

УДК 622.831.322:635

АНАЛИЗ РАБОЧИХ ГИПОТЕЗ ФОРМИРОВАНИЯ И ПРОЯВЛЕНИЯ ВЫБРОСОПАСНОСТИ УГЛЕЙ НА ГЛУБИНАХ 800 – 1600 М

Анциферов А. В.

(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

Киселев Н. Н.

(НТЦ «ОНиС при УкрНИМИ НАНУ», г. Донецк, Украина)

Коптиков В. П., Радченко А. Г.

(МакНИИ, г. Макеевка, Украина)

Радченко А. А.

(Донбасская НАСА, г. Макеевка, Украина)

Виконано аналіз робочих гіпотез формування і прояву викидонебезпечності вугільних пластів, здійснено перевірку міри реалізації їх на практиці. Запропоновано нову робочу гіпотезу формування і прояву викидонебезпечності вугілля різних стадій метаморфізму на глибинах 800 – 1600 м.

Working hypotheses for development and manifestation of coal seam bursting liability are reviewed and their implementation in practice is discussed. A new working hypothesis for development and manifestation of bursting liability of different coal ranks at depths 800 - 1,600 m is proposed

Рассмотрение и анализ гипотез проявления выбросов угля и газа, предложенных зарубежными и отечественными авторами, показали, что все гипотезы можно условно разделить на три группы.

Первая группа – это гипотезы, в которых ведущая роль в проявлении выбросов отводится газу, содержащемуся в угле. К

наиболее важным гипотезам группы следует отнести теорию газовых «очагов» Л.Н. Быкова [1].

Вторая группа – это гипотезы, в которых ведущая, активная роль отводится горному давлению. К наиболее важным гипотезам группы следует отнести гипотезу И.М. Печука, согласно которой причиной выбросов является потенциальная энергия вмещающих пород [2].

Третья группа – это гипотезы, в которых утверждается, что причиной внезапных выбросов угля и газа являются совместные действия газа, горного давления и физико-механические свойств угольного пласта. Авторами гипотез третьей группы являются: А.А. Скочинский [3], В.В. Ходот [4], Я.Э. Некрасовский, Р.М. Кричевский и др. В настоящее время энергетическая теория В.В. Ходота является общепризнанной, развитие её основных положений было выполнено в работах [5-9]. В работе [9] было показано, что угли средней стадии метаморфизма отличаются повышенной потенциальной выбросоопасностью, но природа этого явления раскрыта далеко не полностью. Следует отметить, что с позиций энергетической теории В.В. Ходота, этот факт объяснить нельзя. В работе [9] предложена рабочая гипотеза изменения выбросоопасности с глубиной, согласно которой ожидается прекращение внезапных выбросов при увеличении глубины ведения горных работ. Практика разработки выбросоопасных пластов, содержащих марки углей низкой и средней стадий метаморфизма, за последние двадцать лет опровергает факт прекращения внезапных выбросов с глубиной для указанных марок. Проблема проявления выбросоопасности с ростом глубины ведения горных работ по-прежнему весьма актуальна и требует своего решения.

Анализ литературы показал, что существуют различные и противоречивые точки зрения на изменение выбросоопасности с увеличением глубины ведения горных работ. Так, например, Быков Л.Н., Яровой И.М., Борисенко А.А. указывают на увеличение выбросоопасности с глубиной. Вередя В.С. и Юрченко Б.А. указывают на уменьшение количества выбросов, начиная с глубины 750 м. Недвига С.Н. утверждает, что нет оснований предполагать о снижении выбросоопасности на глубинах 1000 – 1200 м. В работе [9] излагается рабочая гипотеза о росте выбросоопасности до

определенной глубины, затем ее снижении на каком-то интервале и после этого прекращение внезапных выбросов угля и газа.

Исследованию этой сложной проблемы были посвящены также работы Некрасовского Я.Э., Степановича Г.Я., Ткача В.Я., Николина В.В., Лысикова Б.А., Боброва А.И., Онопчука Б.Н. и многих других. Единого мнения по данному вопросу не было выработано.

Целью настоящей работы является выполнение анализа современных рабочих гипотез проявления выбросоопасности с глубиной, определение их достоинств и недостатков, проверка степени реализации их на практике и на этой основе разработка новой рабочей гипотезы формирования и проявления выбросоопасности углей разных стадий метаморфизма на глубинах 800 – 1600 м.

Проанализируем основные положения работы [9], в которой приведены критические значения природной газоносности X_{np} , м³/т.с.б.м., глубины разработки пласта H , м и комплексного показателя степени метаморфизма угля M , у.е., согласно которым определяют категорию выбросоопасности угольных пластов. Указанный способ является нормативным [10]. Практика ведения горных работ показала, что способ [10] допускает ошибки первого рода и требует дальнейшего совершенствования. Приведем пример.

ГП «Первомайскуголь», шахта Горская, пласт k_8 , южное крыло, глубина $H=970$ м. Природная газоносность $X_{np}=15$ м³/т.с.б.м. Мощность пласта k_8 равна 1,75 м; угол падения $\alpha=6^\circ$. Марка угля Г; $V^{daf}=41$ %; $y=14$ мм. При проведении воздухоподающего ходка южной лавы пласта k_8 19.01.1994 года произошел внезапный выброс угля и газа интенсивностью $Q_{уг}$ =100 т, выделилось газа $Q_{газ}=8000$ м³. Рассчитаем согласно [10] показатель M :

$$M = \left[\frac{(4V^{daf} - 91)}{(y + 2,9)} \right] + 24 = \left(\frac{4 \times 41 - 91}{14 + 2,9} \right) + 24 = 28,3 \quad (1)$$

$M_{факт}=28,3$ и, согласно [10], критическое значение для M составляет 27,7. В случае, если комплексный показатель степени метаморфизма угля больше этого значения, то независимо от

глубины разработки и природной газоносности пласта исследуемый шахтопласт или участок шахтопласта относят к невыбросоопасным, согласно [10]. В данном случае $M_{\text{факт}} > M_{\text{крит}}$ – и пласт отнесен к невыбросоопасным. Допущена ошибка 1-го рода.

Предложенная в работе [9] гипотеза базировалась на следующих предположениях и допущениях:

1) в призабойной части пласта под совместным влиянием горного и газового давлений размер безопасной зоны разгрузки увеличивается;

2) изменение выбросоопасности рассматривается только в призабойной части пласта на расстоянии не более 3,0 м от поверхности забоя;

3) внезапные выбросы, произошедшие при бурении скважин (172 случая) и при гидроотжиме (42 случая) при анализе внезапных выбросов за период 1953 – 1986 гг. были исключены;

4) внезапные выбросы, спровоцированные сотрясательным взрыванием, за период 1970–1986 гг. при анализе были исключены, если они произошли при вскрытии угольных пластов и пропластков.

По нашему мнению эти предположения и допущения нуждаются в аналитической и экспериментальной проверке. На формирование величины зоны разгрузки ℓ_p кроме глубины ведения горных работ оказывают влияние следующие факторы: давление газа, давление горных пород, природная газоносность, геологические условия, тектоническая нарушенность шахтного поля, наличие зон ПГД, геологические нарушения активного типа, состав пород кровли, мощность и крепость слоев пород кровли, обводненность шахтного поля, шаг обрушения непосредственной и основной кровель, технология разработки шахтного поля – сплошная, столбовая и т.д. В связи с вышесказанным, необходимо рассмотреть физическую сущность формирования ℓ_p на больших глубинах для углей разных стадий метаморфизма.

Авторы работы [9] отмечают факт повышения потенциальной выбросоопасности углей средней стадии метаморфизма, но физическую сущность этого природного феномена не раскрывают. В работе указывается, что при метаморфизме углей средней стадии углефикации идет процесс уплотнения угля в целом и од-

новременно с уплотнением происходят физико-химические превращения, которые приводят к «разрыхлению» скелета угля и определяют уменьшение его прочности. Вопрос структурно-химических преобразований в углях разных стадий метаморфизма исследовали: Касаточкин В.И., Горина Н.К., Ларина Н.К., Кухаренко Т.А., Артемов А.В., Ковалев К.Е., Фролков Г.Д., Кричко А.А., Гагарин С.Г., Скрипченко Г.Б., Русьянова Н.Д., Сапожников Л.М., Айруни А.Т., Саранчук В.И., Смирнов Р.Н., Шендрик Т.Г., Крыпина Л.М., Алексеев А.Д., Стариков Г.П., Рудаков Е.С., Кучеренко В.А., Королев Ю.М., Кривега Т. А., Шареева Л.Н. и многие др.

Многочисленными исследованиями установлено, что угли средней стадии метаморфизма имеют ряд отличительных особенностей:

- повышенное содержание тяжелых углеводородов, высокую природную газоносность до $20 - 30 \text{ м}^3/\text{т.с.б.м.}$ [11];
- высокие пластичность, вязкость, спекаемость, коксующесть [12,13];
- наиболее высокое процентное содержание алифатического углерода, т.е. аморфной составляющей [14];
- наиболее высокие величины сорбции и сорбционного набухания [13, 15];
- пониженные значения модуля статической деформации, коэффициента динамичности, энергии активации диффузии метана из угля [16];
- минимальные значения отношения размеров ароматических слоев к толщине пачки слоев, повышенная подвижность молекулярной структуры, повышенный выход экстрактов [13];
- содержат значительную долю макро-, мезо- и микропор [17];
- пониженные значения модуля Юнга [18];
- минимальные значения микротвердости, плотности, прочности, высокие значения толщины пластического слоя [13];
- повышенная выбросоопасность [9, 13].

В.И. Саранчук и др. в работе [13] указывают, что неоднородность распределения золы по пласту может приводить к различной газоемкости и разным пластовым давлениям газа в раз-

личных точках пласта. На неравномерное распределение газоносности, давления газов в пласте указывается в работах [9, 19, 20].

Таким образом, угли средней стадии метаморфизма отличаются высокой сорбционной способностью, сорбционной набухаемостью, пластичностью, пониженной прочностью, что является причиной их высокой хрупкости и дробимости. В результате набухания в углях средней стадии метаморфизма накапливаются значительные внутренние напряжения, существенно превосходящие силы горного давления [13, 15], что в конечном итоге определяет их повышенную потенциальную выбросоопасность.

Выполненный анализ литературы показал, что на глубинах более 800 м ведение горных работ будет характеризоваться неравномерным распределением значений природной газоносности, давления газа, локальностью выбросоопасности, высокой изменчивостью величины ℓ_p . На этих глубинах одновременно происходят два противоположных процесса: с одной стороны давление горных пород способствует увеличению ℓ_p , с другой – высокие природная газоносность, набухаемость, внутренние напряжения уменьшают ℓ_p . Особенно отчетливо снижение ℓ_p наблюдается в зонах ПГД, на участках зависания пород кровли, в нишах, на концевых участках лав и т.д. При снижении величины ℓ_p происходят выбросы угля и газа.

Анализ опыта ведения горных работ на больших глубинах разработки показал, что на этих глубинах существенный прирост величины ℓ_p не происходит, в связи с влиянием на ее абсолютную величину многих вышеуказанных факторов. Это положение наиболее справедливо для углей средней стадии метаморфизма, отличающихся особенностями своей надмолекулярной организации. На современных глубинах разработки угольных пластов формирование и проявление выбросоопасности наблюдается на расстояниях, которые превышают 3,0 – 4,0 м. Во многих случаях глубина полостей выбросов составляет 20,0 – 30,0 м и более. Так, например, на шахте им. А.А. Скочинского 06.06.2010 года во 2-ой западной лаве УПЦП пласта h'_6 в середине лавы при выемке угля комбайном произошел внезапный выброс интенсивностью $Q_{y2}=940$ т; $Q_{газ}=212900$ м³. Противовыбросные мероприятия по

лаве – гидрорыхление угольного пласта, $\ell_{скв.}=8,0$ м. Контроль эффективности гидрорыхления велся по начальной скорости газовой выделения из шпуров на глубину 3,5 м. Падения значений этого параметра перед выбросом не было, величина ℓ_p , согласно [10], составила 4,0 м. Следует отметить, что выброс произошел в зоне геологического нарушения, представленного увеличением мощности пласта с 1,22 м до 2,12 м и серией микросбросов с амплитудами 0,12 – 0,60 м. Комбайном было вскрыто непрогнозируемое нарушение. Глубина полости выброса превышала 25 м.

Следует отметить, что в ИГД им. А.А. Скочинского под руководством М.С. Анциферова научными сотрудниками: Бойко Г.К., Паршиковым Н.Б., Каганом Я.Я., Лавровым И.М. выполнены исследования по определению местоположения очагов упругих импульсов в угольном пласте [27, 28]. Согласно исследованиям установлено, что около 95 % очагов всех тресков было расположено на расстоянии 9–10 м от груди забоя, а основная масса очагов (порядка 80 %) располагалась на расстоянии 6–7 м. Таким образом, контроль призабойной части выбросоопасных угольных пластов необходимо осуществлять на глубину не менее 6,0 м.

В работе [9] изменение выбросоопасности в призабойной части угольного пласта рассматривалось на величину $\ell_p \leq 3,0$ м. Анализ изменений величин X_{np} и $P_{газ}$ в призабойной части пластов показал:

- на глубине $\ell=4,0$ м от поверхности забоя уже наблюдаются значительные величины $P_{газ}$, наибольшие значения давления газов $P_{газ}$ зафиксированы на пологом падении для углей средней стадии метаморфизма [21];
- стабилизация X_{np} наступает на расстоянии $\ell=6,0–8,0$ м от поверхности забоя, для выбросоопасных зон характерна резкая изменчивость в газопроницаемости [20].

В работе [20] показано, что внезапные выбросы, зарегистрированные на глубинах $H=800–1200$ м, отличаются более высокими значениями массы выброшенного угля и объемов выделившегося газа, при этом глубина полостей также больше по сравнению с внезапными выбросами, отмеченными на глубинах 400–800 м. По данным работы [22], глубина полостей внезапных выбросов в 1955–1958 гг. на пологом падении редко превышала 15 м. Со-

гласно [23], при $H \leq 600$ м в 1950–1955 гг. интенсивность выбросов редко превышала 150 т для внезапных выбросов и 200 т для выбросов, спровоцированных сотрясательным взрыванием. Средняя интенсивность внезапных выбросов за период 1952–1955 гг. составляла 30–60 т [23]. В работе [24] приведены результаты определения очагов трещинообразования методом сейсмоакустической локации и установлено, что естественные сейсмоакустические импульсы рождаются в зоне предельно-напряженного состояния, глубина этой зоны составляет до 10 м от груди забоя. В работе [25] даны результаты определения усилия подачи буровых штанг в процессе бурения скважин с помощью пружинного динамометра. Показано, что на выбросоопасных участках наблюдается снижение средней величины усилий подачи штанг на 20–80 % за счет хрупкого, быстрого разрушения газонасыщенного угля. Особенно ярко это проявляется на интервалах бурения скважин $\ell = 4,0–5,0$ м от поверхности забоя. В работах [26, 20] рассмотрены случаи, когда внезапные выбросы происходили с глубины $\ell = 8,0–13,0$ м. Авторы работы [26] указывают, что «утвердившееся мнение о том, что выбросы происходят из глубины до 5,0 м, следует пересмотреть». Это заключение сделано еще в 1970 г, однако, в работе [9], опубликованной в 1990 г, оно не было учтено.

Из вышесказанного следует вывод: на глубинах разработки $H = 800–1200$ м существенно возросли интенсивность выбросов – количество выброшенного угля и выделившегося метана, увеличилась дальность отброса угля и возросла глубина полостей выбросов.

При выполнении статистического анализа внезапных выбросов необходимо включать все виды газодинамических явлений: отжимы, выдавливания, обрушения, переросшие во внезапные выбросы, собственно внезапные выбросы. При анализе внезапных выбросов следует учитывать выбросы, происшедшие при бурении скважин, при гидроотжиме, гидрорыхлении, дистанционном управлении стругами и т.д. Только в этом случае можно обеспечить представительность статистической выборки и получить объективную информацию, выявить существующие тенденции. Анализ опыта ведения горных работ показал [29], что с уве-

личением глубины ведения горных работ происходит снижение частоты внезапных выбросов и увеличение их интенсивности. Приведем конкретные примеры.

1. Шахта «Ясиновская-Глубокая», $H=667$ м, пласт m_3 ; 20.02.03 г – внезапный выброс; $Q_{y_2}=1100$ т; $Q_{газ}=25000$ м³; $m=1,42$ м; $\alpha=19^\circ$; марка угля ОС; $X_{np}=26$ м³/т.с.б.м. 5-й западный транспортный штрек передаточного уклона пл. m_3 . Выброс произошел в зоне горно-геологического нарушения.

2. Шахта им. А.А. Скочинского, $H=1250$ м, пласт h^1_6 ; 30.01.00 г. – внезапный выброс; $Q_{y_2}=550$ т; $Q_{газ}=22000$ м³; 6-я вост. лава вост. панели, верхняя ниша.

3. Шахта «Краснолиманская», $H=845$ м, пласт l_3 ; 23.05.08 г – внезапный выброс; $Q_{y_2}=2400$ т; $Q_{газ}=55477$ м³; вент. ходок 2-й запад. лавы. Выброс произошел в зоне влияния горно-геологического нарушения – Грачевского сброса.

4. Шахта им. Карла Маркса, $H=1000$ м, пласт l_3 – Мазурка; 08.06.08 г – обрушение, переросшее во внезапный выброс; $Q_{y_2}=7400$ т; $Q_{газ}=120000$ м³; $m=1,65$ м; $\alpha=67^\circ$; Западный фланговый квершлаг горизонта 1000 м.

5. Шахта им. А.А. Скочинского, $H=1289$ м, пласт h^1_6 ; 08.06.09 г – внезапный выброс; $Q_{y_2}=850$ т; $Q_{газ}=42000$ м³; конвейерный штрек 2-й запад. лавы УПЦП.

При выполнении статистического анализа выбросов, произошедших при сотрясательном взрывании, необходимо также включать все виды газодинамических явлений. В принципе, выбросы при вскрытиях пластов можно анализировать отдельно. Статистический анализ выбросов, спровоцированных буровзрывными работами показал, что на глубинах более 800 м также наблюдается тенденция к увеличению интенсивности выбросов по параметрам Q_{y_2} и $Q_{газ}$. [29].

Анализ выбросов, спровоцированных сотрясательным взрыванием [29], доказывает увеличение интенсивности выбросов по Q_{y_2} и $Q_{газ}$ при увеличении глубины ведения работ с $H=800$ м до глубин $H=1100-1300$ м.

В результате выполненных обзора литературы и статистического анализа проявления выбросоопасности установлено следующее:

а) рассмотренная нами надмолекулярная организация углей на микроуровне определяет многие физико-химические свойства углей на мезоуровне, такие как: пластичность, сорбционная набухаемость, пониженная прочность, высокая дробимость;

б) пластичность, сорбционная набухаемость, высокая дробимость углей в свою очередь обуславливают на макроуровне наиболее характерные и фундаментальные свойства углей средней стадии метаморфизма, такие как: спекаемость, коксуюемость и повышенная потенциальная выбросоопасность.

На основе анализа литературных источников, разработанного методологического подхода и обобщения опыта ведения горных работ на разных глубинах нами сформулирована рабочая гипотеза формирования и проявления выбросоопасности угольных пластов на глубинах $H=800-1600$ м, основные положения которой сводятся к следующему.

1. Для углей низкой стадии метаморфизма – марки углей 2Г, 3Г будут наблюдаться следующие закономерности:

1.1. При внезапных выбросах ожидаются средняя частота выбросов F и средняя интенсивность по параметрам $Q_{уг}$ и $Q_{газ}$ при условии эффективного применения противовыбросных мероприятий. При уменьшении абсолютных значений природной газоносности $X_{np} \leq 8$ м³/т.с.б.м. и $y < 7-8$ мм ожидается снижение средних показателей по параметрам F , $Q_{уг}$ и $Q_{газ}$.

1.2. Для выбросов, спровоцированных сотрясательным взрыванием ожидается средняя частота выбросов F и умеренная интенсивность по параметрам средних арифметических значений $Q_{уг}$ и $Q_{газ}$.

2. Для углей средней стадии метаморфизма – марки углей 4Ж, 5К, 6ОС, 7Т ожидаются следующие закономерности:

2.1. При внезапных выбросах прогнозируется средняя частота выбросов F и высокая интенсивность по параметрам $Q_{уг}$ и $Q_{газ}$.

2.2. Для выбросов, спровоцированных сотрясательным взрыванием ожидаются повышенная частота выбросов F и высокая интенсивность по параметрам $Q_{уг}$ и $Q_{газ}$.

3. Для углей высокой стадии метаморфизма – марки углей 8 – 9 ПА, 10А ожидаются следующие закономерности:

3.1. При внезапных выбросах прогнозируется средняя частота выбросов F и средняя интенсивность по параметрам $Q_{уг}$ и $Q_{газ}$.

3.2. Для выбросов, спровоцированных сотрясательным взрыванием прогнозируется умеренная частота выбросов F и средняя интенсивность по параметрам $Q_{уг}$ и $Q_{газ}$.

При выполнении условия $lg\rho < 3,4$, где ρ – удельное электро-сопротивление угольного пласта прогнозируется снижение частоты и интенсивности выбросов. При условии снижения абсолютных значений природной газоносности X_{np} ожидается прекращение выбросов угля и газа, что подтверждено практикой ведения горных работ на шахтах «Коммунист», «Шахтерская-Глубокая».

Благодарности

Авторы выражают глубокую признательность и благодарность д.х.н. Шендрик Т.Г. и д.т.н. Старикову Г.П. за предоставленную литературу при написании данной работы.

Выводы

1. Предложенная рабочая гипотеза изменения выбросоопасности с глубиной ведения горных работ отличается тем, что учитывает надмолекулярную организацию углей, которая является управляющим параметром, и определяет на мезоуровне многие физико-механические и физико-химические свойства углей (плотность, пористость, вязкость, пластичность, хрупкость, дробимость, сорбционную способность, сорбционную набухаемость и т.д.) и их напряженно-деформированное и газодинамическое состояния пласта. Интегрирующее влияние надмолекулярной организации на макроуровне проявляется в том, что угли разных стадий метаморфизма имеют свои особенности. Так, например, угли средней стадии метаморфизма отличаются высокой спекаемостью, коксумостью, повышенной потенциальной выбросоопасностью.

2. Согласно разработанной рабочей гипотезе, на больших глубинах разработки $H=800-1600$ м будет сохраняться высокая степень потенциальной выбросоопасности для углей средней и низкой стадий метаморфизма. В связи с этим, необходимо предусматривать дополнительные инвестиции на совершенствование

способов и средств прогноза и предотвращения газодинамических явлений на больших глубинах.

3. Исследования, направленные на изучение тенденций проявления выбросоопасности на больших глубинах, следует продолжить.

4. Формирование и проявление выбросоопасности на больших глубинах разработки происходит на расстоянии свыше 3,0 м. Поэтому необходимо дальнейшее совершенствование способов ведения текущего прогноза выбросоопасности угольных пластов и контроля эффективности противовыбросных мероприятий с учетом этих особенностей. С этой целью необходимо разработать приборы и устройства, позволяющие контролировать состояние призабойной части выбросоопасных пластов на глубину 5,5–6,0 м и измерять в комплексе газо- и термодинамические параметры выбросоопасных пластов. Это повысит точность и объективность определения величины зоны разгрузки ℓ_p призабойной части выбросоопасных угольных пластов.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Быков Л.Н. Изогазы и теория происхождения очагов внезапных выделений. – М.: ГНТГИ, 1932. – 342 с.
2. Печук И.М. О причинах выбросов. – В сб. «Вопросы теории внезапных выбросов угля и газа». М., ИГД АН СССР. 1959.
3. Скочинский А.А. Современные представления о природе внезапных выбросов угля и газа в шахтах и меры борьбы с ними // Уголь. – 1953. – №7. – С. 34 – 40.
4. Ходот В.В. Внезапные выбросы угля, породы и газа. – М. Госгортехиздат, 1961. – 363 с.
5. Петросян А.Э., Иванов Б.М. Причины возникновения внезапных выбросов угля и газа. В кн.: Основы теории внезапных выбросов угля, породы и газа. – М.: Недра, 1978. – С. 3 – 61.
6. Николин В.И. Представления (гипотеза) о природе и механизме выбросов угля, породы и газа. В кн.: Основы теории внезапных выбросов угля, породы и газа. – М.: «Недра», 1978. – С. 122 – 140.
7. Теория защитных пластов / Петухов И. М., Линьков А. М., Сидоров В. С., Фельдман И. А. – М.: Недра, 1976. – 224 с.

8. Петухов И.М. Механика горных ударов и выбросов/ Петухов И.М., Линьков А. М. – М.: Недра. – 1983. – 280 с.
9. Забигайло В.Е. Влияние катагенеза горных пород и метаморфизма углей на их выбросоопасность / Забигайло В.Е., Николин В.И. – Киев: наук. думка, 1990. – 168 с.
10. СОУ 10.1.00174088.011-2005. Правила ведення гірничих робіт на пластах, схильних до газодинамічних явищ. Мінвуглепром України, Київ, 2005. – 225 с.
11. Косенко Б.М. Изменение содержания метана и высших углеводородов в каменных углях и антрацитах Донбасса // Геология угольных месторождений – М, 1969. – т. 1. – С. 129 – 135.
12. Исследование и классификация углей. Сборник № 18 ДонУГИ, Углетехиздат, Москва, 1959. – 232 с.
13. Надмолекулярная организация, структура и свойства угля / Саранчук В.И., Айруни А.Т., Ковалев К.Е.; отв. Ред. Сапунов В.А.; АН УССР. Ин-т физ.-орган. Химии и углехимии. – Киев: наук. думка, 1988. – 192 с.
14. Гагарин С.Г. Роль невалентных взаимодействий между ароматическими фрагментами углей // ХТТ. – 1990. – № 5. – С. 9 – 13.
15. Айруни А.Т. Прогнозирование и предотвращение газодинамических явлений в угольных шахтах. – М.: Наука, 1987. – 310 с.
16. Алексеев А.Д. Прогнозирование неустойчивости системы уголь – газ /Алексеев А.Д., Стариков Г.П., Чистоклетов В.Н. – Донецк: Издательство «Ноулидж» (донецкое отделение), 2010. – 343 с.
17. Хеннинг Дж. Адсорбция с точки зрения теории порядок – беспорядок. Межфазовая граница газ – твердое тело. – М.: Мир, – 1970. – 316 с.
18. Касаточкин В.И., Ларина Н.К. Строение и свойства природных углей. – М.: Недра, 1975. – 158 с.
19. Николин В.И. Борьба с выбросами угля и газа в шахтах / Николин В.И., Балинченко И.И., Симонов А.А. – М.: Недра, 1981. – 300 с.
20. Минеев С.П., Рубинский А.А., Витушко О.В., Радченко А.Г. Горные работы в сложных условиях на выбросоопасных

- угольных пластах: [монография]. – Донецк: ООО «Східний видавничий дім», 2010. – 603 с.
21. Бобров И.В. Исследование в области борьбы с внезапными выбросами угля и газа на шахтах Донецкого бассейна / Бобров И.В., Кричевский Р.М. – Донецк – Макеевка: Донбасс. – 1960. – 143 с.
 22. Бобров И.В. Проведение подготовительных выработок на пластах, опасных по внезапным выбросам угля и газа. – Донецк – Макеевка: Донбасс, 1959. – 200 с.
 23. Выбросы угля, породы в шахтах Донбасса в 1906 – 2007 гг., справочник / Волошин Н. Е., Вайнштейн Л.А., Брюханов А.М. [и др.] – Донецк: СПД Дмитренко, 2008. – 920 с.
 24. Лавров И.М. Изучение местоположения очагов сейсмоакустических импульсов в угольном пласте. – В кн.: Применение сейсмоакустических методов в горном деле. М.: Наука, 1964. – С. 97 – 105.
 25. Пантелеев А.И. К оценке выбросоопасности призабойной части угольного пласта // Пантелеев А.И., Бойко Я.Н., Рубинский А.А. / Создание безопасных условий труда в угольных шахтах. Сб. научн. трудов МакНИИ, Макеевка-Донбасс, – 1986. – С. 47 – 51.
 26. Божко В.Л., Белинская Н.Р., Симонов А.А. Опыт разработки выбросоопасных пластов на шахтах Донбасса. – М.: Недра, 1970. – 167 с.
 27. Сейсмоакустические наблюдения на выбросоопасных пластах в комплексе с исследованием их напряженного состояния. Краткий научный отчет. Научн. руководитель и отв. исполнитель к.ф.м.н. М. С. Анцыферов. ИГД им. А. А. Скочинского, Москва, 1964. – 24 с.
 28. Исследования местоположения очагов, энергии и частотных спектров сейсмоакустических импульсов, возникающих в процессе разработки угольного пласта. Краткий научный отчет. Научн. Руководитель: к.ф.м.н. М. С. Анцыферов. ИГД им. А. А. Скочинского, Москва, 1967. – 31 с.
 29. Выбросы угля, породы в шахтах Донбасса (1906-2007 г.г. / Н.Е. Волошин, Л.А. Вайнштейн, А.М. Брюханов и др.– Донецк: СПД Дмитренко, 2008. – 920 с.