

OBSAH

ABSTRAKT	1
1. ÚVOD DO PROBLEMATIKY MIGRACE METANU ZE STARÝCH DŮLNÍCH DĚL	7
1.1 Geneze metanu, plynodajnost a plynopropustnost hornin	7
1.2 Stará důlní díla v Ostravsko-karvinském revíru	8
1.3 Katalogizace starých důlních jam a štol v OKR	11
1.4 Pásma ohroženého a nebezpečného území s výstupem důlních plynů	11
1.5 Příklady některých mimořádných a krizových situací v důsledku výstupu metanu	12
1.6 Ochrana obyvatelstva před rizikem výstupu metanu na povrch	13
1.7 Výsledky některých studií o výstupu metanu	14
1.7.1 Využití teorie sítí k řešení výstupu plynu z utlumených dolů na povrch	14
1.7.2 Počáteční sledování a zobrazování naměřených koncentrací metanu v Ostravské dílní pánvi	14
1.7.3 Vztahy pro popis proudění plynu z vrtů v základních modelových situacích	15
1.8 Aspekty teorie konvektivně difuzní migrace metanu	17
2. MĚŘENÍ KONCENTRACE METANU A CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÝCH JAM A VRTŮ	20
2.1 Technické parametry souprav pro měření koncentrace metanu	20
2.2 Měření atmosférického tlaku	23
2.3 Sledované lokality pomocí metanoměrných čidel v r. 2003 – 2004 na území Ostravy	23
2.4 Parametry sledovaných zlikvidovaných jam	27
2.4.1 Karolína – větrní jáma	27
2.4.2 Šalomoun – těžní jáma	30
2.4.3 Těžní jáma Jindřich - větrní (u Hotelového domu).	34
2.4.4 Hedvika – větrní jáma č. 4 (Albrecht)	37
2.4.5 Jáma Jan (Jan Nepomucký), též Jana	39
2.4.6 IDA – těžní jáma č. 1, Rudý Říjen, (IDA, t.j. č. 1)	41
2.4.7 IDA – větrní jáma č. 1, Rudý Říjen, (IDA, v.j. č. 1), Hrušovský důl	43
2.4.8 Monitorovací vrty č. 1; 15; 39	45
Analýza výstupu metanu z hlediska konvektivní difuze - Diagnostika výstupu metanu	50
3. DIFUZE PLYNU V PÓROVITÉM PROSTŘEDÍ BEZ KONVEKČÍ	50
3.1 Odvození rovnice difuze	50
3.2 Rozložení koncentrace metanu v důsledku působení difuzních zřidel	51
3.3 Difuze metanu ve dvousložkovém prostředí	58
3.4 Výpočet speciálního případu difuze	59
3.5 Difuze metanu z kolektoru	62
3.6 Difuze radonu	64
3.7 Numerické řešení rovnice difuze	67
3.7.1 Difuze ve vícesložkovém prostředí	67
3.7.2 Difuze z dutiny, produkující metan	68
3.7.3 Difuze v dvojrozměrném prostoru	70
3.8 Závěr ke kapitole 3	73
4. DIFUZE A KONVEKCE	75
4.1 Odvození rovnice konvektivní difuze a základní řešení	75
4.2 Difuze z bodových zřidel za přítomnosti konvekcí	76
4.3 Konvektivní difuze s Gaussovým rozložením výchozí koncentrace	78
4.4 Konvektivní difuze z rezervoáru	80
4.5 Obecná transformace řešení rovnice konvektivní difuze	82

5. ZJEDNODUŠENÉ MODELY KINETIKY PROUDĚNÍ METANU PŘI ZMĚNÁCH ATMOSFÉRICKÉHO TLAKU	86
5.1 Matematické řešení kinetických rovnic I. řádu	86
5.2 Odvození kinetické rovnice pohybu plynu a základní řešení	86
5.3 Matematické řešení kinetických rovnic II. řádu	88
5.4 Výtok plynu kapilárami z rezervoáru o konečném objemu	89
5.5 Přehled základních parametrů a přibližných vztahů pro délky dráh	93
5.6 Numerické vyhodnocení kinetických rovnic proudění plynu	95
5.7 Základní údaje o pórovitosti	102
5.8 Permeabilita materiálu a koeficient odporu	102
5.9 Závěr ke kapitole 5	104
6. DIAGNOSTIKA VÝSTUPU METANU	105
6.1 Plynodajnost a vydatnost metanových difuzních zřidel	105
6.2 Difuzní kritéria	106
6.3 Přehled kritérií pro charakteristiku metanových lokalit	107
6.4 Klasifikace typů časových závislostí výstupu metanu	108
6.5 Schéma obecného postupu při diagnostice	110
6.6 Diagnostika na základě kinetické rovnice proudění plynu	110
6.6.1 Význam odhadů permeabilit zasypaných jam a velikosti objemu metanových kolektorů v praxi	112
6.6.2 Faktory ovlivňující průběh časových řad výstupu metanu a výsledky diagnostiky	113
6.7 Výsledky prvé etapy diagnostiky z časových řad	115
6.7.1 Diagnostika jámy Jindřich v prvním pololetí 2003	116
6.7.2 Diagnostika jámy Karolina v prvním pololetí 2003	134
6.8 Závěr ke kapitole 6	143
7. ZÁVĚR	146
Seznam fyzikálních veličin a jednotek	149

CONTENT

ABSTRACT	1
1. INTRODUCTION INTO PROBLEMS OF THE MIGRATION OF METHANE FROM OLD MINE WORKINGS	7
1.1 Methane genesis, rock gas capacity and gas permeability	7
1.2 Old mine workings in the Ostrava-Karviná Coalfield	8
1.3 The cataloguing of old mine workings and shafts in the Ostrava-Karviná Coalfield	11
1.4 Zones of areas endangered and hazardous due to mine gas emission	11
1.5 Examples of some extraordinary and crisis situations in consequence of methane emission	12
1.6 The protection of population against a risk of methane emission to the surface	13
1.7 Results of some studies dealing with methane emissions	14
1.7.1 The use of theory of nets for dealing with the emission of gas from the phased out mines to the surface	14
1.7.2 The initial observation and representation of measured methane concentrations in the Ostrava Partial Basin	14
1.7.3 Relations for the description of flow of gas from boreholes in basic model situations	15
1.8 Aspects of theory of convective-diffusion methane migration	17
2. THE MEASUREMENT OF METHANE CONCENTRATION AND CHARACTERISTICS OF OBSERVED SHAFTS AND BOREHOLES	20
2.1 Technical parameters of sets for methane concentration measurements	20
2.2 Atmospheric pressure measurement	23
2.3 Localities observed by means of methane measuring elements in the area of the town of Ostrava in the years 2003-2004	23
2.4 Parameters of observed decommissioned shafts	27
2.4.1 Karolina – air shaft	27
2.4.2 Šalomoun – hoisting shaft	30
2.4.3 Hoisting shaft Jindřich – air shaft (near the hotel “Hotelový dům”).	34
2.4.4 Hedvika – air shaft No. 4 (Albrecht)	37
2.4.5 Jan Shaft (Jan Nepomucký), also Jana	39
2.4.6 IDA – hoisting shaft No. 1, Rudý Říjen, (IDA, hoisting shaft No. 1)	41
2.4.7 IDA – air shaft No. 1, Rudý Říjen, (IDA, up cast air shaft No. 1), Hrušovský důl Mine	43
2.4.8 Monitoring boreholes Nos. 1; 15; 39	45
Analysis of methane emission from the point of view of convective diffusion	
Diagnostics of methane emission	50
3. DIFFUSION OF GAS IN A POROUS ENVIRONMENT WITHOUT CONVECTIONS	50
3.1 The development of diffusion equation	50
3.2 The distribution of methane concentration as a result of diffusion source acting	51
3.3 Methane diffusion in a two-component environment	58
3.4 The calculation of a special case of diffusion	59
3.5 The diffusion of methane from the reservoir	62
3.6 Radon diffusion	64
3.7 The numerical solving of diffusion equation	67
3.7.1 Diffusion in a multi-component environment	67
3.7.2 The diffusion from a void producing methane	68
3.7.3 Diffusion in a two-dimensional space	70
4. DIFFUSION AND CONVECTION	75
4.1 The development of equation of convective diffusion and basic solving	75
4.2 The diffusion from point sources in the presence of convections	76
4.3 Convective diffusion with a Gaussian distribution of initial concentration	78

4.4	The convective diffusion from the reservoir	80
4.5	The general transformation of solving the equation of convective diffusion	82
5.	SIMPLIFIED MODELS OF KINETICS OF METHANE FLOW AT CHANGES IN ATMOSPHERIC PRESSURE	86
5.1	Mathematical solving the first-order kinetic equations	86
5.2	The development of kinetic equation of gas movement and basic solving	86
5.3	Mathematical solving the second-order kinetic equations	88
5.4	The outflow of gas through capillaries from the reservoir of final volume	89
5.5	An overview of basic parameters and approximate relations for the lengths of paths	93
5.6	The numerical evaluation of kinetic equations of gas flow	95
5.7	Basic data on porosity	102
5.8	The permeability of material and the coefficient of resistance	102
6.	DIAGNOSTICS OF METHANE EMISSION	105
6.1	The gas content and yield of methane diffusion sources	105
6.2	Diffusion criteria	106
6.3	An overview of criteria for the characteristics of methane localities	107
6.4	The classification of types of time dependences of methane emission	108
6.5	A diagram of common technique at diagnostics	110
6.6	Diagnostics on the basis of kinetic equation of gas flow	110
6.6.1.	The importance of estimates of permeability of backfilled shafts and the size of volume of methane reservoirs in practice	112
6.6.2	Factors affecting the behaviour of time series of methane emission and results of diagnostics	113
6.7	Results of the first stage of diagnostics from the time series	115
6.7.1	Diagnostics of Jindřich Shaft in the first half of the year 2003	116
6.7.2	Diagnostics of Karolina Shaft in the first half of the year 2003	134
7.	CONCLUSION	146
	Schedule of physical quantities and units	149