

УДК 622.363.2:622.847/848

ВЫСОТА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ВОДОПРОВОДЯЩИХ ТРЕЩИН ПРИ СЛОЕВОЙ ВЫЕМКЕ ПЛАСТА ТРЕТЬЕГО КАЛИЙНОГО ГОРИЗОНТА В УСЛОВИЯХ СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ



В. В. КЛИМОВИЧ,
зав. горной
лабораторией,
vklimovich@bmci.by



Н. Н. МАЛЕЦКИЙ,
главный
маркшейдер
рудника
Первого РУ

ОАО «Белгорхимпром», Солигорск, Беларусь

Представлены результаты натуральных исследований условий образования трещиноватости породного массива при его двухэтапной подработке с учетом фактора времени.

Ключевые слова: Старобинское месторождение калийных солей, породный массив, подработка массива, техногенная трещиноватость, водоприток, выработанное пространство, натурные геомеханические исследования.

DOI: 10.17580/gzh.2017.08.03

Введение

В теории и практике горного дела значительную долю занимают геомеханические исследования, особенно при подземной разработке месторождений [1–8]. Непременным условием безопасной работы соляного рудника является защита его от водопритокков [9, 10]. Проблема здесь состоит в сохранении водонепроницаемости налегающего породного массива, которая может нарушиться из-за появления техногенных трещин под воздействием горных работ.

Комплексные натурные исследования условий образования и высоты распространения техногенной водопрводящей трещиноватости при ведении очистных работ по столбовой системе разработки в условиях Старобинского месторождения калийных солей выполняются с 2008 г. [11, 12]. Исследования основаны на прямом методе определения проницаемости горных пород жидкостью (рассолом) при избыточном давлении до 3–4 МПа; метод предусматривает бурение из горных выработок вышележащего горизонта нисходящих скважин в направлении выработанного пространства и проведения в них специальных работ.

Участок проведения натуральных исследований расположен в районе блоков № 2–5 1-й западной разведочной панели гор. –305 м рудника Первого рудоуправления ОАО «Беларуськалий». Бурение нисходящих скважин выполнено из горных выработок данного участка над выработанным пространством Третьего калийного горизонта (гор. –430 м) при первичной и повторной подработках породного массива, расположенного между указанными горизонтами.

Условия образования и высота распространения техногенной водопрводящей трещиноватости при первичной подработке породного массива

Массив между горизонтами –305 и –430 м подрабатывался лавой № 79 по IV сильвинитовому слою пласта Третье-

го калийного горизонта в 2009 г. Вынимаемая мощность лавы составила 1,05 м. Ширина выработанного пространства лавы – 220 м. Способ управления кровлей – полное обрушение.

Оценка условий образования и высоты распространения трещиноватости при первичной подработке в активную стадию процесса сдвижения выполнялась по результатам исследований в трех нисходящих скважинах. Анализ полученных данных свидетельствует, что максимальная высота распространения трещиноватости при первичной подработке породного массива формируется над краевыми частями выработанного пространства и распространяется на высоту 44,5 м. Расчетное значение этого параметра по методике [13] составляет 42,7 м. В направлении от границ выработанного пространства к его центру установлено уменьшение высоты распространения техногенной водопрводящей трещиноватости (**рис. 1**).

Условия образования и высота распространения техногенной водопрводящей трещиноватости при повторной подработке породного массива

Повторная подработка массива в районе блоков № 2–5 1-й западной разведочной панели гор. –305 м выполнена лавой № 88 по II, II-III, III сильвинитовым слоям пласта Третьего калийного горизонта в 2014 г. Вынимаемая мощность лавы составила 2,23 м. Ширина выработанного пространства лавы 225 м. Способ управления кровлей – полное обрушение.

Изучение условий образования и высоты распространения трещиноватости при повторной подработке выполнялось по результатам исследований на трех различных участках бурения в восьми нисходящих скважинах. Различия между этими

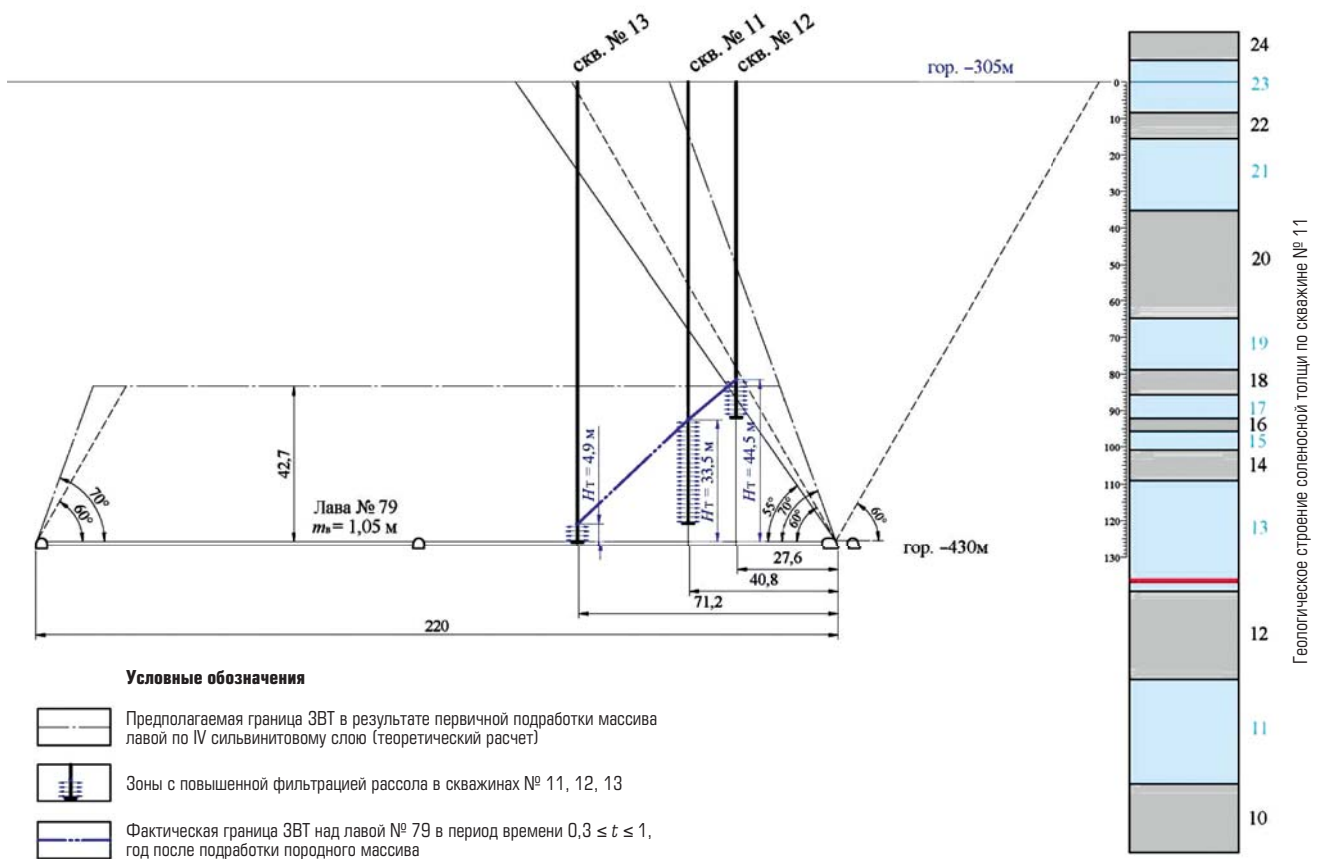


Рис. 1. Характер распространения зоны техногенной водопроводящей трещиноватости (ЗВТ) над краевым и центральным участками выработанного пространства лавы № 79 при первичной подработке породного массива

участками заключалось во времени, прошедшем с момента подработки нисходящих скважин (участок 1 – до одного года, участок 2 – до двух лет, участок 3 – до трех лет). Анализ данных, полученных по результатам буровых работ, свидетельствует, что максимальная высота распространения техногенной водопроводящей трещиноватости при повторной подработке породного массива лавой сформировалась в центральной части выработанного пространства, достигнув величины 103 м (участок 1) в активную стадию процесса сдвижения, и имеет тенденцию к уменьшению с течением времени в стадию затухания процесса сдвижения: 47 м (участок 2) и 75 м (участок 3) (рис. 2). Вероятно, с течением времени в отдельных областях подработанного массива происходит смыкание первично образовавшихся техногенных трещин с уменьшением их фильтрационных характеристик. Увеличенное значение высоты распространения трещиноватости на участке 3 (скважина № 24), вероятно, вызвано неравномерностью процесса сдвижения, связанного с шагом обрушения основной кровли при столбовой системе разработки с полным обрушением кровли. Над краевой частью выработанного пространства лавы № 88

высота распространения техногенной водопроводящей трещиноватости достигает 77 м (участок 1), 38 м (участок 2) и 32 м (участок 3) (см. рис. 2).

Отклонение фактической высоты трещиноватости над центральной частью выработанного пространства лавы № 88 от расчетной ($H_T = 133,9$ м) составляет: участок 1 – 30,9 м; участок 2 – 86,9 м; участок 3 – 58,9 м. Отклонение фактической высоты трещиноватости над краевой частью выработанного пространства этой лавы от расчетной составляет: участок 1 – 56,9 м; участок 2 – 95,6 м; участок 3 – 101,9 м.

В процессе буровых работ определялась относительная проницаемость повторно подработанного массива пород междупластья. В результате стало ясно, что массив соляных пород междупластья с течением времени частично восстанавливает свои гидроизоляционные свойства. Вместе с тем было установлено, что первичная и повторная подработки горных выработок гор. –305 м приводят к расслоению соляных пород ниже почвы этих выработок на 6 м.

Результаты исследований на другом участке месторождения в условиях повторной подработки породного массива по-

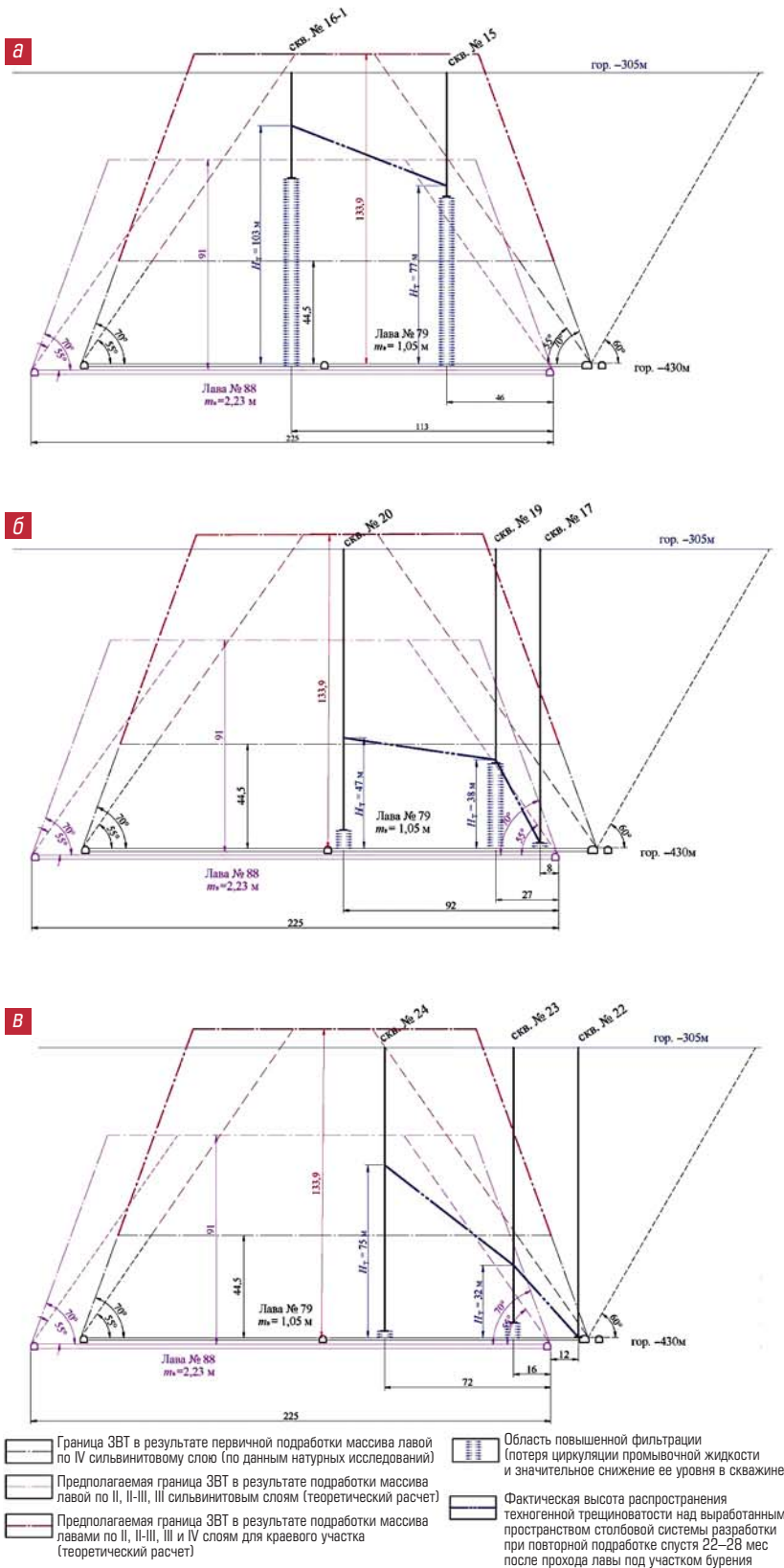


Рис. 2. Характер распространения техногенной трещиноватости над краевым и центральным участками выработанного пространства лавы № 88 при повторной подработке породного массива (а – участок 1; б – участок 2; в – участок 3)

казали, что фактическая максимальная высота распространения техногенной водопродящей трещиноватости над выработанным пространством лавы № 68 составляет от 18,5 до 18,7 м, а время, прошедшее с момента подработки участка этой лавой, достигло 3,5 года. Расчетная высота распространения такой трещиноватости составила 89,4 м.

Заключение

Проведенные исследования показали, что с течением времени после подработки породного массива по столбовой системе разработки (повторной), фактическая высота техногенной водопродящей трещиноватости над выработанным пространством Третьего калийного горизонта меньше расчетной, определенной по [13].

При отработке свиты пластов массив испытывает многократное техногенное воздействие. Очевидно, что степень нарушения его сплошности в разных участках зависит от порядка отработки пластов и времени, прошедшего между подработками. При восходящем порядке разработки не сближенных пластов горные работы нижележащего пласта (спустя определенное время, прошедшее с момента отработки этого пласта, и при отсутствии отработки нижележащих пластов) оказывают только частичное влияние на механизм образования техногенных водопродящих трещин над вышележащим разрабатываемым пластом. Указанное положение нашло отражение в методике расчета высоты распространения техногенных водопродящих трещин в [13].

Библиографический список

1. Каплунов Д. Р., Рыльникова М. В., Радченко Д. Н. Научно-методические основы проектирования экологически сбалансированного цикла комплексного освоения и сохранения недр Земли // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. Спец. выпуск № 15. Условия устойчивого функционирования минерально-сырьевого комплекса России. С. 5–11.
2. Сашурин А. Д., Балец А. Е. Совершенствование методики натурных замеров напряженно-деформированного состояния больших участков горного массива // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. 2014. № 11. С. 105–120.
3. Балец А. Е., Сашурин А. Д. Проблема оценки природного НДС горного массива при освоении недр // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2016. № 21. С. 9–23.
4. GTS Grube Teutschenthal Sicherungs GmbH & Co. KG // Kali und Steinsalz. 2013. Heft 1. S. 30–37.
5. Kodama J., Miyamoto T., Kawasaki S., Fujii Y., Kaneko K. et al. Estimation of regional stress state and Young's modulus by back analysis of mining-induced deformation // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. 2013. Vol. 63. P. 1–11.
6. Figueiredo B., Cornet F. H., Lamas L., Muralha J. Determination of the stress field in a mountainous granite rock mass // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. 2014. Vol. 72. P. 37–48.
7. Tianhong Yang, Peitao Wang, Tao Xu, Qinglei Yu, Penghai Zhang et al. Anisotropic characteristics of jointed rock mass: A case study at Shirengou iron ore mine in China // Tunneling and Underground Space Technology. 2015. Vol. 48. P. 129–139.
8. Zanutta A., Negusini M., Vittuari L., Cianfarra P., Salvini F. et al. Monitoring geodynamic activity in the Victoria Land, East Antarctica: Evidence from GNSS measurements // Journal of Geodynamics. 2017. Vol. 110. P. 31–42.
9. Шемет С. Ф., Шутин С. Г. Защита калийных рудников от расслопотоков // Горный журнал. 2014. № 2. С. 36–40.
10. Осипов В. И., Барях А. А., Ястребов А. А., Мамаев Ю. А., Санфиров И. А. Карстовая опасность при затоплении калийного рудника в г. Березники Пермского края Российской Федерации // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2014. № 4. С. 356–361.
11. Зейтц В. Э., Барбиков Д. В., Зольников Н. А., Дешковский В. Н., Новокшионов В. Н. Исследования условий образования и высоты распространения водопроводящих трещин при разработке Старобинского месторождения // Горный журнал. 2010. № 8. С. 23–25.
12. Новокшионов В. Н., Данилова А. Ф., Дешковский В. Н., Зейтц В. Э. Исследования процесса развития техногенных трещин в подрабатываемом массиве горных пород на Старобинском месторождении // Горный журнал. 2014. № 2. С. 19–22.
13. Правила по защите рудников от затопления в условиях Старобинского месторождения калийных солей. – Минск : ОАО «Белгорхимпром», 2014. – 256 с. **ГЖ**

«GORNYI ZHURNAL», 2018, № 8, pp. 34–37
DOI: 10.17580/gzh.2017.08.03

Height of induced water-transmitting fracture zone in slice mining of potash seam III at the Starobin deposit

Information about authors

V. V. Klimovich¹, Head of Laboratory, vklimovich@bmci.by
N. N. Maletskiy¹, Chief Mine Surveyor, Mine Management 1

¹ Belgorkhimprom, Soligorsk, Belarus

Abstract

A serious problem in underground extraction of salt rocks is constituted by inflow (inrush) of groundwater in mines when overlying rock mass loses its impermeability under impact of mining. For this reason, the study of initiation and growth of induced water-transmitting fractures in undermined rock mass is of immediate practical relevance.

This article presents in-situ geomechanical research data obtained in an underground salt mine of Belaruskali. The research was implemented in 2008–2016 by the experts of Belgorkhimprom together with the personnel of the salt mine. In that period, a rock salt seam was mined in two stages by open stoping method, and, thus, overlying rock mass underwent double-stage undermining. The subject of the research was the fracturing behavior of rock mass under impact of mining operations. The research procedure included downward drilling from the above-lying production horizon to the mined-out stope of the lower lying horizon and measurement of the height of the zone of induced water-transmitting fractures between the horizons.

The research provided useful information for amending the calculation procedure of rock mass stability and impermeability during mining at the Starobin potash salt deposit.

Keywords: Starobin potash salt deposit, rock mass, rock mass undermining, induced fracturing, water inflow, mined-out area, in-situ geomechanical research.

References

1. Kaplunov D. R., Rylnikova M. V., Radchenko D. N. Scientific-methodical basis of design of ecologically balanced cycle of complex mastering and saving of Earth soils. *Gornyi informatsionno-*

analiticheskij byulleten. 2015. Special issue No. 15. Usloviya ustoychivogo funktsionirovaniya mineralno-syrevogo kompleksa Rossii. Iss. 3. pp. 5–11.

2. Sashurin A. D., Balek A. E. Improvement of field measurement of stress-deformed state of the large massif parts. *Vestnik PNIPI. Geologiya. Neftgazovoe i gornoe delo*. 2014. Vol. 13, No. 11. pp. 105–120.
3. Balek A. E., Sashurin A. D. Problem of evaluation of natural stress-strain state of rock mass during development of mineral resources. *Gornyi informatsionno-analiticheskij byulleten*. 2016. Special issue No. 21. Problems of complex mastering of georesources. pp. 9–23.
4. GTS Grube Teutschenthal Sicherungs GmbH & Co. KG. *Kali und Steinsalz*. 2013. Heft 1. ss. 30–37.
5. Kodama J., Miyamoto T., Kawasaki S., Fujii Y., Kaneko K. et al. Estimation of regional stress state and Young's modulus by back analysis of mining-induced deformation. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*. 2013. Vol. 63. pp. 1–11.
6. Figueiredo B., Cornet F. H., Lamas L., Muralha J. Determination of the stress field in a mountainous granite rock mass. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*. 2014. Vol. 72. pp. 37–48.
7. Tianhong Yang, Peitao Wang, Tao Xu, Qinglei Yu, Penghai Zhang et al. Anisotropic characteristics of jointed rock mass: A case study at Shirengou iron ore mine in China. *Tunneling and Underground Space Technology*. 2015. Vol. 48. pp. 129–139.
8. Zanutta A., Negusini M., Vittuari L., Cianfarra P., Salvini F. et al. Monitoring geodynamic activity in the Victoria Land, East Antarctica: Evidence from GNSS measurements. *Journal of Geodynamics*. 2017. Vol. 110. pp. 31–42.
9. Shemet S. F., Shutin S. G. Protection of potassium mines from brine inflows. *Gornyi Zhurnal*. 2014. No. 2. pp. 36–40.
10. Osipov V. I., Baryakh A. A., Sanfirov I. A., Mamaev Yu. A., Yastrebov A. A. Karst danger during the flooding of potassium mine in the town of Berезniki (Perm region of Russian Federation). *Environmental geoscience*. 2014. No. 4. pp. 356–361.
11. Zeyts V. E., Barbikov D. V., Zolnikov N. A., Deshkovskiy V. N., Novokshonov V. N. Conditions research of formation and expansion height of water-transmitting fractures while developing the Starobin deposit. *Gornyi Zhurnal*. 2010. No. 8. pp. 23–25.
12. Novokshonov V. N., Danilova A. F., Deshkovskiy V. N., Zeyts V. E. Research of process of development of anthropogenic fractures in underworked rock massif at Starobinsky deposit. *Gornyi Zhurnal*. 2014. No. 2. pp. 19–22.
13. Regulations on mine protection from flooding at the Starobin potash salt deposit. Minsk : Belgorkhimprom, 2014. 256 p.