Spis treści

1. Wprowadzenie 7

2. Metan pokładów węgla 10
2.1. Metan 10
2.2. Metan – zagrożenie wybuchowe w kopalniach 11
2.3. Metan – paliwo energetyczne 11
2.4. Metan – gaz cieplarniany 12
2.5. Węgiel akumulator metanu 12
2.5.1. Porowatość węgla 13
2.5.2. Metanonośność pokładów węgla 13
2.5.3. Gazoprzepuszczalność węgla 13
2.5.4. Zjawisko sorpcji i desorpcji metanu w węglu 15
2.5.5. Model filtracji metanu w węglu 16
2.6. Badania parametrów fizykochemicznych węgli w KWK „Rydułtowy – Anna" 17
2.6.1. Izotermy sorpcji metanu na węglu – zestawienie wyników przeprowadzonych badań 18

3. Odmetanowanie pokładów węgla 25
3.1. Odmetanowanie pokładów węgla otworami z powierzchni 25
3.2. Technologia szczelinowania w wiertnictwie 27
3.3. Analiza zastosowania technologii odmetanowania otworami pionowymi 28
3.3.1. Odmetanowanie pokładów węgla otworami pionowymi z powierzchni w Polsce 29
3.3.2. Odmetanowanie pokładów węgla i zrobów otworami z powierzchni na Ukrainie 29
3.3.3. Odmetanowanie pokładów węgla otworami z powierzchni przy zastosowaniu technologii szczelinowania w Polsce 32
3.3.4. Odmetanowanie pokładów węgla i otworami z powierzchni z zastosowaniem technologii szczelinowania w Niemczech 34
3.3.4.1. Szczelinowanie z otworów Klarenthal 4 i 5 34
3.3.4.2. Szczelinowanie z zastosowaniem żelu 36
3.3.4.3. Szczelinowanie za pomocą azotu w rejonie Aspenhubel 37
3.3.4.4. Hydroszczelinowanie za pomocą azotu w rejonie Rieth 1 i Natarp 1 37
3.3.4.5. Szczelinowanie za pomocą żelu – otwór Weiher 1 38

3.4. Odmetanowanie pokładów węgla i zrobów otworami lateralnymi z powierzchni przy wykorzystaniu technologii szczelinowania 40
3.4.1. Odmetanowanie pokładów węgla i zrobów otworami z powierzchni w USA 43
3.4.2. Odmetanowanie pokładów węgla otworami lateralnymi z powierzchni w Polsce – Projekt Mysłowice–Wesoła 45
3.4.2.1. Ogólna charakterystyka otworów lateralnych 45
3.4.2.2. Charakterystyka wiercenia otworów i robót górniczych w rejonie ściany 510 w pokładach 505 i 510 46
3.4.3. Wpływ szczelinowania pokładów węgla na zagrożenie pożarami 51
3.5. Odmetanowanie pokładów węgla otworami z wyrobisk górniczych 56
3.5.1. Systemy odmetanowania z wyrobisk udostępniających i przygotowawczych 56
3.5.2. Systemy odmetanowania ścian 58
3.5.3. Odmetanowanie zrobów poeksploatacyjnych 63
3.5.4. Specjalne metody odmetanowania ścian 64
3.5.5. Odmetanowanie ścian otworami długimi i lateralnymi 65
3.6. Odmetanowanie przedeksploatacyjne otworami z wyrobisk górniczych z zastosowaniem technologii szczelinowania 67
3.6.1. Sposób eksploatacji gazu przez szczelinowanie górotworu, w tym pokładów węgla, za pomocą otworu szczelinującego oraz otworów eksploatacyjnych 67
3.6.2. Sposób eksploatacji gazu przez szczelinowanie górotworu, w tym pokładów węgla, za pomocą otworu szczelinującego spągowego wykonanego z wyrobiska podziemnego [29] 69
3.6.3. Odmetanowanie przedeksploatacyjne otworami z wyrobisk górniczych z zastosowaniem technologii szczelinowania za pomocą materiału wybuchowego 70

4. Metan i zasoby metanu pokładów węgla w Polsce 72
4.1. Geologiczne zasoby metanu pokładów węgla 72
4.2. Metanowość kopalń węgla kamiennego 74
4.3. Koncesje na pozyskanie metanu z pokładów węgla 78

5. Utylizacja metanu z pokładów węgla 80

6. Utylizacja metanu z odmetanowania 82
6.1. Technologie utylizacji metanu 82
6.1.1. Wtłaczanie gazu z odmetanowania do sieci gazowniczych gazu ziemnego 82
6.1.2. Wykorzystanie gazu z odmetanowania jako paliwa w palnikach gazowych kotłów węglowych lub w kotłach gazowych 83
6.1.3. Wykorzystanie gazu z odmetanowania jako paliwa w silnikach gazowych 83
6.1.4. Wykorzystanie gazu z odmetanowania jako paliwa w turbinach gazowych 84
6.1.5. Skojarzony układ energetyczny w KWK „Krupiński” 85
6.1.6. Skojarzony układ energetyczny w KWK „Pniówek” 86

6.1.7. Skojarzony układ energetyczny w KWK „Budryk” 87
6.1.8. Skojarzony układ energetyczny w KWK „Borynia”..... 88
6.2. Instalacje wykorzystania metanu w Kompanii Węglowej S.A. – przykłady ... 88
6.2.1. Skojarzony układ energetyczny w KWK „Halemba-Wirek” i KWK „Bielszowice” 88
6.2.2. Wykorzystanie metanu z KWK „Brzeszcze” 88
6.2.3. Wykorzystanie metanu z KWK „Sośnica-Makoszowy” 88
6.2.4. Wykorzystanie metanu z KWK „Szczygłowice” 88
6.3. Instalacje wykorzystania metanu w Katowickim Holdingu Węglowym S.A. – przykłady 88
6.4. Wykorzystanie metanu ze zlikwidowanej kopalni węgla kamiennego 89
6.5. Możliwość zastosowania technologii oczyszczania i wzbogacania mieszaniny metanowo-powietrznej (VPSA) w celu pozyskania metanu o wysokich koncentracjach 89
6.6. Skraplanie gazu z odmetanowania 90
6.7. Sprężanie gazu z odmetanowania 90
6.7.1. Sprężanie gazu z odmetanowania „Pola Moszczenica” 90
6.7.2. Sprężanie metanu w KWK „Pniówek” 92
6.8. Bilans wykorzystania metanu z odmetanowania w 2012 r. 92

7. Metan z powietrza wentylacyjnego kopalni 95
7.1. Gazy zrobowe 95
7.2. Wymagania dotyczące zwalczania zagrożenia metanowego w ścianach wpływające na odprowadzanie niskometanowych mieszanin do powietrza wentylacyjnego 96
7.3. Zagrożenie metanowe na wylotach ścian, szczególnie przewietrzanych systemem „U”, prowadzonych od pola 97
7.4. Badanie modelowe metod wentylacyjnego zwalczania zagrożenia metanowego na wylotach ścian przewietrzanych systemem „U” za pomocą urządzeń pomocniczych 97
7.4.1. Proces mieszania metanu z powietrzem w chodniku nadścianowym ściany przewietrzanej systemem „U” 98
7.4.2. Modelowanie zagrożenia metanowego na wylocie ścian 98
7.4.3. Badania modelowe ujmowania niskometanowych mieszanin i ich odprowadzania do prądów powietrza zużytego 100
7.5. Odprowadzanie mieszanin gazów niskometanowych ze zrobów ściany 105
7.5.1. Odprowadzanie mieszanin gazów niskometanowych ze zrobów ściany za pomocą lutnociągu 106
7.5.2. Odprowadzanie mieszanin gazów niskometanowych ze zrobów ściany za pomocą rurociągu 107
7.5.3. Automatycznie sterowany system odprowadzania mieszanin gazów niskometanowych ze zrobów ściany 107
7.5.4. Usuwanie mieszanin metanowo powietrznych ze zrobów poeksploatacyjnych przez tamy izolacyjne lub otwory 109
7.5.5. Technologia koncentracji strumieni metanu w szybie wentylacyjnym – gazowym 109

8. Utylizacja metanu z powietrza wentylacyjnego kopalń 112
8.1. Metody utylizacji metanu z powietrza wentylacyjnego 112
8.1.1. Cieplny reaktor przepływowo-rewersyjny TFRR (VOCSIDIZER) 113
8.1.2. Katalityczny reaktor przepływowo-rewersyjny CERR 118
8.1.3. Adsorpcyjne koncentratory metanu 118
8.1.4. Turbiny gazowe CGT 119
8.1.5. Turbiny z katalitycznym spalaniem CCGT 120
8.1.6. Mikroturbiny gazowe na paliwo o niskiej koncentracji 120
8.1.7. Mikroturbiny gazowe na paliwo o niskiej koncentracji ze spalaniem katalitycznym 121
8.1.8. Turbiny hybrydowe na mieszaninę metan – powietrze – węgiel 122
8.2. Pierwsza polska proekologiczna technologia utylizacji metanu opracowana w AGH 122
8.2.1. Badania utylizacji metanu w skali wielkolaboratoryjnej IUMK-1 123
8.2.2. Instalacja badawcza w skali półprzemysłowej IUMK-100 127
8.2.3. Proekologiczna instalacja utylizacji metanu z powietrza wentylacyjnego kopalń IUMK-1000 – modułowa w skali przemysłowej 135
8.3. Zasoby metanu w powietrzu wentylacyjnym polskich kopalń 144

9. Sposoby stabilizacji jakościowo-ilościowej metanu pokładów węgla w instalacjach energetycznych 146
9.1. Podziemne magazyny metanu z pokładów węgla PMGK 146
9.2. Technologia retencji metanu z odmetanowania w otamowanych wyrobiskach górniczych 147
9.3. Podziemne magazyny gazu w kopalni zlikwidowanej PMGKL 149
9.3.1. Podziemny magazyn gazu PMGKL – KWK „1 Maja” 150
9.3.2. Poziemny magazyn gazu PMGKL – „Pole Moszczenica” 150
9.4. Podziemne magazyny gazu w kopalni czynnej PMGKC 151
9.5. Zbiorniki powierzchniowe gazu z odmetanowania PZGM 153

10. Koncepcja odmetanowania pokładów węgla otworami z powierzchni i utylizacji metanu 156
10.1. Charakterystyka pokładów węgla 156
10.2. Otwór Bzie-Dębina 3/2009 (BD 3/09) 156
10.3. Badania modelowe eksploatacji otworu Bzie-Dębina 3/2009 158
10.4. Wyniki badań modelowych eksploatacji otworu Bzie-Dębina 3/2009 159
10.5. Ocena ekonomiczna pozyskania metanu oraz wytwarzania energii cieplnej i elektrycznej 160

11. Zakończenie 163

Literatura 165