

УДК 531.8/536.24

ВИКОРИСТАННЯ ОСНОВНИХ ПОЛОЖЕНЬ ТЕОРІЇ УДАРУ В ДОСЛІДЖЕННІ УДАРНИХ СИСТЕМ ПРИ РУЙНУВАННІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Кирсанов О. Л. (ІІ ДВНЗ ДонНТУ)

Науковий керівник - Горячева Т.В.

Ударні процеси широко застосовуються в різних галузях промисловості, гірничій справі і будівництві. Удар дозволяє сконцентрувати значну механічну енергію в обмеженому обсязі тіла протягом дуже коротких проміжків часу. За рахунок цього процесу матеріал в зоні удару інтенсивно руйнується, або змінює свої характеристики.

Існує значна кількість машин, в яких ударні навантаження створюються спеціально для отримання великих сил, необхідних для деформування чи руйнування досить міцних середовищ. Для формування ударної дії широко використовують різні машини, основою яких є ударний вузол.

В даний час досить актуальна проблема дослідження ударних систем, стосовно машин для руйнування тендітних середовищ, до яких можуть бути віднесені відбійні молотки, гідромолоти, пневмоударник, бурові установки обертально- ударної та ударно-поворотної дії і т.п.

Ударні вузли можуть мати різні схеми і конструкції.

Схематично машина ударної дії, призначена для руйнування гірських порід, може бути зображена у вигляді ударної системи «бойок - хвилевід - інструмент» (рис. 1).

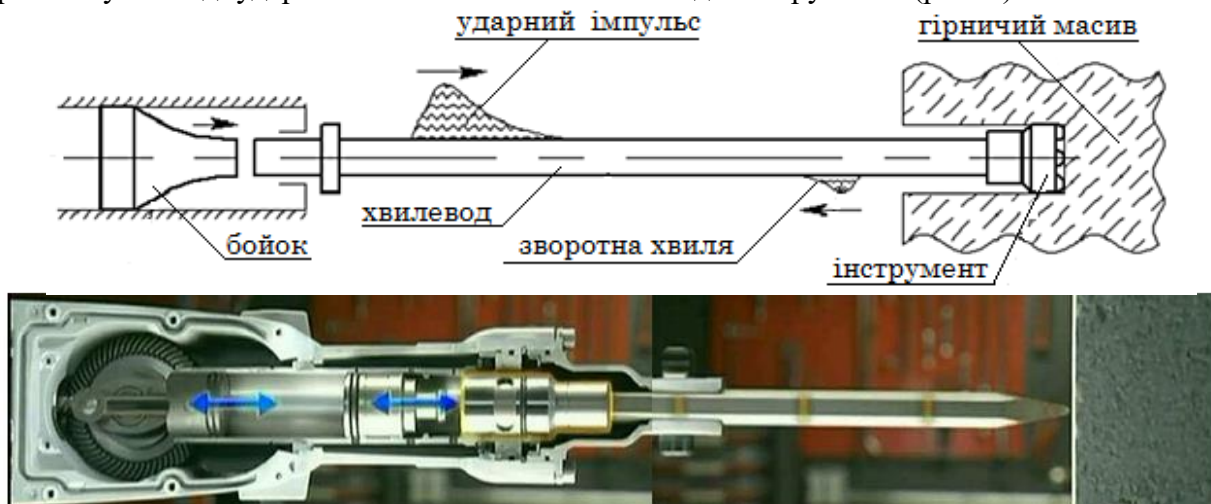


Рисунок 1 – Схема машини ударної дії

Для їх дослідження потрібно визначити основні параметри ударної взаємодії, а саме поєднання мас і швидкостей тіл, що співударяються. Для цієї мети застосовують класичну теорію удару засновану на законах збереження енергії і імпульсу.

Принцип дії такої системи полягає в наступному (рис. 2). Енергія приводу перетворюється в кінетичну енергію зворотно поступального руху бойка, який також називається ударником, або молотком.

$$T = \frac{m \cdot V_{10}^2}{2}$$

де m - маса бойка,

V_{10} - початкова, передударна швидкість руху бойка.

В кінці ходу бойок ударяється з хвостовиком хвилеводу (штанги), що представляє собою стрижень.

В результаті, кінетична енергія ударника частково перетвориться в корисну енергію поздовжніх коливань хвилеводу і частково може переходити в інші види енергій (теплову,

наприклад). Генеруються бойком поздовжні коливання називаються падаючим ударним імпульсом, який переміщається по хвилеводу, що закінчуються, як правило, інструментом



Рисунок 2 - Принцип дії ударної системи

Амплітуда і тривалість імпульсу визначаються матеріалами, формами і розмірами тіл, що співударяються. Під дією імпульсу інструмент переміщається, створюючи тим самим умови для руйнування оброблюваного середовища, і проникає в цю середу на глибину h (рис.2).

Лінійне проникання інструменту є критерієм продуктивності руйнування. Для оцінки ефективності процесу використовують також коефіцієнт передачі енергії імпульсу в оброблювану середу.

З метою забезпечення ефективності ударної дії і підвищення ккд ударного процесу потрібно знайти оптимальні поєднання мас і швидкостей тіл, що співударяються. Для цього слід визначити рівняння зв'язку законів збереження енергії, імпульсу і коефіцієнта відновлення при центральному ударі.

Відповідно до теорії удару закон збереження енергії можна представити у вигляді:

$$\frac{m_1 \cdot V_{10}^2}{2} + \frac{m_2 \cdot V_{20}^2}{2} = \frac{m_1 \cdot V_1^2}{2} + \frac{m_2 \cdot V_2^2}{2}$$

або

$$m_1 \cdot V_{10}^2 + m_2 \cdot V_{20}^2 = m_1 \cdot V_1^2 + m_2 \cdot V_2^2$$

А згідно із законом збереження імпульсу маємо:

$$m_1 \cdot \vec{V}_{10} + m_2 \cdot \vec{V}_{20} = m_1 \cdot \vec{V}_1 + m_2 \cdot \vec{V}_2$$

тут m_1, m_2 - відповідно маса тіл, що співударяються,

V_{10}, V_{20} - початкова швидкість тіл,

V_1, V_2 - швидкість тіл в момент удару.

Оскільки при непружного ударі частина енергії механічного руху витрачається на роботу деформації, то кінетична енергія куль після удару зменшується. Визначимо ту частину кінетичної енергії, яка витрачається на роботу деформації

$$\Delta T = T_1 - T_2$$

Кінетична енергія до удару:

$$T_1 = \frac{m_1 \cdot V_{10}^2}{2} + \frac{m_2 \cdot V_{20}^2}{2}$$

Кінетична енергія після удару:

$$T_2 = \frac{m_1 \cdot V_1^2}{2} + \frac{m_2 \cdot V_2^2}{2} = \frac{m_1 + m_2}{2} V^2$$

де V_2 - загальна швидкість тіл після удару до відображення імпульсу.

Після перетворення отримуємо, що втрата енергії:

$$\Delta T = -\frac{m_1 \cdot m_2}{2(m_1 + m_2)} (V_1 - V_2)^2$$

Таким чином, в разі абсолютно непружного удару повна механічна енергія системи зменшується (приріст негативний). За рахунок зменшення механічної енергії системи здійснюється деформація тіл, яка зберігається і після удару.

Залежно від фізико-механічних властивостей оброблюваної середовища і параметрів впливу ефективність її руйнування різними за формою інструментами різна.

При цьому досить помітна частина енергії повертається в ударну систему у вигляді відбитого імпульсу (рис.3), який, як правило, гаситься самою системою.

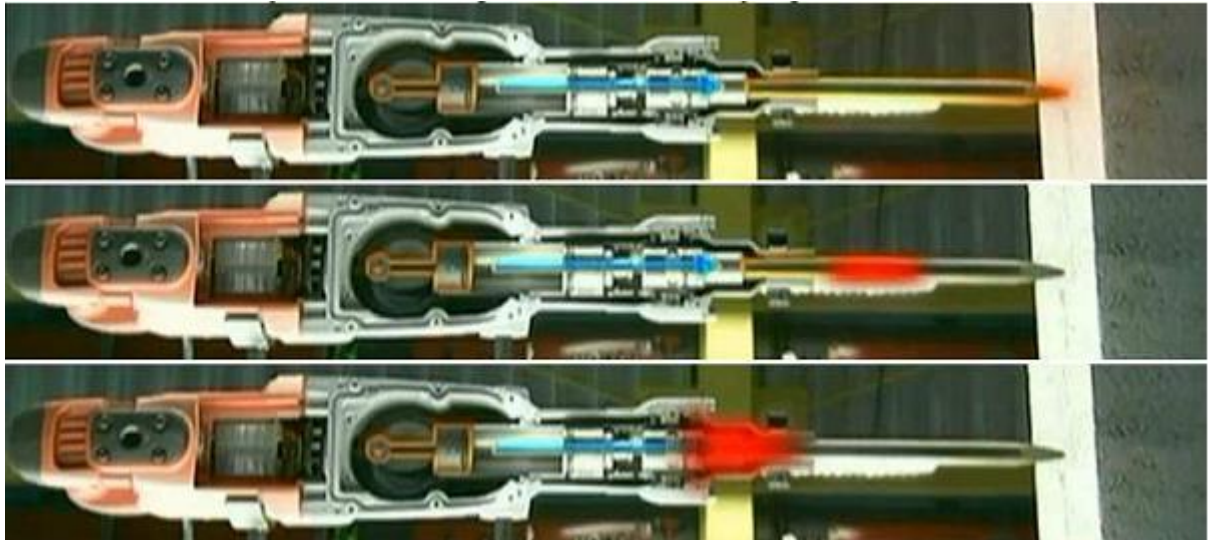


Рисунок 3 - Відображення імпульсу в ударній системі.

При зіткненні реальних тіл завжди мають місце і пружні, і залишкові деформації. Тому удар буде частково непружним. При абсолютно непружному ударі відносна швидкість тіл після удару дорівнює нулю. При частково непружного ударі відносна швидкість після удару дорівнює якійсь частки відносної швидкості до удару, це й є коефіцієнт відновлення відносної швидкості тіл при ударі.

Аналіз практичного використання законів удару та диференціальних рівнянь дослідження руху ударних систем за допомогою хвильової теорії удару дозволяє зробити такі висновки: серед існуючих теорій дослідження ударних систем найбільше розповсюдження отримала одномірна хвильова теорія Сен-Венана, застосування основних положень теорії удару дозволяє здійснювати вибір раціональних форм ударників гірничого обладнання та розраховувати оптимальні параметри робочих процесів руйнування порід за допомогою ударної дії..

Література:

1. Абраменков Д.Э. Классификация признаков свайных молотов с пневмоприводом / Д.Э. Абраменков, Э.А. Абраменков, А.С. Зверева и др. // Известия вузов. Строительство. – 2011. – №5.
2. Александров Е.В. Исследование взаимодействия инструмента и горной породы при ударном разрушении / Е.В. Александров, В.Б. Соколинский, Г.М. Захариков и др. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1967.
3. Алимов О.Д. Бурильные машины / О.Д. Алимов, Л.Т. Дворников – М.: Машиностроение, 1976.