УДК 622.:551.24

В.Р. Мусина

ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ ГОРЯЩЕГО УГЛЕПОРОДНОГО ОТВАЛА ШАХТЫ «НЕСВЕТАЕВСКАЯ»

Аннотация. Рассмотрена гипотеза о влиянии геодинамически опасных зон на самовозгорание углепородных отвалов. Для одного из отвалов г. Новошахтинск Ростовской области рассмотрена его геодинамическая позиция. По результатам геодинамического районирования территории установлено, что отвал находится на границе блоков земной коры III-ранга (разлома «Несветаевский»). Отвал является горящим, очаги горения имеют линейную форму, часть из которых вытянута в направлении простирания разлома «Несветаевский». Данный разлом хорошо выражен в рельефе, фиксируется коленообразными участками речных русел, балок и подножием склонов. По результатам анализа имеющихся геологических данных, в массе разлом представлен зоной повышенной трещиноватости. Тектонофизический анализ данных показывает, что в современном сдвиговом поле напряжений этот разлом испытывает деформации растяжения, что создает благоприятную обстановку для раскрытия трещин и способствует массопереносу газов вдоль зоны разлома.

Ключевые слова: углепородный отвал, самовозгорание, геодинамически опасная зона, окружающая среда, разлом земной коры, геодинамическое районирование, аэродинамическая связь.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-7-0-219-228

Введение

В настоящее время установлено, что современные тектонические и геодинамические процессы оказывают влияние на инженерные сооружения [8, 20, 21, 32, 35 и др.]. Отмечено, что к границам современных блоковых структур приурочены аварийные зоны в шахтах [8, 16, 27, 38] на газо- и нефтепроводах [2, 10, 32, 37], железных дорогах [8], месторождениях нефти [13], водопроводных и канализационных сетях в городах [4]. На границах блоков отмечены опасные зоны по развитию карста, оползней, техногенной сейсмичности и деформации зданий [5, 31].

Самовозгорание отвалов является одной из крупных экологических проблем в горнопромышленных районах мира. Эта проблема продолжает оставаться актуальной, несмотря на принимаемые меры по предотвращению возгорания и тушению отвальной массы [17, 25, 28, 34, 36, 37]. В работах [5, 33] высказывается гипотеза, что при расположении отвалов на геодинамически активных зонах земной коры могут создаваться условия для поступления воздуха в тело отвала за счет силы тяги через проницаемые зоны в его основании.

В данной работе рассматривается геодинамическая позиция одного из наиболее крупных и экологически опасных для окружающей среды отвалов Восточного Донбасса.

Геодинамическое состояние земной коры в районе Восточного Донбасса

Согласно современным представлениям, современные геодинамические процессы активно протекают не только

© В.Р. Мусина. 2018.

в областях орогенеза, но и на платформах. Для платформенных территорий выполнены работы по анализу блочной структуры, полей напряжений, современных движений земной коры, сейсмичности [20, 24].

В работах [12—14, 29], отмечается современная тектоническая подвижность структурных элементов Донбасса, наличие тектонических полей напряжений, приуроченность геодинамических явлений в шахтах к тектонически напряженным зонам.

В работе [14] указывается, что в кайнозое в регионе Донбасса проявились две орогенические эпохи: раннеальпийская (условно ларамийская — конец мела-палеоцен) и поздне-альпийская, или новейшая, (неоген-четвертичный период). Район г. Шахты-Новошахтинск расположен в новейшем тектоническом комплексе позднемиоцен-четвертичного возраста, рассеченном структурными линиями неустановленной кинематики.

Для рассматриваемого вопроса важно, что существуют геологические доказательства перестройки тектонического плана в данном регионе и появления новых тектонических элементов в новейшее время. Например, Донецко-Североазовский неотектонический мегавал выходит далеко за пределы Донецкого складчатого сооружения и пересекает его границу с Украинским щитом. В восточной части региона ареал новейших деформаций выходит за пределы Днепровско-Донецкого авлакогена. Отмечена также новейшая реактивация некоторых крупных нарушений района. Например, Северодонецкий и Персиановский надвиги были активизированы как правые сдвиги [14, рисунок]. Таким образом, имеются геологические доказательства проявления тектонической активности в данном регионе в новейшее время.

В 1990-х годах в районе 2-х шахтных полей Донбасса были проведены комплексные исследования по геодинамическому районированию, которые показали, что в данном районе выделяются тектонически активные блоки нескольких иерархических рангов. Границы блоков частично наследуют участки надвигов (Французского, Мушкетовского) крутого падения, а частично занимают секущее положение [26].

В методе геодинамического районирования принимается, что границы тектонически активных блоков земной коры находят выражение в современном рельефе и трассируются по ряду индикаторов [8]. Такой взгляд базируется на результатах многочисленных исследований в геологии и геоморфологии. Так, Ю.А. Мещеряков считает, что современные движения земной коры влияют на овражную эрозию и характер развития речной сети (врез, заболачивание) [19]. Овраги и балки являются важнейшими индикаторами отражения в рельефе современных разломов [22].

Точки зрения, что выделяемые по рельефу тектонические границы следует рассматривать как современные активные разломы, придерживаются и другие ученые [20, 27, 38 и др.]. Например, в работах [9, 18] геоморфологические аномалии рельефа (линеаменты) трактуются как природные объекты, влияющие на инженерные сооружения и инженерную деятельность человека, и рассматриваются как геодинамически активные зоны, выраженные зонами интенсивной трещиноватости.

В то же время углепородные отвалы в горнопромышленных районах располагали часто именно в балках и оврагах, как местах, обладающих низкой хозяйственной ценностью [1].

Из сказанного можно сделать вывод, что поскольку территорию Восточного Донбасса можно рассматривать как находящуюся в стадии новейшей тектонической активизации, сопровождаемой

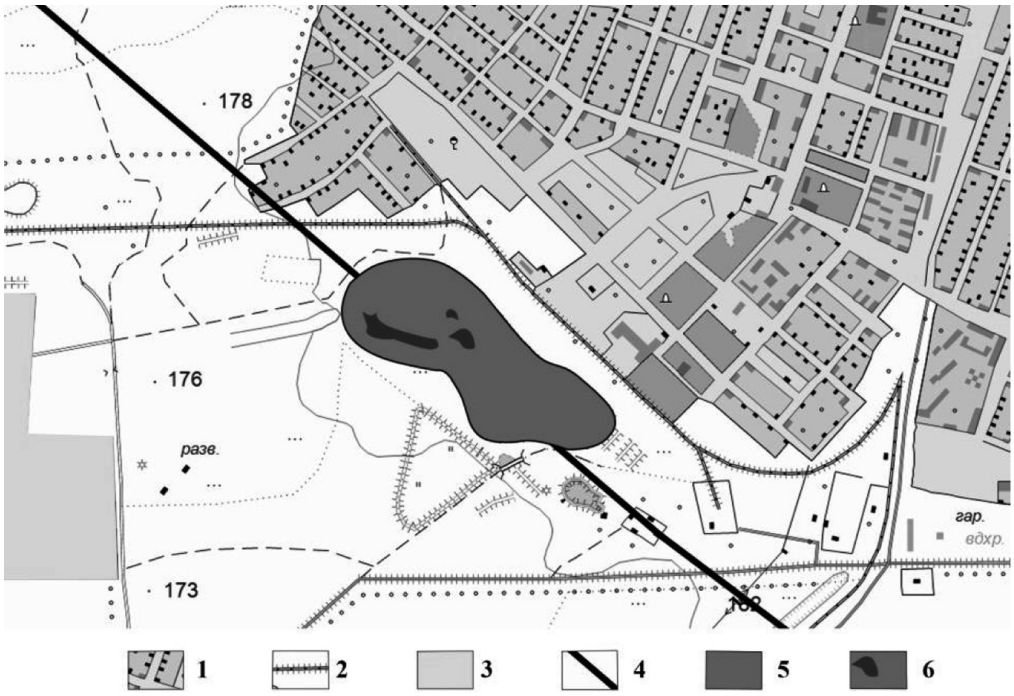
развитием новых тектонических элементов, то границы тектонических блоков, геодинамически опасные зоны (ГОЗ), частично могут совпадать с известными тектоническими нарушениями Восточного Донбасса, а частично занимать секущее положение и быть представленными в массиве зонами повышенной трещиноватости. При расположении углепородного отвала на границе блоков создаются проницаемые зоны в его основании, через которые в тело отвала может проникать воздух за счет возникающей тяги и инициировать процесс возгорания отвальной массы.

Геодинамическое районирование района шахты Несветаевская

Блочное строение района

Разлом Несветаевский (рисунок) имеет северо-западное простирание и проходит к юго-западу от г. Новошахтинска. В рельефе разлом выражен следующим образом. В южной части Новошахтинска он фиксируется коленообразным изгибом р. Большой Несветай длиной около 500 м. Далее на северо-запад разлом проходит через район Ильичевка-Белышев, фиксируется 75-метровым коленообразным изгибом балки Большой Бугултай. Северо-западнее он прослеживается по подножью склона, проходит под центральной частью отвала ш. «Несветаевская» и далее фиксируется коленообразным изгибом русла р. Большой Несветай в районе п. Личный труд и далее вдоль балки Большая Каменная в направлении п. Черников. Все описанные индикаторы характеризуют разлом как левый сдвиг.

Что касается геологической интерпретации Несветаевского разлома, то



Расположение объединенного отвала ш. «Несветаевская»: 1 — жилая зона, 2 — дороги, 3 — лес, 4 — разлом Несветаевский, 5 — отвал Несветаевский, 6 — очаги возгорания

Location of the united mine dump Nesvetaevskaya: 1 —residential zone, 2 —roads, 3 —forest, 4 —Nesvetaevsky break, 5 —Nesvetaevsky dump, 6 —burning spots

он имеет самостоятельную трассу, отличную от трасс крупных известных разрывных тектонических нарушений района. Наиболее близкий к нему Самбековский сброс с амплитудой около 35 м, наблюдающийся в обнажениях пород карбона по р. Большому Несветаю, имеет северо-восточное и близмеридиональное простирание с крутым (75—85°) падением сместителя, т.е. Несветаевский разлом занимает секущее положение относительно крупных дизъюнктивов района. На основании имеющихся результатов исследований по двум шахтным полям в г. Донецке можем принять, что Несветаевский разлом может быть выражен в массиве как зона повышенной трещиноватости [3, 26].

О напряженном состоянии района

Региональное поле напряжений рассматриваемого района характеризуется субгоризонтальным направлением максимального сжатия, действующим в секторе простираний 90—180° (СЗ и ЮВ сектора) [7, 14, 26]. Изучение локального поля напряжений в районе г. Донецка показывает, что ось максимального сжатия ориентирована горизонтально в направлении СЗ (135°), ось минимального сжатия ориентирована горизонтально в направлении СВ, ось промежуточных напряжений вертикальна. В работе [12] приводятся результаты измерения величин напряжений на шахтах Донецка методом гидроразрыва. Авторы приходят к выводу, что максимальное сжатие в регионе ориентировано горизонтально и превышает вертикальную составляющую в 2,4—3,5 раза.

Таким образом, можем принять, что в изучаемом районе расположения угольных отвалов действует сдвиговое поле напряжений с ориентировкой максимального сжатия в направлении ЮВ-СЗ. В этом случае ось минимального сжатия ориентирована субперпендикулярно к Несветаевскому разлому.

Характеристика отвала шахты «Несветаевская»

Объединенный отвал шахты «Несветаевская» расположен в западной части района в г. Новошахтинск Ростовской области. Склад отвальной массы формировался на центральной промышленной площадке шахты. С северной и западной стороны к отвалу примыкают промплощадки действующих предприятий. Отвал ш. «Несветаевская» был запущен в эксплуатацию в 1932 г. В то время отвалы сооружались без мер противопожарной защиты. В 1997 г. эксплуатация породного отвала была остановлена [23].

Рассматриваемая территория представляет собой пологую безлесную равнину с уклоном на юг к долине реки Большой Несветай и балке Белышева [28].

На 2010 г. отвал имел площадь основания 154 500 м^2 и объем 2 940 000 м^3. Значительная часть отвала рекультивирована, но без озеленения. В связи с этим на настоящий момент отвал имеет сложную форму. В северной части отвал представляет собой усеченный конус с максимальной высотой 27 м. Южная часть состоит из четырех совмещенных вершин с максимальной высотой 39 м.

Отвал является горящим и отнесен к категории «очень опасен». Общая площадь очагов горения с температурами от 80 до 434 °С достигает 13 000 м^2, что составляет более 8% всей площади отвала. Кроме того, результатами температурной съемки породного отвала были выявлены места аномальных температур 40—80 °С, что свидетельствует о продолжающемся процессе самонагревания отвальной массы и возникновении новых очагов возгорания [23, 25, 28].

По результатам температурной съемки, проведенной в 2010 г., на отвале выявлены четыре очага горения расположенных на бортах северной и южной

части отвала и на центральной вершине южной части [17, 25], показанные на рисунке. На всей площади очагов наблюдается выход газа по трещинам на поверхность, скопление пятен элементарной серы, различных растворимых химических соединений белого цвета (сульфатов SO_4) [28]. Очаги горения имеют линейную форму, рисунок.

Таким образом, отвал шахты «Несветаевская», находящийся непосредственно на границе блоков III-го ранга, начал формироваться в 1932 г., в настоящее время является горящим, очаги горения имеют линейную форму, часть из которых вытянута в направлении простирания разлома Несветаевский.

Обсуждение результатов

Несмотря на принимаемые меры (рекультивация, переформирование отвала) проблема самовозгорания углепородных отвалов до сих пор остается нерешенной, что свидетельствует о наличии еще какого-то неучтенного фактора.

Согласно развиваемой гипотезе о влиянии ГОЗ на состояние отвалов и проведенным исследованиям [5, 7, 33] при размещении отвала на границах блоков земной коры, т.е. в геодинамически опасной зоне (ГОЗ), может происходить деформация изолирующего слоя в основании отвала или на его бортах, что способствует установлению аэродинамической связи между телом отвала и проницаемой зоной в его основании. В результате установления такой связи, в тело отвала попадает кислород, который инициирует процесс возгорания горючих компонентов отвальной массы.

На участках платформ известно проявление аномальных деформационных процессов, которые получили название суперитненсивных движений земной коры (СД) [15]. Они обладают высокой амплитудой (свыше 50 мм в год или порядка 10^{-4} —10^{-5} в год), короткопериодичны (от первых месяцев до первых лет), пространственно локализованы (от первых сотен метров до первых километров) и обладают пульсационной и знакопеременной направленностью. Возникновение таких процессов в асейсмичных областях объясняется на основе гипотезы проф. И.М. Петухова о предельно напряженном состоянии верхней части земной коры [24].

Под влиянием даже малых воздействий, когда в предельно нагруженную зону добавляется дополнительная внешняя нагрузка, могут развиваться СД-процессы [15]. Если даже возбуждение СД-процессов связывают с выпадением атмосферных осадков (возникновение деформаций на уровне 10^{-5} зоне разлома), то тем более это возможно под воздействием веса отвала.

Таким образом, проникновению воздуха в тело отвала шахты «Несветаевской» могут способствовать следующие факторы:

- Расположение отвала в ГОЗ.

По зоне тектонических трещин, которыми представлен разлом Несветаевский в массиве, в тело отвала может поступать воздух, что способствует его самовозгоранию.

- Тектонофизическая позиция разлома Несветаевский.

Разлом Несветаевский находится в сдвиговом поле региональных напряжений и имеет левосдвиговую составляющую. Ось минимального сжатия современного поля напряжений ориентирована субперпендикулярно простиранию данной границы, что может создавать благоприятную обстановку для развития деформаций растяжения и способствует массопереносу газов вдоль зоны разлома.

- Сдвижение и активизация геодинамических процессов под влиянием ведения горных работ, включая сооружение отвалов.

Выводы

Таким образом, геодинамическая позиция отвала характеризуется следующим:

1. Отвал расположен в зоне разлома земной коры III-го ранга (разлом Несветаевский), который хорошо фиксируется в рельефе.

2. Крупных разрывных тектонических нарушений, которые были бы связаны с разломом, не выявлено, но на основании анализа выраженности границ современных тектонических блоков в массиве, можем принять, что разлом Несветаевский представлен в массиве зоной повышенной трещиноватости.

3. В современном поле напряжений разлом Несветаевский испытывает деформации растяжения, что может создавать благоприятную обстановку для раскрытия трещин и способствует массопереносу газов вдоль зоны разлома.

Таким образом, геодинамическая позиция отвала находится в соответствии с развиваемой гипотезой, которая объясняет инициацию процесса самовозгорания отвалов приуроченностью их к активным тектоническим зонам земной коры (границам блоков), что может быть использовано в дальнейшем для компьютерного моделирования происходящих процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Агапов А. Е. Навитний А. М., Терещенко Т. Л. и др.* Технико-технологические решения по формированию пожаробезопасных параметров и тушению горящих отвалов (терриконов). Справочное пособие. — М.–Шахты: изд-во ЮРО АГНРФ. — 2008.

2. *Адушкин В. В., Горбунова Э. М., Спивак А. А.* Геодинамические проблемы строительства нефтегазопроводов на севере Европейской части России / II Международное рабочее совещание. 24—27 июня 1997. — СПб.: ВНИМИ, 1997. — С. 210—218.

3. *Батугин А. С.* О закономерности отражения границ блоков в горном массиве / II Международное рабочее совещание. 24—27 июня 1997. — СПб.: ВНИМИ, 1997. — С. 312—317.

4. *Батугин А. С., Болотный Р. А.* Оценка геодинамического риска для территории мегаполисов (на примере г. Реутова Московской области) // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2009. — № 4. — С. 132—134.

5. *Батугин А. С., Булаева Н. М., Мусина В. Р., Пономарев В. С.* Способ выбора мест для размещения углепородных отвалов. Патент РФ № 260048, опубл. 27.10.2016, бюл. № 30.

6. *Батугин А. С., Головко И. В., Семенов В. А., Мусина В. Р., Мухитдинов Ш. Р.* Оценка ширины зон влияния границ блоков по данным проявления техногенной сейсмичности в горнопромышленном районе Кузбасса // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2015. — № 7. — С. 211—214.

7. *Батугин А. С., Мусина В. Р.* Анализ тектонофизических условий мест расположения горящих углепородных отвалов Восточного Донбасса / Материалы 5-й молодежной тектонофизической школы-семинара. — М., 2017. — С. 180—182.

8. *Батугина И. М., Петухов И. М.* Геодинамическое районирование месторождений при проектировании и эксплуатации рудников. — М.: Недра, 1988. — 166 с.

9. *Воейкова О. А., Макаров В. И., Несмеянов С. А.* Изучение приповерхностных новейших разрывных нарушений платформ при инженерных изысканиях // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. — 2007. — № 3. — С. 267—280.

10. *Журило А. А., Соловьев В. В., Харионовский В. В.* Геодинамические проблемы устойчивости магистральных газопроводов / II Международное рабочее совещание. 24—27 июня 1997. — СПб.: ВНИМИ, 1997. — С. 193—198.

11. *Качурин Н. М., Стась Г. В., Корчагина Т. В., Змеев М. В.* Геомеханические и аэрогазодинамические последствия подработки территорий горных отводов шахт Восточного Донбасса // Известия ТулГУ. Науки о Земле. — 2017. — № 1. — С. 170—181.

12. *Колоколов О. В., Князев М. В., Притыскач В. П., Доценко В. И.* Определение параметров тензора напряжений на шахтах центрального района Донбасса / Геодинамическое районирование недр. Сборник научных трудов. — Кемерово, 1991. — С. 31—33.

13. *Коньков Г.А.* О связи новейших и современных тектонических движений с метаноносными и выбросными зонами в условиях Донецкого бассейна // ДАН СССР. — 1962. — т. 143. — № 3.

14. *Копп М.Л., Корчемагин В.А.* Кайнозойские поля напряжений/деформаций Донбасса и их вероятные источники // Геологія. — С. 37—49.

15. *Кузьмин Ю.О.* Современная геодинамика и оценка геодинамического риска при недропользовании. — М.: Агентство экологических новостей, 1999. — 220 с.

16. *Лань Тяньвэй, Чжан Хунвэй, Батугина И.М. и др.* Изучение геодинамических условий проявления горных ударов на угольных шахтах месторождения Цзинси в Китае // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2014. — № 7. — С. 247—257.

17. *Лиманский А.В.* Основные недостатки и направления совершенствования мониторинга экологических последствий ликвидации предприятий угольной промышленности России // Уголь. — 2010. — № 9. — С. 68—71.

18. *Макаров В.И.* Современная геодинамика платформенных территорий и проблема активных разломов и трещиноватости в связи с решением инженерно-геологических и геоэкологических задач / Сергеевские чтения. Вып. 2. — М.: ГЕОС, 2000. — С. 157—163.

19. *Мещеряков Ю.А.* Рельеф и современная геодинамика. — М.: Наука, 1981. — 278 с.

20. *Несмеянов С.А.* Введение в инженерную геотектонику. — М.: Научный мир, 2004. — 216 с.

21. *Ниметулаева Г.Ш.* Обеспечение экологической безопасности территории Бахчисарайского района Крыма при оползневых явлениях на основе геодинамического районирования недр: автореферат дис. кандидата технических наук: 25.00.36. — М.: МГГУ, 2004. —23 с.

22. *Орлова А.В.* Блоковые структуры и рельеф. — М.: Недра, 1975. — 232 с.

23. *Паспорт* углепородного отвала шахты «Несветаевская». — Люберцы: ОАО «Ростовуголь», 2010.

24. *Петухов И.М., Батугина И.М.* Геодинамика недр. — М.: Недра коммюникейшенс, 1999. — 218 с.

25. *Пономарев В.С.* Разработка предложений по технологической платформе мониторинга комплексной диагностики безопасности угольных районов // Мониторинг. Наука и технологии. — 2013. — № 1. — С. 42—47.

26. *Петухов И.М., Шабаров А.Н. и др.* Разработка теоретических основ геодинамического районирования и картирования месторождений полезных ископаемых [Проведение комплексных исследований по выявлению характера взаимодействия блоков, микрогеодинамических процессов и ориентировочной оценки напряженного состояния массива горных пород в пределах двух шахтных полей]: отчет о НИР (промежуточ.) № ГР01900011246. — Ленинград: ВНИМИ, 1990. — 203 с.

27. *Рахимов В.Р., Казаков А.Н., Мухитдинов Ш.Р.* Геодинамическое районирование как основа для выявления блочной структуры золоторудных месторождений Узбекистана // Вестник Узбекистана. — № 32. — 2008. — С. 44—48.

28. *Лиманский А.В., Пономарев В.С. и др.* Рекомендации по выявлению на горных отводах ликвидируемых шахт техногенных источников негативного влияния на окружающую природную среду методом дистанционного зондирования беспилотными летательными аппаратами: отчет о НИР (4 этап). — Люберцы: ФГУП ННЦ ГП —ИГД им. А.А. Скочинского, 2011.

29. *Сим Л.А., Корчемагин В.А., Рапопорт А.Б.* Значение тектонофизических исследований в решении практических задач // Вестник Отделения наук о Земле РАН. — 2008. — № 1(26).

30. *Степанов В.В.* Геодинамическая опасность промышленных объектов. — М., 2001. — С. 100.

31. *Хотченков Е.В., Батугин А.С., Батугина И.М.* Результаты геодинамического районирования как основа совершенствования горно-экологического мониторинга карстовых процессов // Мониторинг. Наука и технологии. — 2013. — № 2. — С. 14—23.

32. *Шабаров А.Н., Гусева Н.В. и др.* Выделение геодинамически опасных зон по трассе проектируемого газопровода Ямал-Белосток / II Международное рабочее совещание. 24—27 июня 1997. — СПб.: ВНИМИ, 1997. — С. 199—209.

33. *Batugin A.S., Musina V.R., Golovko I.V.* Analysis of Geodynamical Conditions of Region of Burning Coal Dumps Location / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 95, 2017. doi :10.1088/1755—1315/95/4/042023.

34. *Phillips H., Uludag S., Chabedi K.* Prevention and control of spontaneous combustion. Best practice guidelines for surface coal mines in South Africa. Coaltech research association annual colloquium. 2011. — pp. 129.

35. *Tatarinov V. N.*, *Morozov V. N.*, *Kaftan V. I.*, Kagan, A. I. 2014. Geodynamic Monitoring as a basis for the Biosphere Protection at the Disposal of Radioactive Waste. Earth Sciences. No 3. 2014. Pp. 47—60.

36. *Wang Yun-jia, Sheng Yao-bin, Gu Qiang, Sun Yue-yue, Wei Xiu-jin, Zhang Zhi-jie*. Infrared thermography monitoring and early warning of the spontaneous combustion of coal gangue pile. The international archives of the photogrammetry, remote and spatial information sciences. 2008. Vol. 37, part B8, pp. 203—206.

37. *Wasilewski S., Skotniczny P.* Mining waste dumps — modern monitoring of thermal and gas activities. Gospodarka surowcami mineralnymi — mineral resources management. 2015. Vol. 31, pp. 155—182.

38. *Zhang Hong-wei, Wang Ji-ren, Song Wei-hua*. Geological dynamic conditions and dangerous zone division of coal and gas outburst. International Symposium on prevention and control of gas disaster in coal mine, 2009.5: 613—619. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Мусина Валерия Раисовна — аспирантка,
e-mail: musinavaleriya@mail.ru,
МГИ НИТУ «МИСиС».

ISSN 0236-1493. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2018. No. 7, pp. 219–228.

Geodynamic position of burning coal-and-rock dump at Nesvetaevskaya Mine

Musina V.R., Graduate Student,
e-mail: musinavaleriya@mail.ru,
Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS»,
119049, Moscow, Russia.

Abstract. The hypothesis of the influence of geodynamically hazardous zones on self-ignition of coal-and-rock dumps is developed. The geodynamic position of a dump in the area of Novoshakhtinsk in the Rostov Region is analyzed. According to the geodynamic mapping data, the dump is situated at the boundary of the earth crust blocks of the third category (Nesvetaevsky fault). The dump is burning, the combustion sources are linear, and some of them are extended along the strike of Nesvetaevsky fault. This fault is well pronounced by the relief, is traced by the knee-fold sections of stream beds, ravines and foot of slopes. By the available geological data analysis, the fault is represented by the increased jointing zone. The tectonophysical analysis shows that in the modern field of shearing stresses, the fault undergoes tension, which promotes widening of joints and facilitates mass transfer of gases along the fault zone.

Key words: coal-and-rock dump, self-ignition, geodynamically hazardous zone, earth crust fault, geodynamic mapping , aerodynamic connection.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-7-0-219-228

REFERENCES

1. Agapov A.E. Navitniy A.M., Tereshenko T.L. *Tehniko-tehnologicheskie resheniya po formirovaniyu pozharobezopasnyh parametrov i tusheniyu goryashih otvalov (terrikonikov)*. Spravochnoe posobie [Enginnering and technology solutions on forming of fireproof parameters and extinguishing of burning dumps. Reference aid], Moscow–Shahty, izd-vo YuRO AGNRF. 2008.

2. Adushkin V.V., Gorbunova E.M., Spivak A.A. Geodinamicheskie problemy stroitelstva neftegazoprovodov na severe Evropejskoj chasti Rossii [Geodinamic problem in the laying-out of oil-gas pipelines in the North European part of Russia]. *II Mezhdunarodnoe rabochee soveshanie*. 24—27 June 1997, Saint-Petersburg, VNIMI, 1997, pp. 210—218. [In Russ].

3. Batugin A.S. O zakonomernosti otrazheniya granic blokov v gornom massive [On the regularity of expressiveness of block boundaries in the rock mass]. *II Mezhdunarodnoe rabochee soveshanie*. 24—27 June 1997, Saint-Petersburg, VNIMI, 1997, pp. 312—317. [In Russ].

4. Batugin A. S., Bolotnyy R. A. Ocenka geodinamicheskogo riska dlya territorii megapolisov (na primere g. Reutova Moskovskoy oblasti) [Assessment of geodynamic risk for the territory of megacities (on the example of Reutov, Moscow Region)]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2009, no 4, pp. 132—134. [In Russ].

5. Batugin A. S., Bulaeva N. M., Musina V. R., Ponomarev V. S. *Patent RU 260048*, 27.10.2016.

6. Batugin A. S., Golovko I. V., Semenov V. A., Musina V. R., Muhitdinov Sh. R. Ocenka shiriny zon vliyaniya granic blokov po dannym proyavleniya tehnogennoj sejsmichnosti v gornopromyshlennom rajone Kuzbassa [The estimation of influence zone wide of crust blocks boundary on base of mining seismicity data in Kuzbass]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2015, no 7, pp. 211—214. [In Russ].

7. Batugin A. S., Musina V. R. Analiz tektonofizicheskih uslovij mest raspolozheniya goryashih ugleporodnyh otvalov Vostochnogo Donbassa [Analysis of the tectonophysical conditions of the locations of burning coal waste dumps of the Eastern Donbass]. *Materialy 5-y molodezhnoy tektonofizicheskoy shkoly-seminara*, Moscow, 2017, pp. 180—182. [In Russ].

8. Batugina I. M., Petuhov I. M. *Geodinamicheskoe rajonirovanie mestorozhdeny pri proektirovanii i ekspluatacii rudnikov* [Geodynamic zoning of mineral deposits for planning and explotation of mines], Moscow, Nedra, 1988, 166 p.

9. Voejkova O. A., Makarov V. I., Nesmeyanov S. A. Izuchenie pripoverhnostnyh noveyshih razryvnyh narusheniy platform pri inzhenernyh izyskaniyah [Study of near-surface newest discontinuous violations of platforms in engineering surveys]. *Geoekologiya. Inzhenernaya geologiya. Gidrogeologiya. Geokriologiya*. 2007, no 3, pp. 267—280. [In Russ].

10. Zhurilo A. A., Solovev V. V., Harionovskiy V. V. Geodinamicheskie problemy ustoychivosti magistralnyh gazoprovodov [Geodinamic problem of stability of main gas pipelines]. *II Mezhdunarodnoe rabochee soveshanie*. 24—27 June 1997], Saint-Petersburg, VNIMI, 1997, pp. 193—198. [In Russ].

11. Kachurin N. M., Stas G. V., Korchagina T. V., Zmeev M. V. Geomehanicheskie i aerogazodinamicheskie posledstviya podrabotki territorij gornyh otvodov shaht Vostochnogo Donbassa [Geomechanical and aerogasdynamical consequences of underworking mining leases territories, of Eastern Donets basin mines]. *Izvestiya TulGU. Nauki o Zemle*. 2017, no 1, pp. 170—181. [In Russ].

12. Kolokolov O. V., Knyazev M. V., Prityskach V. P., Docenko V. I. Opredelenie parametrov tenzora napryazhenij na shahtah centralnogo rayona Donbassa [Determining the parameters of the stress tensor at the mines of the central region of Donbass]. *Geodinamicheskoe rajonirovanie nedr*. Collection of scientific papers. Kemerovo, 1991, pp. 31—33. [In Russ].

13. Konkov G. A. O svyazi noveyshih i sovremennyh tektonicheskih dvizheniy s metanonosnymi i vybrosnymi zonami v usloviyah Doneckogo basseyna [About the connection of the latest and modern tectonic movements with methane-bearing and ejected zones in the conditions of the Donetsk basin]. Doklady Akademii nauk SSSR. 1962, vol. 143, no 3. [In Russ].

14. Kopp M. L., Korchemagin V. A. Kaynozoyskie polya napryazheniy/deformaciy Donbassa i ih veroyatnye istochniki [The cenozoic stress/deformation fields of the Donets coal basin and their probable sources]. *Geologiya*, pp. 37—49. [In Russ].

15. Kuzmin Yu. O. *Sovremennaya geodinamika i ocenka geodinamicheskogo riska pri nedropolzovanii* [Modern geodynamics and assessment of geodynamic risk in Earth's interior use], Moscow, Agentstvo ekologicheskih novostey, 1999, 220 p.

16. Lan Tyanvej, Chzhan Hunvej, Batugina I. M. Izuchenie geodinamicheskih usloviy proyavleniya gornyh udarov na ugolnyh shahtah mestorozhdeniya Czinsi v Kitae [Study of the geodynamic conditions of the manifestation of mountain impacts in the coal mines of the Jingxi deposit in China]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2014, no 7, pp. 247—257. [In Russ].

17. Limanskiy A. V. Osnovnye nedostatki i napravleniya sovershenstvovaniya monitoringa ekologicheskih posledstvij likvidacii predpriyatij ugolnoj promyshlennosti Rossii [The main s deficiences and directions for improving the monitoring of environmental consequences of the liquidation of enterprises of the coal industry in Russia]. *Ugol*. 2010, no 9, pp. 68—71. [In Russ].

18. Makarov V. I. Sovremennaya geodinamika platformennyh territoriy i problema aktivnyh razlomov i treshinovatosti v svyazi s resheniem inzhenerno-geologicheskih i geoekologicheskih zadach [Modern geodynamics of platform areas and the problem of active faults and fractures in connection with the solution of engineering-geological and geo-ecological problems]. *Sergeevskie chteniya*, issue 2], Moscow, GEOS, 2000, pp. 157—163. [In Russ].

19. Mesheryakov Yu. A. *Relef i sovremennaya geodinamika* [Relief and modern geodynamics], Moscow, Nauka, 1981, 278 p.

20. Nesmeyanov S. A. *Vvedenie v inzhenernuyu geotektoniku* [Introduction to engineering geotectonics], Moscow, Nauchnyy mir, 2004, 216 p.

21. Nimetulaeva G. Sh. Obespechenie ekologicheskoj bezopasnosti territorii Bahchisarajskogo rajona Kryma pri opolznevyh yavleniyah na osnove geodinamicheskogo rajonirovaniya nedr [Ensuring environmental safety of the territory of the Bakhchisaray region of Crimea in landslide phenomena on the basis of geodynamic zoning of subsurface resources], Candidate's thesis, Moscow, MGGU, 2004, 23 p.

22. Orlova A. V. *Blokovye struktury i relef* [Block structures and relief], Moscow, Nedra, 1975, 232 p.

23. *Pasport ugleporodnogo otvala shahty «Nesvetaevskaya»* [ПPassport of the coal waste dump of the mine «Nesvetaevskaya» Rostovugol]. Lyubercy, OAO «Rostovugol», 2010. [In Russ].

24. Petuhov I. M., Batugina I. M. *Geodinamika nedr* [Geodynamics of the Earth's interior], Moscow, Nedra kommyunikejshens, 1999, 218 p.

25. Ponomarev V. S. Razrabotka predlozheniy po tehnologicheskoy platforme monitoringa kompleksnoy diagnostiki bezopasnosti ugolnyh rayonov [Development of proposals for a technological platform for monitoring complex diagnostics of the safety of coal regions]. *Monitoring. Nauka i tehnologii*. 2013, no 1, pp. 42—47. [In Russ].

26. Petuhov I. M., Shabarov A. N. Razrabotka teoreticheskih osnov geodinamicheskogo rajonirovaniya i kartirovaniya mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh: otchet o NIR [Development of theoretical bases of geodynamic zoning and mapping of mineral deposits: Research report]. Leningrad, VNIMI, 1990, 203 p. [In Russ].

27. Petuhov I. M., Shabarov A. N. Razrabotka teoreticheskih osnov geodinamicheskogo rayonirovaniya i kartirovaniya mestorozhdeniy poleznyh iskopaemyh: otchet o NIR [Geodynamic zoning as a basis for revealing the block structure of gold deposits in Uzbekistan]. *Vestnik Uzbekistana*, no 32. 2008, pp. 44—48. [In Russ].

28. Limanskiy A. V., Ponomarev V. S. *Rekomendacii po vyyavleniyu na gornyh otvodah likvidiruemyh shaht tehnogennyh istochnikov negativnogo vliyaniya na okruzhayushuyu prirodnuyu sredu metodom distancionnogo zondirovaniya bespilotnymi letatelnymi apparatam*i: otchet o NIR (4 etap) [Recommendations to identification at the mining lease of the liquidated mines technogenic sources of negative impact on the environment by method of the remote sensing of unmanned aerial vehicles: Research report (Stage 4). Lyubercy, FGUP NNC GPIGD im. A.A. Skochinskogo, 2011. [In Russ].

29. Sim L. A., Korchemagin V. A., Rapoport A. B. Znachenie tektonofizicheskih issledovaniy v reshenii prakticheskih zadach [Significance of tectonophysical studies in the decision problem]. *Vestnik Otdeleniya nauk o Zemle RAN*. 2008, no 1(26). [In Russ].

30. Stepanov V. V. *Geodinamicheskaya opasnost promyshlennyh obektov* [Geodynamic hazard industrial object], Moscow, 2001, pp. 100.

31. Khotchenkov E. V., Batugin A. S., Batugina I. M. Rezultaty geodinamicheskogo rayonirovaniya kak osnova sovershenstvovaniya gorno-ekologicheskogo monitoringa karstovyh processov [Results of geodynamic zoning as a basis for improving mining and environmental monitoring of karst processes]. *Monitoring. Nauka i tehnologii*. 2013, no 2, pp. 14—23. [In Russ].

32. Shabarov A. N., Guseva N. V. Vydelenie geodinamicheski opasnyh zon po trasse proektiruemogo gazoprovoda Yamal-Belostok [Detection of geodinamically hazardous zones along the rout of the Jamal-Belostok gas pipeline to be projected]. *II Mezhdunarodnoe rabochee soveshanie*. 24—27 June 1997, Saint-Petersburg, VNIMI, 1997, pp. 199—209. [In Russ].

33. Batugin A. S., Musina V. R., Golovko I. V. Analysis of Geodynamical Conditions of Region of Burning Coal Dumps Location. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 95, 2017. DOI: 10.1088/1755—1315/95/4/042023.

34. Phillips H., Uludag S., Chabedi K. *Prevention and control of spontaneous combustion. Best practice guidelines for surface coal mines in South Africa. Coaltech research association annual colloquium*. 2011. pp. 129.

35. Tatarinov V. N., Morozov V. N., Kaftan V. I., Kagan, A. I. 2014. Geodynamic Monitoring as a basis for the Biosphere Protection at the Disposal of Radioactive Waste. *Earth Sciences*. No 3. 2014. Pp. 47—60.

36. Wang Yun-jia, Sheng Yao-bin, Gu Qiang, Sun Yue-yue, Wei Xiu-jin, Zhang Zhi-jie. Infrared thermography monitoring and early warning of the spontaneous combustion of coal gangue pile. *The international archives of the photogrammetry, remote and spatial information sciences*. 2008. Vol. 37, part B8, pp. 203—206.

37. Wasilewski S., Skotniczny P. Mining waste dumps modern monitoring of thermal and gas activities. *Gospodarka surowcami mineralnymi mineral resources management.* 2015. Vol. 31, pp. 155—182.

38. Zhang Hong-wei, Wang Ji-ren, Song Wei-hua. Geological dynamic conditions and dangerous zone division of coal and gas outburst. I*nternational Symposium on prevention and control of gas disaster in coal mine*, 2009.5: 613—619.