

УДК 622.83

Сашурин Анатолий Дмитриевич

доктор технических наук, профессор,
научный руководитель направления
геомеханики, главный научный сотрудник,
Институт горного дела УрО РАН,
620075, Екатеринбург, Мамина-Сибиряка, 58
e-mail: sashour@igd.uran.ru

Мельник Виталий Вячеславович

кандидат технических наук,
заведующий отделом геомеханики,
Институт горного дела УрО РАН
e-mail: melnik@igduran.ru

**ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫЕ
КАТАСТРОФЫ НА ГОРНЫХ
ПРЕДПРИЯТИЯХ: ИСТОКИ И ПУТИ
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ****Аннотация:*

К природно-техногенным катастрофам относятся чрезвычайные ситуации, возникающие на техногенных объектах под воздействием природных процессов и явлений. Для горных предприятий, выступающих в качестве техногенных объектов, опасными природными процессами и явлениями чаще всего являются деформационные процессы в массиве горных пород и на земной поверхности, вызывающие разрушение подземных горных выработок и объектов промышленной инфраструктуры на земной поверхности.

В практике расследования катастроф, как правило, в первую очередь рассматривают лежащие на поверхности нарушения технологического регламента, которые в той или иной мере сопровождают аварийную ситуацию, оставляя без должного внимания более глубокие причины природного происхождения.

Одним из распространенных источников аварий и катастроф на объектах недропользования являются современные геодинамические движения. Естественно, что они имеют место в той или иной мере во всех случаях, и это дает основание оставлять без внимания действительно скрытые, глубинные причины природного характера, такие как структурное строение и геодинамическая активность тектонических нарушений.

Проведение диагностики геодинамической активности осваиваемых и эксплуатируемых объектов недропользования позволяет оценить опасность современных геодинамических движений и своевременно принять меры по снижению риска и тяжести последствий возникновения катастроф.

В целях снижения уровня риска катастроф природно-техногенного характера назрела необходимость обновления нормативных документов, регламентирующих инженерно-геологические изыскания для проектирования строительства в части учета современной геодинамической активности и ее воздействия на формирование напряженно-деформированного состояния массива горных пород.

Ключевые слова: геомеханика, безопасность, эффективность, недропользование, месторождение, полезное ископаемое, массив горных пород, иерархическая блочность, геодинамические движения

DOI: 10.25635/2313-1586.2020.04.005

Sashourin Anatoly D.

Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Geomechanics Research Manager,
Principal Research Worker,
Institute of Mining, Ural Branch of RAS,
620075 Ekaterinburg, 58 Mamina-Sibiryaka Str.
e-mail: sashour@igd.uran.ru

Melnik Vitaly V.

Candidate of Technical Sciences,
Head of Department of Geomechanics,
Institute of Mining, Ural Branch of RAS
e-mail: melnik@igduran.ru

**NATURAL AND MAN-MADE DISASTERS
AT MINING ENTERPRISES: SOURCES
AND WAYS OF PREVENTION***Abstract:*

Natural and anthropogenic disasters include emergencies that occur on man-made objects under the influence of natural processes and phenomena. For mining enterprises that count to man-made objects, dangerous natural processes and phenomena are most often deformation processes in the rock mass and on the earth's surface, causing the destruction of underground mine workings and industrial infrastructure on the earth's surface.

In the practice of disaster investigation, as a rule, first of all consider some obvious violations of technological regulations, which in one way or another accompany the emergency situation, leaving without attention the deeper causes of natural origin.

Modern geodynamic movements are one of the most common sources of accidents and catastrophes at subsurface use facilities. Naturally, they occur to some extent in all cases, and this gives reason to ignore the actual hidden, deep causes of a natural nature, such as the structural configuration and geodynamic activity of tectonic disturbances.

Diagnostics of geodynamic activity of developed and operated subsurface objects allow assessing the danger of modern geodynamic movements and taking timely measures to reduce the risk and severity of the consequences of disasters.

In order to reduce the risk of natural and man-made disasters, there is a need to update the regulatory documents norming engineering and geological surveys for construction design in terms of taking into account modern geodynamic activity and its impact on the formation of the stress-strain state of the rock mass.

Key words: Key words: geomechanics, safety, efficiency, subsurface use, deposit, mineral, rock mass, hierarchical blockage, geodynamic movements.

* Работа выполнена в рамках Госзадания 007-00293-18-00, тема № 0405-2019-0007.

Введение

Аварии и катастрофы вошли в нашу жизнь как обыденное явление. Новости в средствах массовой информации все чаще напоминают репортажи с театра военных действий с ежедневным подсчетом новых и новых жертв. Чем развитее и сложнее производства и технологии, чем выше организация быта и жилища, чем плотнее и выше заполняются мегаполисы – тем чаще возникают аварии и катастрофы с материальным ущербом и человеческими жертвами. Особое место в трагической статистике занимает сфера освоения и эксплуатации георесурсов, в том числе минерально-сырьевой, энергетический и строительный комплексы.

Горные предприятия представляют собой сложную систему, включающую подземный и поверхностный комплексы искусственных сооружений, безопасность и устойчивость которых зависит от деформационных процессов, развивающихся в области влияния горных разработок. Одновременно массив горных пород и его земная поверхность являются не менее сложной системой, живущей своей жизнью. Во-первых, массив горных пород имеет иерархически блочную структуру. Во-вторых, он находится в постоянной подвижности под воздействием современных геодинамических движений трендового и циклического видов. Под воздействием этих двух основополагающих свойств в нем происходит явление самоорганизации или вторичного структурирования, накладывающееся на предшествующую иерархическую блочность. В результате в массиве горных пород, вместо однородного напряженно-деформированного состояния, на котором основываются современные нормативные документы, формируется дискретное мозаичное напряженно-деформированное состояние, где в пограничных зонах вторичных структур концентрируются деформации и напряжения, превышающие в несколько раз внутривлочные и интегральные усредненные показатели.

Поверхностные и подземные сооружения, оказавшиеся в приграничных зонах, подвергаются аномальному воздействию деформаций и напряжений, что вызывает высокую вероятность их разрушений. Следствием деформационных процессов могут оказаться разрушения не только отдельных сооружений, но и более крупные катастрофические явления, такие как выбросы газов с пожарами, затопления рудников и другие.

Таким образом, источником природно-техногенных катастроф является дискретное мозаичное поле напряженно-деформированного состояния массива горных пород, формируемого его фундаментальными свойствами – иерархически блочной структурой и постоянной подвижностью. Пути их предупреждения для проектируемых и строящихся объектов являются исследование реальной структуры поля напряженно-деформированного состояния и размещение их вне приграничных зон с аномальными значениями деформаций и напряжений, то есть размещение их в благоприятных зонах. Для эксплуатируемых сооружений, находящихся в неблагоприятных зонах, снижение риска разрушения достигается путем принятия конструктивных мер, соответствующих уровню аномальных деформаций.

Обзорная часть

Человечество живет на земле и, несмотря на важность внешних опасностей, благополучие и комфортные условия жизни во многом зависят от процессов и явлений, происходящих именно в Земле. Особенность современного этапа развития человечества – возрастание риска катастроф: по данным ООН ущерб от природно-техногенных катастроф составил в 60-х годах около 40 миллиардов долларов в год; в конце века – около 280 миллиардов долларов в год.

В России ежегодно возникает более 1000 чрезвычайных ситуаций природно-техногенного характера с ущербом до 10 – 15 % ВВП; из общего числа погибших в катастрофах 15 % приходится на природные и 67 % – на техногенные. Без основательного разрешения противоречий между антропогенной и природной системами, завер-

шающихся катастрофами, ущерб ляжет серьезным бременем на отечественную экономику, препятствуя ее дальнейшему развитию.

Катастрофические события принято условно подразделять на следующие виды:

природные – катастрофы, вызванные природными явлениями (землетрясения, извержения вулканов, цунами, ураганы, наводнения и др.);

техногенные – катастрофы, вызванные нарушением или сбоем нормального режима технологических процессов на техногенных объектах;

природно-техногенные – катастрофы, возникающие на техногенных объектах под влиянием природных процессов и явлений.

Природно-техногенные катастрофы характерны преимущественно для объектов недропользования, находящихся или под землей, или на ее поверхности, у которых массив горных пород является важным конструктивным элементом. Истоки и причины их возникновения обусловлены преимущественно деформационными процессами в массиве горных пород, недостаточной их изученностью для учета в конструктивных решениях при создании и эксплуатации объектов недропользования.

В соответствии с Законом о недрах, определяющим недра как часть массива горных пород земной коры от границы почвенного слоя до глубин, доступных для использования, в том числе и для геологической разведки, к объектам недропользования, подверженным риску природно-техногенных катастроф, относятся все объекты, использующие массив горных пород и его земную поверхность в качестве неотъемлемой инженерно-геологической компоненты:

– объекты минерально-сырьевого комплекса (добыча, переработка и транспортировка полезных ископаемых);

– объекты градопромышленных агломераций (здания, подземные и наземные сооружения городской инфраструктуры);

– инженерные коммуникации (магистральные теплотрассы, водоводы, коллекторы);

– транспортные коммуникации (железные и автомобильные дороги, мосты, развязки, туннели, метрополитены);

– энергетические объекты (АЭС, ТЭС, ГЭС);

– водные объекты (дамбы и плотины водохранилищ);

– высотные сооружения (башни и мачты телекоммуникаций, дымовые трубы);

– захоронение отходов (радиационных, химических, биологических).

Исследования на объектах минерально-сырьевого комплекса

Для горных предприятий, выступающих в качестве техногенных объектов, опасными природными процессами и явлениями чаще всего являются деформационные процессы в массиве горных пород и на земной поверхности, вызывающие динамические явления в виде горных ударов, техногенных землетрясений, выбросов газов, прорывов наземных и подземных вод в шахты, разрушения подземных горных выработок и объектов промышленной инфраструктуры на земной поверхности.

Горные предприятия представляют собой сложную систему, включающую подземный и поверхностный комплексы искусственных сооружений, безопасность и устойчивость которых зависит от деформационных процессов, развивающихся в области влияния горных разработок. Одновременно массив горных пород и его земная поверхность являются не менее сложной системой, живущей своей жизнью. Во-первых, массив горных пород имеет иерархически блочную структуру. Во-вторых, он находится в постоянной подвижности под воздействием современных геодинамических движений трендового и циклического видов. Под воздействием этих двух фундаментальных свойств в нем происходит явление вторичного структурирования, накладывающееся на предшествующую иерархическую блочность. В результате в массиве горных пород, вместо однородного напряженно-деформированного состояния, на котором основыва-

ются современные нормативные документы, формируется дискретное мозаичное напряженно-деформированное состояние, где в пограничных зонах вторичных структур концентрируются деформации и напряжения, превышающие в несколько раз внутриблочные и интегральные усредненные показатели.

Поверхностные и подземные сооружения, оказавшиеся в приграничных зонах, подвергаются аномальному воздействию деформаций и напряжений, что вызывает высокую вероятность их разрушений. Следствием деформационных процессов могут оказаться разрушения не только отдельных сооружений, но и более крупные катастрофические явления, такие как выбросы газов с пожарами, затопления рудников и другие.

Таким образом, источником природно-техногенных катастроф является дискретное мозаичное поле напряженно-деформированного состояния массива горных пород, формируемого его фундаментальными свойствами – иерархически блочной структурой и постоянной подвижностью. Пути их предупреждения для проектируемых и строящихся объектов являются исследование реальной структуры поля напряженно-деформированного состояния и размещение проектируемых объектов вне приграничных зон с аномальными значениями деформаций и напряжений, то есть размещение их в благоприятных зонах. Для эксплуатируемых сооружений, находящихся в неблагоприятных зонах, снижение риска разрушения достигается путем принятия конструктивных мер, соответствующих уровню аномальных деформаций.

Примером неблагоприятного размещения технически сложного сооружения в пределах области ведения горных работ может служить разрушение строящегося дробильно-конвейерного комплекса (ДКК) на одном из карьеров в Республике Казахстан (рис. 1). К сожалению, исследования структурно-тектонического строения массива и его напряженно-деформированного состояния на площадке проводили после начала строительных работ. Поэтому полученный отрицательный результат по возможности размещения на этом участке капитального объекта не предотвратил предприятию потерь, понесенных в связи с остановкой и прекращением строительства, а также с вынужденным выводом части борта карьера по условиям безопасности из технологического процесса.

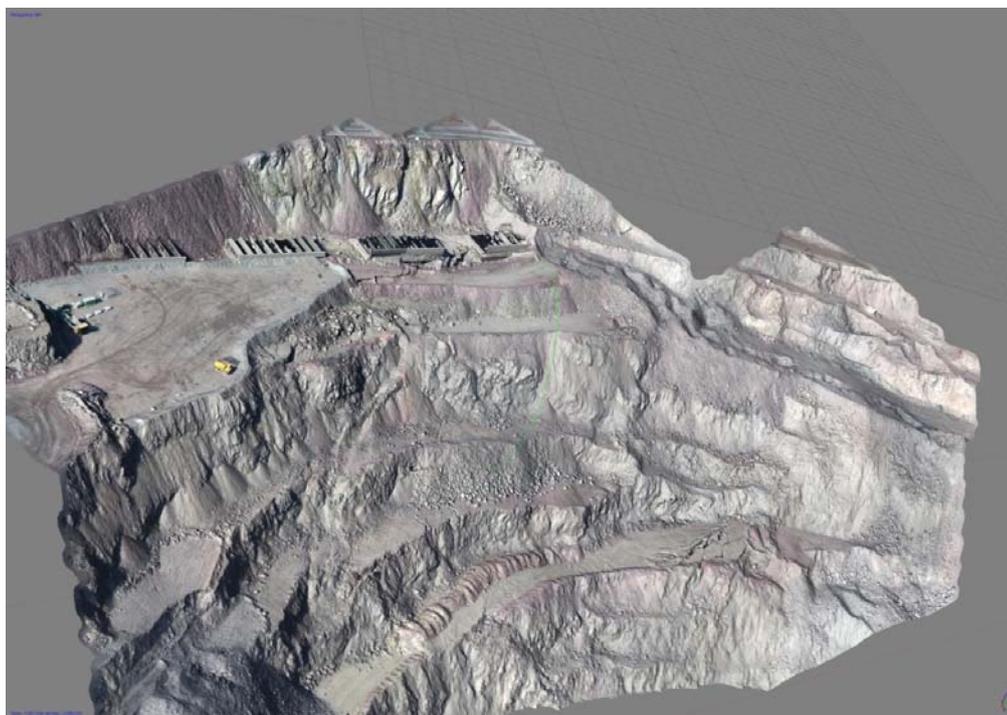


Рис. 1. Нарушенная часть борта карьера в районе строительства ДКК

Интересна в научном плане авария на автомобильном мосту-путепроводе через железную дорогу Транссиба и улицу Восточную в городе Екатеринбурге, произошедшая в 2006 году. За полтора месяца до сдачи в эксплуатацию в готовом мосте-путепроводе без нагрузки разрушилось четыре пролета (рис. 2). Мост пересекал геодинамически активное крупное тектоническое нарушение, прилегающая к которому территория характеризуется повышенной аварийностью коммунальных коммуникаций.

а*б*

Рис. 2. Разрушение моста-путепровода в г. Екатеринбурге:
а – центрального пролета; *б* – въездного пролета

В организационном плане, в целях снижения уровня риска катастроф природно-техногенного характера, назрела необходимость обновления нормативных документов, регламентирующих инженерно-геологические изыскания для проектирования строительства в части учета современной геодинамической активности и ее воздействия на формирование напряженно-деформированного состояния массива горных пород.

В России, у которой в силу исторически сложившихся условий на ближайшие несколько десятилетий приоритеты экономики будут связаны с развитием минерально-сырьевого комплекса, интенсивным строительством и другими видами деятельности в области недропользования проблема обеспечения безопасности объектов недропользования приобретает особую актуальность [1]. В последние десятилетия только на угольных шахтах Кузбасса произошло 13 аварий с выбросом газа, унесших жизни 262 шахтеров [2]. Масштабы проблемы станут понятны, если к ним добавить катастрофы на

шахтах российского Восточного Донбасса, Воркуты, Урала, а также затопление соляного калийного рудника под городом Березняки, затопление алмазного рудника «Мир» АК «Алроса», сопровождавшееся гибелью шахтеров и другие (табл. 1).

Таблица 1

Крупные аварии природно-техногенного характера

Дата	Аварии
1984 г.	Разрушение 200 м шахтного ствола на Донском ГОКе, Казахстан.
1989 г.	Разрыв магистрального газопровода в районе железной дороги перегона Улу-Теляк Челябинской обл. (сгорело 2 пассажирских поезда, погибло около 600 человек, в т.ч. 200 детей).
1991 г.	Разрушение 50 м основного тоннеля на строительстве большого Серпуховского ускорителя.
1993 г. – 1995 гг.	11 огневых разрывов магистральных газопроводов в девятиточном коридоре в районе г. Краснотурьинска Свердловской обл. (в т.ч. вблизи железной дороги).
2005 г.	Затопление железорудной шахты «Соколовская» ССГПО в Казахстане.
2006 г.	Затоплен калийный рудник БКРУ-1 под г. Березняки, вызвавший образование провалов в городе, нарушивший безопасность проживания.
2006 г.	Разрушение моста – путепровода через ул. Восточную и Транс-сиб в Екатеринбурге.
2009 г.	Техногенное землетрясение на железорудной шахте «Магнитовая» с затоплением шахты и разрушением железнодорожной станции ВГОКа.
2017 г.	Затопление алмазного рудника «Мир» АК «Алроса».

При расследовании причин возникновения катастроф правительственными и ведомственными комиссиями традиционно принимаются во внимание изношенность объектов, низкое качество материалов и изделий, ошибки проектирования и нарушения регламента эксплуатации объекта. Естественно, что они имеют место в той или иной мере во всех случаях, и это дает основание оставлять без внимания действительные скрытые, глубинные причины природного характера. Фундаментальными исследованиями Уральской школы геомехаников, функционирующей в ИГД УрО РАН, установлено, что ведущая роль в развитии широкого класса катастроф на объектах недропользования принадлежит современной геодинамической подвижности массива горных пород и его земной поверхности [3, 4, 5, 6, 7].

Экспериментальными исследованиями подтверждены два вида современных геодинамических движений – трендовые и циклические. Трендовые движения происходят в виде взаимных подвижек соседних структурных блоков массива горных пород с относительно постоянными скоростями и направлениями в течение продолжительного

промежутка времени, сопоставимого со сроком службы объекта. Циклические движения носят полигармонический характер и состоят из знакопеременных движений с разными частотами и амплитудами в циклах.

Совместное воздействие обоих видов геодинамических движений придает массиву горных пород и земной поверхности постоянную подвижность, которая выступает как естественная форма существования геологической среды. Под их воздействием в массиве горных пород, имеющем иерархически блочную структуру [8], протекает комплекс сложных геомеханических процессов, в том числе деструкция, самоорганизация, переход в тиксотропное состояние и концентрация геодинамических движений в граничных зонах структурных блоков. В этих условиях в иерархически блочной среде формируются временно консолидированные объемы, сохраняющие определенное время относительную целостность и свойства сплошной среды. Границы временно консолидированных блоков являются зонами концентрации современных геодинамических движений [9]. Уровень трендовых и короткопериодных циклических движений в прилегающих к границам зонах в 2 – 3 раза превышает величины движений во внутренних областях консолидированных блоков.

Заключение

Таким образом, в реальном массиве горных пород, имеющем иерархически блочную структуру, под воздействием всего спектра современных геодинамических движений происходит процесс самоорганизации временно консолидированных блоков. Границы этих блоков могут включать тектонические нарушения разных рангов и, являясь зонами концентрации параметров геодинамических движений, представляют собой зоны с аномально низкими прочностными и деформационными свойствами.

Объекты недропользования, оказавшиеся в этих зонах, подвергаются комплексу нештатных нагрузок, не предусмотренных их конструктивными решениями [3]. Выявленные свойства и процессы в массиве горных пород являются источником обширного класса катастроф на объектах недропользования. Практика проведения работ по предотвращению и снижению риска катастроф свидетельствует, что в настоящее время реально существует два пути решения этой проблемы: выбор места расположения объекта вне опасных зон; учет влияния опасных зон в конструкции сооружений. В обоих случаях необходимо провести диагностику геодинамической активности участка, предназначенного для их размещения [10, 11, 12].

Таким образом, одним из распространенных источников аварий и катастроф на объектах недропользования являются современные геодинамические движения. Проведение диагностики геодинамической активности осваиваемых и эксплуатируемых объектов недропользования позволяет оценить опасность современных геодинамических движений и своевременно принять меры по снижению риска и тяжести последствий возникновения катастроф.

Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии защиты населения территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2002 году», 2003. *Экологический вестник России*, № 6, С. 19 – 28; № 7, С. 20 – 35; № 8, С. 21 – 33; № 9, С. 27 – 41.
2. Коршунов Г.И., Шувалов Ю.В., Шик В.М., 2007. Системный кризис проблемы управления состоянием массива горных пород на угольных шахтах России. *Горное дело. Оборудование. Технологии. Материалы II Уральского горнопромышленного форума*. Екатеринбург: «Экспоград», С. 84 – 87.
3. Сашурин А.Д., 2003. Современная геодинамика и техногенные катастрофы. *Геомеханика в горном деле: Доклады международной конференции*. Екатеринбург: ИГД УрО РАН, С. 180 – 191.

4. Han, J., Zhang, H., Liang, B. et al., 2016. Influence of Large Syncline on In Situ Stress Field: A Case Study of the Kaiping Coalfield, China. *RockMechRockEng*, 49:4423. DOI: 10.1007/s00603-016-1039-4.
5. Сашурин А.Д., Усанов С.В., Мельник В.В., Балек А.Е., 2016. Истоки формирования катастрофических геомеханических процессов на объектах недропользования. *Инновационные геотехнологии при разработке рудных и нерудных месторождений: сб. докл. V Междунар. науч.-техн. конф. (5 – 13 апреля 2016 г.)*. Екатеринбург: УГГУ, С. 166 – 172.
6. Корнилков С.В., Панжин А.А., 2018. Уральская научная школа геомехаников: фундаментальные и прикладные исследования. *Проблемы недропользования*, № 3 (18), С. 10 – 20. DOI: 10.25635/2313-1586.2018.03.010.
7. Зубков А.В., Зотеев О.В., Смирнов О.Ю., Липин Я.И., Худяков С.В., Криницын Р.В., Селин К.В., Ершов А.А., Валиуллов Л.Р., 2010. Закономерности формирования напряженно-деформированного состояния земной коры Урала во времени. *Литосфера*, № 1, С. 84 – 93.
8. Nakan Elci, 2014. Rock mass block quality designation for marble production. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, Oxford, England, vol. 69, 26 - 30 pp.
9. Рассказов И.Ю., Саксин Б.Г., Усиков В.И., Потапчук М.И., 2016. Геодинамическое состояние массива пород Николаевского полиметаллического месторождения и особенности проявления удароопасности при его освоении. *Горный журнал*, № 12, С. 13 – 19. DOI: 10.17580/gzh.2016.12.03
10. Сашурин А.Д., 2004. Диагностика геодинамической активности на участке недропользования. *Горный информационно-аналитический бюллетень*, № 6, С. 185 - 187.
11. Сашурин А.Д., 2005. Диагностика и мониторинг аварийных участков трассы проектируемых, строящихся и эксплуатируемых нефтегазопроводов. *Химическая техника*, № 6, С. 28 – 31.
12. Мельник В.В., Ведерников А.С., 2016. Основы создания базы экспериментальных данных о параметрах современных геодинамических движений. *Проблемы недропользования*, №1(8), С. 35 – 40. DOI: 10.18454/2313-1586.2016.01.035.

References

1. *Gosudarstvennyi doklad "O sostoyanii zashchity naseleniya territorii Rossiiskoi Federatsii ot chrezvychainykh situatsii prirodnogo i tekhnogenogo kharaktera v 2002 godu"*, 2003 [State report "On the state of protection of the population of the territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2002", 2003]. *Ekologicheskii vestnik Rossii*, № 6, P. 19 – 28; № 7, P. 20 – 35; № 8, P. 21 – 33; № 9, P. 27 – 41.
2. Korshunov G.I., Shuvalov Yu.V., Shik V.M., 2007. *Sistemnyi krizis problemy upravleniya sostoyaniem massiva gornykh porod na ugol'nykh shakhtakh Rossii* [Systemic crisis in managing the problem of the state of rock mass at coal mines in Russia]. *Gornoe delo. Oborudovanie. Tekhnologii. Materialy II Ural'skogo gornopromyshlennogo foruma*. Ekaterinburg: "Ekspograd", P. 84 – 87.
3. Sashurin A.D., 2003. *Sovremennaya geodinamika i tekhnogennye katastrofy. Geomekhanika v gornom dele: Doklady mezhdunarodnoi konferentsii* [Modern geodynamics and technogenic catastrophes]. Ekaterinburg: IGD UrO RAN, P. 180 – 191.
4. Han, J., Zhang, H., Liang, B. et al., 2016. Influence of Large Syncline on In Situ Stress Field: A Case Study of the Kaiping Coalfield, China. *RockMechRockEng*, 49: 4423. DOI: 10.1007/s00603-016-1039-4.
5. Sashurin A.D., Usanov S.V., Mel'nik V.V., Balek A.E., 2016. *Istoki formirovaniya katastroficheskikh geomekhanicheskikh protsessov na ob'ektakh nedropol'zovaniya* [Origins of the formation of catastrophic geomechanical processes at subsoil use objects].

Innovatsionnye geotekhnologii pri razrabotke rudnykh i nerudnykh mestorozhdenii: sb. dokl. V Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. (5 – 13 aprelya 2016 g.). Ekaterinburg: UGGU, P. 166 - 172.

6. Kornilkov S.V., Panzhin A.A., 2018. *Ural'skaya nauchnaya shkola geomekhanikov: fundamental'nye i prikladnye issledovaniya* [Ural scientific school of geomechanics: fundamental and applied research]. *Problemy nedropol'zovaniya*, № 3 (18), P. 10 – 20. DOI: 10.25635/2313-1586.2018.03.010.

7. Zubkov A.V., Zoteev O.V., Smirnov O.Yu., Lipin Ya.I., Khudyakov S.V., Krinit-syn R.V., Selin K.V., Ershov A.A., Valiullof L.R., 2010. *Zakonomernosti formirovaniya napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya zemnoi kory Urala vo vremeni* [Formation regularities for stress-strain state of earth's crust of the Urals in time]. *Litosfera*, № 1, P. 84 - 93.

8. Hakan Elci, 2014. Rock mass block quality designation for marble production. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, Oxford, England, vol. 69, 26 - 30 pp.

9. Rasskazov I.Yu., Saksin B.G., Usikov V.I., Potapchuk M.I., 2016. *Geodinamicheskoe sostoyanie massiva porod Nikolaevskogo polimetallicheskogo mestorozhdeniya i osobennosti proyavleniya udaroopasnosti pri ego osvoenii* [Geodynamic state of rock massif of Nikolaev polymetallic deposit and features of rock burst hazard manifestation during its development]. *Gornyi zhurnal*, № 12, P. 13 – 19. DOI: 10.17580/gzh.2016.12.03

10. Sashurin A.D., 2004. *Diagnostika geodinamicheskoi aktivnosti na uchastke nedropol'zovaniya* [Diagnostics of geodynamic activity in subsoil use area]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byullyuten'*, № 6, P. 185 - 187.

11. Sashurin A.D., 2005. *Diagnostika i monitoring avariinykh uchastkov trassy proektiruemykh, stroyashchikhsya i ekspluatiruemykh neftegazoprovodov* [Diagnostics and monitoring of emergency sections of the route for designed, constructed and operated oil and gas pipelines]. *Khimicheskaya tekhnika*, № 6, P. 28 – 31.

12. Mel'nik V.V., Vedernikov A.S., 2016. *Osnovy sozdaniya bazy eksperimental'nykh dannykh o parametrah sovremennykh geodinamicheskikh dvizhenii* [Basics of creating a database of experimental information on the parameters of modern geodynamic movements]. *Problemy nedropol'zovaniya*, №1(8), P. 35 – 40. DOI: 10.18454/23131586.2016.01.035.