УДК 681.3.06:553

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ РАЗРУШЕНИЯ КРЕПКИХ СУЛЬФИДНЫХ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРХЗВУКОВЫХ ВОДЯНЫХ СТРУЙ

О. С. ДАНИЛОВ, А. Ю. МЕЗЕНЦЕВ, С. М. БАЛАДЖАЕВ,
Д. Л. СЛИВЕЦ, Э. Р. ЛОЗОВСКИЙ
Заполярный государственный университет им. Н. М. Федоровского
Норильск, Россия

Одной из ведущих системообразующих компаний Российской Федерации является ПАО «ГМК «Норильский никель» (далее – Компания), в частности его Заполярный филиал (ЗФ), который обладает крупнейшими запасами цветных и драгоценных металлов (никель, медь, металлы платиновой группы) [1].

Ключевой проблемой Компании является постепенное исчерпание запасов сплошных (богатых) сульфидных медно-никелевых руд на рудниках ЗФ. Уже к 2030 г. основу добычи (до 80 %) составят вкрапленные и медистые руды. При этом ценность руды уменьшится на 35 % и более, а прирост добычи планируется увеличить только на 30 % [2, 3]. Это, в свою очередь, крайне негативно повлияет на конкурентные преимущества продукции Компании на мировом рынке [4].

Одним из эффективных решений проблемы является рассмотрение возможности внедрения новой технологии добычи руды – гидроструйного разрушения массива горных пород сверхзвуковыми водяными струями [5–7].

Коллектив авторов предложил реализацию описываемой технологии в виде применения горнопроходческого комплекса ГИПК-1200 [8]. Для адаптации этого технологического решения предложена компьютерная модель разрушения сульфидных медно-никелевых руд.

На рис. 1 и 2 представлены скриншоты 3D-модели (по сечениям и распределениям напряжений).

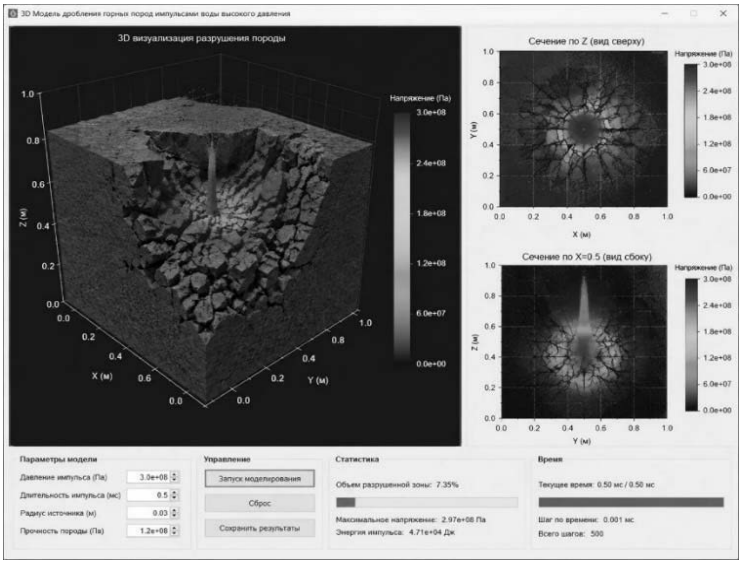

Рис. 1. 3D-модели дробления горных пород (по сечениям)

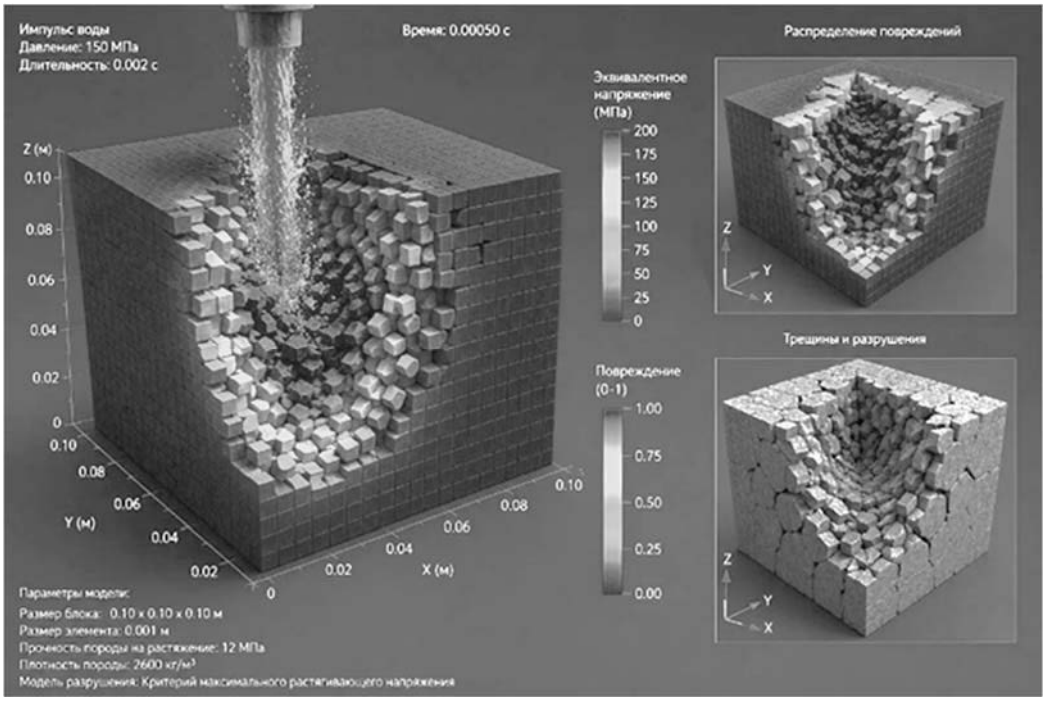

Рис. 2. 3D-модели дробления горных пород (распределение напряжений)

Авторами работы по результатам моделирования получены рациональные параметры гидроструйного разрушения сульфидных медно-никелевых руд ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель» с использованием сверхзвуковых водяных струй.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Программа «Платина»: результаты и основные направления работ / М. Н. Додин, Т. С. Додина, М. Н. Чернышов [и др.] // Разведка и охрана недр. – 2005. – № 6. – С. 80–86.

2. **Айнбиндер, И. И.** Перспективы развития геотехнологий подземной добычи руд на глубоких рудниках Талнахского и Октябрьского месторождений / И. И. Айнбиндер, П. Г. Пацкевич, О. В. Овчаренко // Горная Промышленность. – 2021. – № 5. – С. 70–75.

3. Mine design and process engineering solutions for copper-nickel ore quality management in underground mining / N. A. Turtygina, A. V. Okhrimenko, A. V. Glinsky, K. A. Ryzhenkov // Mining Science and Technology. – 2026. – № 2. – P. 130–140.

4. Состояние рудной базы цветных и благородных металлов в Норильском районе и направления первоочередных геологоразведочных работ / В. А. Люлько, Ю. Н. Амосов, С. М. Козырев [и др.] // Руды и металлы. – 2002. – № 6. – С. 65–82.

5. Перспективы развития гидроструйных технологий в горнодобывающей промышленности и подземном строительстве / В. А. Бреннер, А. Б. Жабин, А. Е. Пушкарев [и др.] // Горные машины и автоматика. – 2002. – № 5. – С. 2–10.

6. Безвзрывные технологии добычи твердых полезных ископаемых / А. Р. Маттис [и др.]. – Новосибирск : Сиб. отд-ние РАН, 2007. – 336 с. : ил.

7. **Wagner, H.** Deep Mining: A Rock Engineering Challenge / H. Wagner // Rock Mechanics and Rock Engineering. – 2019. – № 52 (5). – P. 1417–1446.

8. **Баладжаев, С. М.** Отбойка крепких пород с применением сверхзвуковых водяных импульсных струй / С. М. Баладжаев, Д. Л. Сливец // Сеймартек Майнинг. Эффективность горнодобывающего производства – 2026 : материалы Междунар. форума. – 2026. – С. 46–48.