

Пискарёва Татьяна Ивановна,

к.т.н., доцент, ОГУ

Piskaryova Tatyana Ivanovna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, OSU

Артемов Илья Сергеевич, студент филиал в г Оренбург

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

Artemov Ilya Sergeevich, Student, Branch in Orenburg

Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National University)

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИКИ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ИМПУЛЬСНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ STUDY OF ROCK FRACTURE MECHANICS UNDER IMPULSE LOADING

Аннотация. В статье рассматриваются особенности разрушения горных пород при кратковременном импульсном воздействии. Рассмотрены механизмы зарождения и развития трещин в породном массиве. Показано влияние параметров импульсной нагрузки на характер разрушения. Установлены отличия импульсного разрушения от статических режимов нагружения

Abstract. This article examines the fracture behavior of rocks under short-term impulse loading. The formation of the stress–strain state under dynamic loading is analyzed. The mechanisms of crack initiation and propagation in rock mass are considered. The influence of impulse loading parameters on fracture behavior is shown. Differences between impulse and static loading regimes are identified

Ключевые слова: Горные породы, импульсная нагрузка, динамическое разрушение, механика разрушения, трещинообразование

Keywords: Rocks, impulse loading, dynamic fracture, fracture mechanics, crack formation

Механика разрушения горных пород является важнейшим направлением исследований в области горного дела, геотехнологий и инженерной геологии. Характер разрушения породного массива оказывает определяющее влияние на эффективность процессов бурения, дробления, взрывных работ и строительства подземных сооружений. В последние годы всё большее внимание уделяется изучению поведения горных пород при динамических и импульсных воздействиях [1].

Импульсное нагружение характеризуется передачей энергии за крайне малый промежуток времени. В таких условиях в материале возникают интенсивные упругие волны, распространяющиеся с высокой скоростью по объёму породы. Взаимодействие этих волн приводит к формированию сложного и неоднородного поля напряжений, в котором локальные значения напряжений могут значительно превышать средние показатели.

При высоких скоростях деформации порода не успевает адаптироваться к изменяющимся условиям нагружения. Это приводит к подавлению процессов перераспределения напряжений и активации локальных зон разрушения. Наиболее уязвимыми участками являются области структурной неоднородности, включающие поры, микротрещины, минеральные включения и границы зёрен [2].

Зарождение трещин при импульсном воздействии, как правило, носит множественный характер. Первичные микротрещины быстро объединяются, образуя разветвлённую систему разрушения. В отличие от статического нагружения, при котором трещины развиваются вдоль отдельных ослабленных плоскостей, импульсное воздействие способствует более равномерному разрушению объёма породы.



Существенное влияние на характер разрушения оказывают параметры импульса, включая амплитуду, длительность и форму силового воздействия. Короткие импульсы высокой интенсивности приводят преимущественно к хрупкому разрушению с минимальными пластическими деформациями. При увеличении продолжительности импульса возрастает роль вязкоупругих свойств материала и процессов рассеяния энергии.

Экспериментальные исследования показывают, что прочностные характеристики горных пород при динамическом нагружении могут превышать значения, полученные в условиях медленного нагружения. Данное явление объясняется инерционными эффектами и временной задержкой роста трещин [3]. Однако при достижении критического уровня напряжений разрушение происходит скачкообразно и сопровождается интенсивным дроблением материала.

Практическое значение исследований импульсного разрушения горных пород заключается в возможности управления процессами разрушения при выполнении горных работ [4]. Оптимизация режимов импульсного воздействия позволяет повысить эффективность дробления, снизить энергозатраты и уменьшить негативное влияние на окружающий массив. Особенно актуальны такие подходы при разработке месторождений в сложных геологических условиях.

Таким образом, изучение механики разрушения горных пород при импульсном воздействии позволяет расширить представления о динамическом поведении геоматериалов и создать научную основу для совершенствования современных горных технологий.

Отдельного внимания заслуживает влияние структурной анизотропии горных пород на процессы импульсного разрушения. Наличие слоистости, ориентированных трещин и текстурных неоднородностей приводит к направленному распространению упругих волн и изменению локального напряжённого состояния. В таких условиях разрушение может приобретать выраженный анизотропный характер, при котором трещины развиваются преимущественно вдоль ослабленных направлений. Учёт структурных особенностей породы при выборе параметров импульсного воздействия позволяет более точно управлять процессами разрушения и снижать вероятность неконтролируемых повреждений окружающего массива.

Список литературы:

1. Кузьмин В. И. Механика разрушения горных пород. – Санкт-Петербург: Горный университет, 2022. – 256 с.
2. Литвинов А. П. Динамические процессы в геоматериалах при импульсном нагружении. – Москва: Недра, 2023. – 198 с.
3. Смирнов Е. Н. Особенности разрушения горных пород при высоких скоростях деформации // Известия высших учебных заведений. Горное дело. – 2024. – № 2. – С. 53–60.
4. Жданов С. А. Волновые явления и механизмы разрушения породных массивов // Горный журнал. – 2023. – № 9. – С. 41–48

