

### Раздел 3. Физика горных процессов на больших глубинах

УДК 622.831.3.31

<https://doi.org/10.37101/ftpgp23.01.007>

#### ПРО СТРУКТУРУ ЗОНАЛЬНОЇ ДЕЗІНТЕГРАЦІЇ ГІРНИЧИХ ПОРІД

С.В. Тинина<sup>1\*</sup>, І.І. Чоботко<sup>1</sup>

Інститут фізики гірничих процесів Національної академії наук України,  
м. Дніпро, Україна

\*Відповідальний автор: e-mail: haritonroots@gmail.com

#### THE STRUCTURE OF ZONAL DISINTEGRATION OF MINING STRUCTURES

S.V. Tynyna<sup>1\*</sup>, I.I. Chobotko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute for Physics of Mining Processes of the National Academy of Sciences of  
Ukraine, Dnipro, Ukraine

\*Corresponding author: e-mail: haritonroots@gmail.com

#### ABSTRACT

**Purpose.** There is an expansion of ideas about the structure of zonal disintegration of the rock mass and the nature of its development, the study of the nature of the formation of systems of disintegrated structures, the development of the hypothesis of the emergence of zonal disintegration.

**Methods.** When solving the set tasks, the method of critical analysis was applied in relation to the "Effect of zonal disintegration of rocks", which is an alternation of zones of disturbed and undisturbed rocks.

**Findings.** The article provides an analysis of scientific works on the disintegration of rocks since the discovery of this phenomenon in 1972. Recommendations are given to combat this phenomenon in mining operations.

**Originality.** The proposed generalizing hypothesis of the formation of disintegration of the rock mass around the workings. The structure of disintegrated formations is considered. The definition of the concept "Systems of disintegrated structures" is given. The dependence of the degree of disintegration as a physical phenomenon on the types of mining operations is shown.

**Practical implications.** A hypothesis of the occurrence of the phenomenon of zonal disintegration of the structure of rocks has been developed. The structure of the zonal disintegration of the rock mass around the workings is considered. The definition is given to Systems of disintegrated structures.

**Keywords:** stability of mine workings, zonal disintegration, rock structure, stress and deformation field around the mine contour, bearing armored shell zone, rock pressure, rings of zonal disintegration, dynamic action, active zone of the stress field of the mine contour, distribution of rock stress concentrators

## 1. ВСТУП

Відомо явище зональної дезінтеграції (ЗДІ), яке відбувається навколо виробок в породах гірничого масиву.

Дане явище зараз визначається як зональна дезінтеграція породного масиву – чергування зон порушених і непорушених гірничих порід «Ефект зональної дезінтеграції гірничих порід».

Явище зональної дезінтеграції гірничих порід вперше було зафіксовано у золоторудній шахті у Південній Африці в 1972 році [1, 2].

Разом з цим в 1973 році воно було описано в службовому звіті Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова за темою № 262 «Исследование проявлений горного давления в выработках шахт Центрального района Донбасса», м. Дніпропетровськ, 1973 рік.

Однак практичне уявлення отримало набагато пізніше [3, 4].

Повторне відкриття ефекту дезінтеграції було зроблено спеціалістами РАН СРСР, Е.І. Шемякіним, М.В. Курленю, В.Н. Опариним, В.Н. Ревою, Ф.П. Глушихим та М.А. Розенбаумом, результат був зареєстрований як наукове відкриття № 400 СРСР [4].

Суть відкриття полягає в тому, що навколо підземних виробок, які розташовані на глибині, де гравітаційна складова напруги близька до межі міцності порід на одновісне стиснення або перевищує його, відбувається утворення кільцеподібних зон, які чергуються відносно непорушених і порушених гірничих порід.

Це фізичне явище, яке активно проявляється навколо природних і штучних порожнин у вигляді кілець дезінтеграції, що представляють собою систему тріщин в гранично-напруженому гірничому масиві, де гравітаційна складова напруг наближається до межі міцності порід на стиск або перевищує його. Це призводить до утворення кільцевих зон розвантажених і зруйнованих порід [5].

Найбільшу увагу виявленню й опису феномену зональної дезінтеграції гірничих порід приділяли І.І. Кайдо, В.Н. Опарин, М.В. Курленя, В. Тромпетер, С.Г. Авершин, І.Л. Черняк, Р. Фейоль, W.U. Нао, В.Ф. Лавриненко, І.Ш. Коган, О.Є. Хоменко [6].

Згідно з концепцією нелінійної геомеханіки М.В. Курлені та В.Н. Опариним структура масивів гірничих порід є складною ієрархічною системою, в основі будови якої лежить процес кластеризації фундаментального канонічного ряду геоблоків.

Відомо, що зональна дезінтеграція структур гірничих порід навколо виробки носить техногенний характер внаслідок динамічного впливу на гірничий масив буровибуховим або комбайновим способами. В залежності від способів впливу на гірничий масив різцями виконуючого органу комбайну або буровибуховим руйнуванням буде змінюватися величина енергетичного впливу на структуру гірничих порід. Це в свою чергу веде до коливання показника дифракції між кільцями дезінтеграції в залежності від пружно-пластичної деформації структури гірничого масиву.

Явище зональної дезінтеграції гірничих порід навколо підземних виробок, на думку авторів робіт [6, 8], полягає в тому, що воно суперечить уявленням

класичної механіки гірських порід про стан масивів, згідно з якими неможливий рух фронту поза межного деформування від контуру виробки вглиб масиву з утворенням зон пружного і пластичного станів гірських порід.

Багаторічні дослідження явища зональної дезінтеграції гірничих порід як феномену сформувало багато гіпотез та методів. Одні з них відносяться до суперечливих, які відкидають участь в утворенні зональної дезінтеграції гірничих порід механіки сипучих ґрунтів й суцільних та дискретних середовищ, однак їхнім недоліком є значне віддалення від розуміння структури речовини й фізичних процесів, які відбуваються між системою виробка-гірничий масив. Інші частково описують участь в утворенні зональної дезінтеграції на основі законів мезомеханіки, періодичного гірського тиску, автоволнових процесів, кластеризації речовини, поверхневого натягу, утворення фракталів, самоузгодження поля, градації «темної енергії» в «темній матерії». Однак водночас є відсутність філософського осмислення й розробки енергетичних моделей на основі апаратів синергетики, термодинаміки, квантової механіки.

Багато уваги вивченню феномену зональної дезінтеграції структури гірничих порід приділив Хоменко О.Є. В своїй роботі вчений розглядає процес зональної дезінтеграції як систему захисних зон навколо виробки, де доцільно було б назвати запобіжної капсулою, а сам феномен – зональним капсулюванням підземної виробки.

На думку Хоменка О.Є., згідно синергетичної теорії, коли на систему, наприклад, масив гірничих порід, що вміщує підземну виробку, яка знаходиться в край нерівноважному стані, діють загрозові її структурі напруги і деформації, настає критичний момент – система досягає точки переходу (біфуркації). У цій точці дуже складно передбачити, в який стан перейде система [7, 8].

Після вибору одного з багатьох можливих сценаріїв розвитку, наприклад, формування в запобіжній капсулі виробки додаткової зони балансу енергії, знову вступають сили детермінізму.

Однією з найбільш цікавих особливостей динамічного стану речовини, що відображають взаємодію даної системи з навколишнім середовищем, є їх узгодженість. Система (запобіжна капсула виробки) поводить себе як єдине ціле і так, як якщо б вона була вмістилищем дальнодіючих сил [9-11].

Незважаючи на те, що сили молекулярної взаємодії є короткодійними, тобто діють на відстані близько  $10^{-8}$  см, система структурується так, як якщо б кожна молекула була «проінформована» про стан системи в цілому [12-14].

Аналізуючи роботи, які присвячені саме явищу зональної дезінтеграції структур гірничих порід, можна прийти до висновку, що не існує єдиної узагальнюючої теорії цього явища в приватних проявах.

Якщо прийняти гірничий масив як узагальнюючу систему, яка знаходиться в самонапрузі під впливом сил земної маси й гравітації, при цьому складається з  $N$ -ої кількості блоків, де  $N \rightarrow \infty$  й мають власну частоту коливань, які при досягненні резонансу збігу з частотами динамічного впливу на масив проковують до утворення кілець дезінтеграції в породному масиві [15-17]. Одночасно це призводить до утворення систем дезінтегрованих структур (СДС), які знаходяться на різних стадіях процесу дезінтеграції в залежності від блискості до джерела впливу.

Приймаючи до уваги той факт, що взаємодію блоків не може бути вивчено в цілому при формуванні виробки, при цьому частина породного масиву знаходиться в гранично-напруженому стані, то для формування окремої виробки можна розглядати, як випадок, який буде мати свої відмінності та особливості для конкретних гірничо-геологічних умов.

Але можливо сформулювати узагальнену гіпотезу формування кілець дезінтеграції навколо гірничих виробок [18, 19].

## **2. ЦІЛЬ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Є розширення уявлень про структуру зональної дезінтеграції (ЗДІ) породного масиву і характер її розвитку, дослідження характеру формування систем дезінтегрованих структур (СДС), розробка гіпотези виникнення ЗДІ.

## **3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

При підготовці до проведення досліджень ставилися наступні завдання: проаналізувати проблему і дати оцінку зональної дезінтеграції; встановити показники зонального структурування масиву навколо гірничих виробок за допомогою промислових, лабораторних і теоретичних методів, дослідити зміни напружено-деформованого стану масиву гірничих порід при ЗДІ; вплив деформацій при формуванні напруженого стану в гірничого масиву.

## **4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Однозначно встановлено, ЗДІ навколо виробок утворюється тільки під час проведення гірничих робіт.

Виявлено суттєві особливості, які визначаються типом проведення робіт. Так на ступінь ЗДІ впливають:

- спосіб, яким проводять формування виробок: взриво-буровий спосіб ведення робіт (ВБР) або комбайновий;
- характер просторового розташування виробки відносно напрямку головних напружень;
- інтенсивність впливу на породний масив;
- характеристики самого масиву (особливості гірничо-геологічних умов та їх структура) та багато інших.

Зупинимось лише на декількох.

Характер формування внутрішньої поверхні виробки. Один з найважливіших параметрів. Наприклад під час проведення комбайнових робіт з використанням гладкого оконтурювання виробки утворюється поверхня, яка має значно менше концентраторів напруги, ніж без такого. Тому утворюється значно нижча тріщинуватість, тобто менша втрата міцності масиву та несучої властивості виробки.

Зовсім інша ситуація під час ВБР.

Аналіз даних, наведених в [1-19], показує, що ЗДІ проходить декілька стадій:

1 стадія. Первинна руйнація масиву та утворення ЗДІ (I-Зона, рис. 1).

2 стадія. Повторне навантаження масиву (II-Зона).

3 стадія. Урівноваження масиву (III-Зона).

Добре видно, утворення зон ЗДІ проходить за рахунок розповсюдження сферичних хвиль в породному масиві, який знаходиться у напруженому або гранично напруженому стані під час проведення гірничих робіт.

Застосування такого способу ведення робіт має сильний динамічний вплив, що постійно є генератором коливань масиву навколо виробок та основою форсування систем ЗДІ (I-Зона, рис. 1). Такі системи накладаються одна на другу, посилюючи одна одну (II-Зона).

Структури, які формуються у II-Зоні повторних навантажень за зоною первинної ЗДІ, впливають на масив не так інтенсивно, як на першому етапі, але теж суттєво. Тому продовжується розвиток тріщин та їх розкриття, втрата несучої властивості масиву.

Лише в III-Зоні масив переходить у стан, де на нього не впливають процеси ведення робіт та починається його самоврядування та релаксація.

Структуру зональної дезінтеграції (ЗДІ) породного масиву доцільно представити у вигляді рисунку 1.

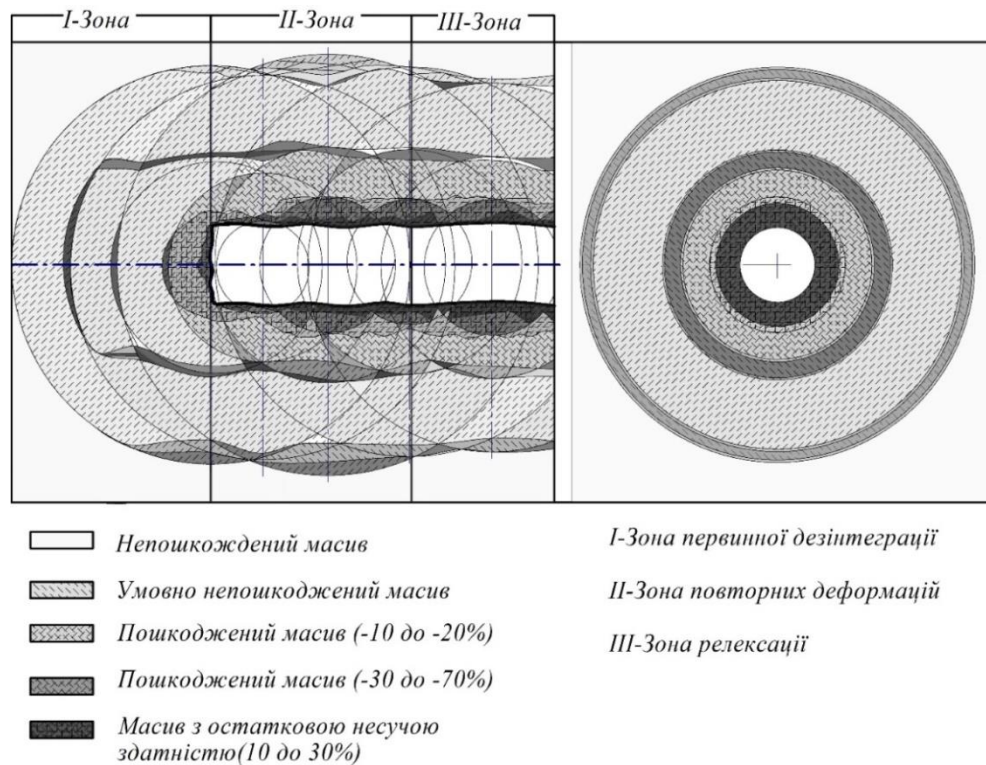


Рисунок 1. Структурна схема зональної дезінтеграції

Гіпотеза про утворення систем дезінтегрованих структур або зональна дезінтеграція (ЗДІ) породного масиву навколо гірничих виробок формується наступним чином:

**Зональна дезінтеграція масиву гірничих порід навколо виробок, які знаходяться під впливом напруги, є його реакція відгуку на динамічний вплив, яка**

виражається у вигляді утворення кільцевих структур масиву (дезінтегрованих та умовно не дезінтегрованих порід (структур)), які чергуються навколо виробок. Ступінь дезінтеграції структур збільшується по мірі наближення до вільної поверхні гірничої виробки.

Кількість таких зон знаходиться у межах від 3-х до 7-и, де число сильно порушених порід завжди на одиницю менше, ніж зона непорушених й слабо порушених порід.

## 5. ВИСНОВКИ

Правильно буде ЗДІ називати не кільцевою, а сферичною. Оскільки під час проведення робіт хвилі в породному масиві розповсюджуються рівномірно у всі сторони.

На основі вище сказаного можна зробити висновок, що явище зональної дезінтеграції (ЗДІ) носить техногенний характер та є його відгуком на динамічний вплив, який виражається у вигляді утворення кільцевих структур масиву (дезінтегрованих та умовно не дезінтегрованих порід (структур)), які чергуються навколо виробок.

Ступінь дезінтеграції структур збільшується по мірі наближення до вільної поверхні гірничої виробки.

На кожному етапі розвитку ЗДІ в масиві утворюються «Системи дезінтегрованих структур (СДС)» які можна представити трьома зонами:

- Зона первинної ЗДІ.
- Зона повторної ЗДІ.
- Зона релаксації. В неї масив проходить стадії кінцевих реакцій без впливу з боку динамічних явищ процесу руйнування при формуванні виробок. На цей процес впливає лише стан самого масиву.

Тому для підтримання стійкості гірничої виробки вкрай важливо використовувати це явище як енергетичну систему, направлену на підтримку контуру виробки з урахуванням можливої зміни силового поля.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Cloete, D.R., Collett, P.A.G., Cooke, N.G. W., Jager, A.J., and White, A.J.A. The nature of the fracture zone in gold mines as revealed by diamond core drilling. *Association of Mine Managers, Papers and discussions*. 1972–1973.

2. Отчет ИГТМ УССР (1973) по теме № 262 «Исследование проявлений горного давления в выработках шахт Центрального района Донбасса», Днепропетровск.

3. Шемякин Е.И., Фисенко Г.Л., Курленя М.В., Опарин В.Н., Рева В.В., Глушихин Ф.П., Розенбаум М.А., Тропп Э.А., Кузнецов Ю.С. (1986). Эффект зональной дезинтеграции горных пород вокруг подземных выработок. *Докл. АН СССР*, 289(5), 1088–1094.

4. Открытие № 400 СССР. (1992). *Явление зональной дезинтеграции горных пород вокруг подземных выработок* / Е.И. Шемякин, М.В. Курленя, В.Н. Опарин, В.Н. Рева, Ф.П. Глушихин, М.А. Розенбаум. – Оубл. в БИ, № 1.

5. S.V. Tynuna, I.I Chobotko (2020). Analytical studies concerning resistance of stressed rocks to disintegration. *Журн. «ВІСТІ Донецького гірничого інституту»*, 2(47), 83–88. <https://doi.org/10.31474/1999-981x-2020-2-83-88>

6. S. Tynyna, I. Chobotko, L. Frolova, N. Butyrina (2019). Modeling of influence of stresses on indicators of resistance of mining rocks to mechanical destruction. *E3S Web of Conferences, International Conference Essays of Mining Science and Practice*. (Vol. 109. p. 00104), 1–9. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910900104>
7. Хоменко О.Е., Ляшенко В.И. (2019). Повышение горнотехнической безопасности проведения подземных выработок. *Безопасность труда в промышленности*, 4, 43–51.
8. Хоменко О.Е., Кононенко М.Н. (2019) Синергетика взаимодействия горной выработки с массивом пород. *Физико-технические проблемы горного производства*, 21, 116–127. <https://doi.org/10.37101/ftpgp21.01.012>
9. Бельтюков Н.Л., Евсеев А. В. (2010) Сопоставление упругих свойств горных пород. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. *Геология, нефтегазовое и горное дело*, (5), 82–85.
10. Кайдо, И.И. (2009). О природе явления зональной дезинтеграции горных пород вокруг подземных выработок (гипотеза). *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*, (1), 16–21.
11. Ксендзенко Л.С., Макаров В.В. (2017). Зональное разрушение массива горных пород вокруг подземных выработок (обзор). *Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета*, (4 (33)), 118–130.
12. Кайдо, И.И. (2009). Кластерная модель явления зональной дезинтеграции массива вокруг подземных выработок. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*, (6), 48–57.
13. Мельник, В.В., Кайдо, И.И., & Кириченко, И.С. (2010). Дезинтеграция угольного массива подкровельного слоя при отработке мощных пологих угольных пластов. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*, (5), 220–223.
14. Кайдо, И.И. (2010). Формирование сечения выработки в два этапа в условиях зональной дезинтеграции. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*, (5), 147–149.
15. Кайдо, И.И. (2010). Особенности сохранения и формирования подготовительных выработок на границе с выработанным пространством при зональной дезинтеграции массива. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*, (3), 66–70.
16. Опарин В.Н. (2008) *Зональная дезинтеграция горных пород и устойчивость подземных выработок*: Изд-во СО РАН. Новосибирск. 278 с.
17. Кайдо, И.И. (2010). Проявление зональной дезинтеграции в поле напряжений вокруг подготовительной выработки. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*, (8), 89–92.
18. Кайдо, И.И. (2009). Управление состоянием массива при зональной дезинтеграции массива вокруг подземных выработок. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*, (9), 38–47.
19. Кайдо, И.И. (2010). Новые аспекты явления зональной дезинтеграции массива вокруг подземных выработок. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*, (2), 69–74.

REFERENCES

1. Cloete, D. R., Collett, P. A. G., Cooke, N. G. W., Jager, A. J., and White, A. J. A. The nature of the fracture zone in gold mines as revealed by diamond core drilling. *Association of Mine Managers, Papers and discussions*. 1972–1973.
2. Otchet IGTМ USSR (1973) po teme № 262 «*Issledovanie proyavleniy gornogo davleniya v vyirabotkah shaht Tsentralnogo rayona Donbassa*», Dnepropetrovsk.
3. Shemyakin E.I., Fisenko G.L., Kurlenya M.V., Oparin V.N., Reva V.V., Glushihin F.P., Rozenbaum M.A., Tropp E.A., Kuznetsov Yu.S. (1986). Effekt zonalnoy dezintegratsii gorniyh porod vokrug podzemnyih vyirabotok. *Dokl. AN SSSR*, 289(5), 1088–1094.
4. Otkryitie № 400 SSSR. (1992). *Yavlenie zonalnoy dezintegratsii gorniyh porod vokrug podzemnyih vyirabotok* / E.I. Shemyakin, M.V. Kurlenya, V.N. Oparin, V.N. Reva, F. P. Glushihin, M. A. Rozenbaum. – Publ. v BI, # 1.
5. S.V. Tynyna, I.I Chobotko (2020). Analytical studies concerning resistance of stressed rocks to disintegration. *Zhurn. «VISTI Donetskoho hirnychoho instytutu»*, 2(47), 83–88. <https://doi.org/10.31474/1999-981x-2020-2-83-88>
6. S. Tynyna, I. Chobotko, L. Frolova, N. Butyrina (2019). Modeling of influence of stresses on indicators of resistance of mining rocks to mechanical destruction. *E3S Web of Conferences, International Conference Essays of Mining Science and Practice*. (Vol. 109. p. 00104), 1–9. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910900104>
7. Homenko O.E., Lyashenko V.I. (2019). Povyishenie gornotekhnicheskoy bezopasnosti provedeniya podzemnyih vyirabotok. *Bezopasnost truda v promyshlennosti*, 4, 43–51.
8. Homenko O.E., Kononenko M.N. (2019) Sinergetika vzaimodeystviya gornoy vyirabotki s masivom porod. *Fiziko-tehnicheskie problemy gornogo proizvodstva*, 21, 116–127. <https://doi.org/10.37101/ftpgp21.01.012>
9. Belyukov N.L., Evseev A.V. (2010) Sopostavlenie uprugih svoystv gorniyh porod. *Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Geologiya, neftegazovoe i gornoe delo*, (5), 82–85.
10. Kaydo, I.I. (2009). O prirode yavleniya zonalnoy dezintegratsii gorniyh porod vokrug podzemnyih vyirabotok (gipoteza). *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten (nauchno-tehnicheskiy zhurnal)*, (1), 16–21.
11. Ksendzenko L.S., Makarov V.V. (2017). Zonalnoe razrushenie massiva gorniyh porod vokrug podzemnyih vyirabotok (obzor). *Vestnik Inzhenernoy shkoly Dalnevostochnogo federalnogo universiteta*, (4 (33)), 118–130.
12. Kaydo, I.I. (2009). Klasternaya model yavleniya zonalnoy dezintegratsii massiva vokrug podzemnyih vyirabotok. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten (nauchno-tehnicheskiy zhurnal)*, (6), 48–57.
13. Melnik, V.V., Kaydo, I.I., & Kirichenko, I.S. (2010). Dezintegratsiya ugolnogo massiva podkrovel'nogo sloya pri otrabotke moschnyih pologih ugolnyih plastov. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten (nauchno-tehnicheskiy zhurnal)*, (5), 220–223.
14. Kaydo, I.I. (2010). Formirovanie secheniya vyirabotki v dva etapa v usloviyah zonalnoy dezintegratsii. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten (nauchno-tehnicheskiy zhurnal)*, (5), 147–149.
15. Kaydo, I.I. (2010). Osobennosti sohraneniya i formirovaniya podgotovitelnyih vyirabotok na granitse s vyirabotannym prostranstvom pri zonalnoy dezintegratsii



massiva. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten (nauchno-tehnicheskiy zhurnal)*, (3), 66–70.

16. Oparin V.N. (2008) *Zonalnaya dezintegratsiya gornyykh porod i ustoychivost podzemnykh vyirabotok*: Izd-vo SO RAN. Novosibirsk. 278 s.

17. Kaydo, I.I. (2010). Proyavlenie zonalnoy dezintegratsii v pole napryazheniy vokrug podgotovitelnoy vyirabotki. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten (nauchno-tehnicheskiy zhurnal)*, (8), 89–92.

18. Kaydo, I.I. (2009). Upravlenie sostoyaniem massiva pri zonalnoy dezintegratsii massiva vokrug podzemnykh vyirabotok. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten (nauchno-tehnicheskiy zhurnal)*, (9), 38–47.

19. Kaydo, I.I. (2010). Novyye aspekty yavleniya zonalnoy dezintegratsii massiva vokrug podzemnykh vyirabotok. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten (nauchno-tehnicheskiy zhurnal)*, (2), 69–74.

#### ABSTRACT (IN UKRAINIAN)

**Мета.** Є розширення уявлень про структуру зональної дезінтеграції породного масиву і характер її розвитку, дослідження характеру формування систем дезінтегрованих структур, розробка гіпотези виникнення зональної дезінтеграції.

**Методика.** При вирішенні поставлених завдань застосовано метод критичного аналізу стосовно до «Ефекту зональної дезінтеграції гірничих порід», яке представляє собою чергування зон порушених і непорушених порід.

**Результати.** В статті приведено аналіз наукових робіт по дезінтеграції гірничих порід з моменту відкриття даного явища в 1972 році. Надані рекомендації боротьби з даним явищем при веденні гірничих робіт.

**Наукова новизна.** Запропонована узагальнююча гіпотеза утворення дезінтеграції породного масиву навколо виробок. Розглянута структура дезінтегрованих утворень. Дано визначення поняттю «Системи дезінтегрованих структур». Показано залежність ступені дезінтеграції, як фізичного явища від видів проведення гірничих робіт.

**Практична значимість.** Розроблено гіпотезу виникнення явища зональної дезінтеграції структури гірничих порід. Розглянуто структуру зональної дезінтеграції породного масиву навколо виробок. Дано визначення Системам дезінтегрованих структур.

**Ключові слова:** зональна дезінтеграція, структура гірських порід, поле напруг, гірничий тиск, кільця зональної дезінтеграції, динамічний вплив, активна зона поля напружень контуру виробки, розподіл концентраторів напружень гірських порід

## ABSTRACT (IN RUSSIAN)

**Цель.** Является расширение представлений о структуре зональной дезинтеграции породного массива и характер ее развития, исследования характера формирования систем дезинтегрированных структур, разработка гипотезы возникновения зональной дезинтеграции.

**Методика.** При решении поставленных задач применен метод критического анализа применительно к «Эффекту зональной дезинтеграции горных пород», которое представляет собой чередование зон нарушенных и ненарушенных пород.

**Результаты.** В статье приведен анализ научных работ по дезинтеграции горных пород с момента открытия данного явления в 1972 году. Предоставлены рекомендации борьбы с данным явлением при ведении горных работ.

**Научная новизна.** Предложена обобщающая гипотеза образования дезинтеграции породного массива вокруг выработок. Рассмотрена структура дезинтегрированных образований. Дано определение понятию «Системы дезинтегрированных структур». Показана зависимость степени дезинтеграции, как физического явления от видов проведения горных работ.

**Практическая значимость.** Разработана гипотеза возникновения явления зональной дезинтеграции структуры горных пород. Рассмотрена структура зональной дезинтеграции породного массива вокруг выработок. Дано определение Системам дезинтегрированных структур.

**Ключевые слова:** зональная дезинтеграция, структура горных пород, поле напряжений, горное давление, кольца зональной дезинтеграции, динамическое воздействие, активная зона поля напряжений контура выработки, распределение концентраторов напряжений горных пород

## ABOUT AUTHORS

Tynyna Serhii, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Institute for Physics of Mining Processes of the National Academy of Sciences of Ukraine, Department of Coal and Mining Physics, 2A Simferopolskaya Street, Dnipro, Ukraine, 49600. E-mail: haritonroots@gmail.com

Chobotko Ihor, Leading Engineer, Institute for Physics of Mining Processes of the National Academy of Sciences of Ukraine, Department of Coal and Mining Physics, 2A Simferopolskaya Street, Dnipro, Ukraine, 49600. E-mail: efilonov79@gmail.com