmetanowania ...	285
12.3.4. Wytyczne prowadzenia odmetanowania podczas eksploatacji ścianowej	286
12.3.5. Ocena wpływu różnych parametrów na efektywność odmetanowania	287
13. Zakończenie	290
Literatura	295