НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПАРАМЕТРОВ СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ УДАРНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Отажонов Б.О., Рахимов А.В., Юнусов Ж.Ф., Норимонов Ш.Н.

Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова, Ташкент, Узбекистан

Doi: 10.5281/zenodo.23663227

АННОТАЦИЯ В данной работе описана конструкция экспериментального стенда, предназначенного для исследования ударных процессов машин ударного действия, а также результаты проведённых экспериментов. Основной целью исследования является экспериментальная регистрация и оценка параметров волн упругой деформации, возникающих в процессе ударного взаимодействия между поршнем-ударником полукатеноидальной формы, используемым в пневматических перфораторах, и волноводом.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА Экспериментальный стенд, волновод, ударный импульс, пневматический перфоратор

В строительной и горнодобывающей отраслях широко применяются машины ударного действия (сваебойные установки, отбойные молотки, пневматические и гидравлические перфораторы, буровые станки), предназначенные для разрушения или деформации среды. Их высокая эффективность обусловлена тем, что разрушение материала определяется не длительностью воздействия, а уровнем возникающих напряжений.

Главная особенность машин ударного действия — способность создавать в зоне контакта усилия, в сотни раз превышающие нагрузки на их опорные конструкции. Это достигается путем преобразования непрерывного потока энергии в дискретную серию кратковременных ударных импульсов [1].

Структура и принцип работы ударной системы пневматических молотов, перфораторов и буровых станков, применяемых на подземных горных предприятиях и функционирующих на основе данной системы, заключаются в следующем [2].

Принцип работы системы следующий: энергия привода преобразуется в кинетическую энергию бойка (1). В конце хода боек соударяется с хвостовиком волновода (2), генерируя падающий ударный импульс (4). Амплитуда и длительность импульса зависят от формы, размеров и материала соударяющихся тел [3].

Импульс передаётся к инструменту (3), который внедряется в среду (6) на глубину, обеспечивая её разрушение. Глубина внедрения и коэффициент передачи энергии (КПЭ) являются основными критериями эффективности процесса. Часть энергии возвращается в виде отражённого импульса (5) и гасится системой (рис. 1).

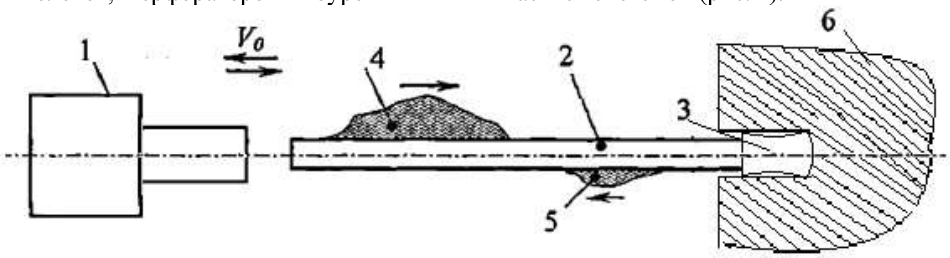


Рисунок 1. Общая технологическая схема механизмов ударного действия.

Изучение ударных процессов — одна из наиболее актуальных проблем механики, связанная с оценкой поведения конструкций при интенсивных импульсных нагрузках в процессе эксплуатации современных сооружений, механизмов и приборов. Данная проблема включает в себя ряд крупных задач, представляющих значительный интерес как в комплексе, так и по отдельности:

- исследование влияния форм и размеров ударника на форму волнового импульса в стержне;
- исследование взаимодействия инструмента с разрушаемой средой;
- отыскание условий обеспечения максимальных значений КПЭ;
- исследование прочности бойков, волноводов и ударных систем в целом [4].
- исследование вибраций, возникающих в результате ударного воздействия.

Разработка и внедрение в практику современных экспериментальных стендов имеет важное значение при опытно-экспериментальном исследовании данных научно-технических проблем. Принимая во внимание вышеизложенное, профессорско-преподавательским составом кафедры «Горная

электромеханика» ТГТУ был разработан универсальный экспериментальный стенд.

Стенд (рис.2а) выполнен в вертикальном исполнении и состоит из следующих основных элементов: поршень-ударник (1), канат (2), узел регулировки высоты (3), люнеты (4), несущая опорная рама (5), осциллограф (6), пьезодатчик (7), стержень (8), коронка (9), горная порода (10), направляющая (11).

Фотография стенда представлена на рисунке 2. Стержень (8) представляет собой буровую штангу длиной 1200 мм и диаметром 25 мм. Для исследования волновых импульсов вдоль оси стержня (8), на расстоянии 40 мм от ударного торца, с противоположных сторон установлен пьезоэлектрический датчик (7). Пьезоэлектрический датчик вибрации регистрирует продольные колебания (ударный импульс) в стержне и передает сигналы в виде осциллограмм на осциллограф модели WaveRunner 64Xi-A (рис.2б). При этом влияние изгибных колебаний практически исключается [5].

Для предотвращения потери устойчивости стержня (8) используются люнеты (4). Подъём поршня-ударника (1) на заданную высоту осуществляется с помощью каната (2), закреплённого в центральной задней части поршня с помощью специальной гайки. Соосность между поршнем-ударником (1) и стержнем (8) обеспечивается направляющей (11).

Коронка (9), служащая местом контакта с породой (10), представляет собой цилиндр с внутренней полостью, заполненной резиной. В качестве исследуемого материала используется горная порода с коэффициентом крепости f = 15 по шкале Протодьяконова [6,7].

Высота падения поршня-ударника регулируется через узел регулировки высоты (3), закреплённый на опорной раме (5) при помощи болтов.

Опорная рама (5) и узел регулировки (3) изготовлены соответственно из металлических профилей сечением 50×30 мм и 60×40 мм и закреплены к фундаменту с помощью металлических анкеров М18×10. Данный регулировочный механизм позволяет варьировать высоту сброса бойка и проводить исследования при различных скоростях соударения.

Поршень-ударник поднимается по направляющей вручную с помощью каната на заданную высоту. При этом необходимые ударные скорости и высоты могут быть определены с использованием закона сохранения энергии, который имеет следующий вид:

$$E_{\text{полн}} = E_{\text{к}} + E_{\text{п}} = const \quad (1)$$

Где: $E_{\text{к}} = \frac{m \cdot v^2}{2}$-кинетическая энергия, $E_{\text{п}} = m \cdot g \cdot h$- потенциальная энергия

h- высота,

m- масса поршня-ударника

g- ускорение свободного падения.

v – скорость.

Если тело падает с высоты h, то потенциальная энергия полностью превращается в кинетическую:

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = m \cdot g \cdot h \quad \text{отсюда: } h = \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad (2)$$

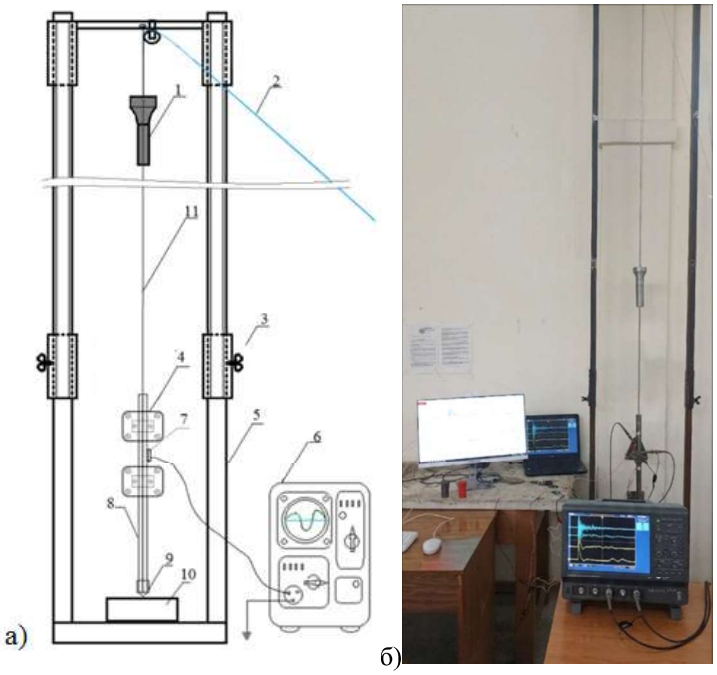


Рисунок 2. Схема универсального экспериментального стенда для исследования ударных систем: а) конструктивная схема; б) общий вид

Представленный универсальный экспериментальный стенд открывает широкие возможности для детального исследования ударных систем горно-добывающих и строительных машин. Главными преимуществами установки являются точная регулировка высоты сброса бойка, обеспечение идеальной соосности за счёт направляющих и люнетов, а также высокая точность регистрации продольных волновых импульсов с помощью современных пьезодатчиков и цифрового осциллографа. Данные конструктивные решения позволяют эффективно оценивать коэффициент передачи энергии, исследовать динамику взаимодействия инструмента с породой и повышать общую надежность ударных узлов.

ZARBALI MEXANIZM ELEMENTLARINI TADQIQ QILISH STENDINING PARAMETRLARINI YARATISH VA ILMIY ASOSLASH

Otajonov B.O., Raximov A.V., Yunusov J.F., Norimonov Sh.N.
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

ANNOTATSIYA Ushbu ishda zarb ta’sirli mashinalarning zarb jarayonlarini tadqiq etishga mo‘ljallangan eksperimental stendning tuzilishi hamda o‘tkazilgan tajriba natijalari bayon etilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi pnevmatik perfuratorlarda qo‘llaniladigan yarim katenoid shaklidagi porshen-zarb beruvchi va to‘lqin o‘tkazgich o‘rtasidagi zarbli o‘zaro ta’sir jarayonida yuzaga keladigan elastik deformatsiya to‘lqinlari parametrlarini eksperimental tarzda qayd etish hamda baholashdan iborat.

KALIT SO‘ZLAR Eksperimental stend, to‘lqin o‘tkazgich, zarb impulsi, pnevmatik perfurator.

SCIENTIFIC SUBSTANTIATION AND DEVELOPMENT OF PARAMETERS FOR AN EXPERIMENTAL STAND TO STUDY IMPACT SYSTEM COMPONENTS

Otajonov B.O., Rakhimov A.V., Yunusov J.F., Norimonov Sh.N.
Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Tashkent, Uzbekistan

ABSTRACT This work describes the design of an experimental test bench intended for studying the impact processes of percussion machines, as well as the results of the experiments performed. The main objective of the research is the experimental recording and evaluation of elastic deformation wave parameters arising during the impact interaction between a semi-catenoidal piston-striker used in pneumatic rock drills and a waveguide.

KEYWORDS Experimental test bench, waveguide, impact pulse, pneumatic rock drill.

REFERENCES

1. Алимов О. Д., Манжосов В. К., Еремянц В. Э. Удар. Распространение волн деформаций в ударных системах. М.: Наука, 1985.
2. Алимов О. Д., Дворников Л. Т. Бурильные машины. М.: Машиностроение, 1976. 295 с.
3. Андреев В. Д. Расчет передачи энергии ударного импульса через инструмент в породу. — В кн.: Горный породоразрушающий инструмент. Киев: Техника, 1969, с. 71–79.
4. Дворников Л. Т. К вопросу о рациональном проектировании ударных систем горно-технологического назначения. В кн.: Материалы четвертой научно-практической конференции по секции машиностроения и горных машин. Под редакцией проф. Дворникова Л. Т., Новокузнецк, 1995.
5. Барон Л. И., Веселов Г. М., Коняшин Ю. Г. Экспериментальные исследования процессов разрушения горных пород ударом. М.: Изд-во, 1962. 219 с.
6. Алимов О. Д., Манжосов В. К., Еремянц В. Э., Невечкин Ю. В. Расчет динамического внедрения инструмента в обрабатываемую среду. Фрунзе: Илим, 1980. 43 с.
7. Алабужев П. М., Стихановский Б. Н., Шпильберг И. Я. Введение в теорию удара. Новосибирск: НЭТИ, 1970. 158 с.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Otajonov Bahrom Otaboevich	— Senior lecturer of the department of Mining Electromechanics; Tashkent State Technical University, 100095, Tashkent, University Str., 2, Uzbekistan. E-mail: bahrom9097@yandex.com ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8871-7724
Rakhimov Abduvalixodja Vahobovich	— Senior lecturer of the department of Mining Electromechanics; Tashkent State Technical University, 100095, Tashkent, University Str., 2, Uzbekistan.
Yunusov Jasurbek Farxod ugli	— Senior lecturer of the department of Mining Electromechanics; Tashkent State Technical University, 100095, Tashkent, University Str., 2, Uzbekistan E-mail: jasurbekyunusov@tdtu.uz ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-5126-0059
Norimonov Shamsiddin Nuraddinovich	— Assistant of the department of Mining Electromechanics; Tashkent State Technical University, 100095, Tashkent, University Str., 2, Uzbekistan E-mail: shamsiddintmjgorniy@gmail.com ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-7785-3082

НЕАДДИТИВНОСТЬ РЕЗЕРВОВ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕПИ: ПРАВИЛО УЗКОГО МЕСТА ПРИ ОЦЕНКЕ РЕЗЕРВОВ КАРЬЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Махмудов Ш.А.

Навоийский государственный горно-технологический университет, Навои, Узбекистан

Doi: 10.5281/zenodo.23663300

АННОТАЦИЯ Рассматривается методическая ошибка, распространённая при обосновании программ повышения эффективности использования горного оборудования: суммирование резервов, рассчитанных раздельно по звеньям последовательной технологической цепи. На материале пофамильных эксплуатационных данных 73 единиц выемочного и бурового оборудования золотодобычного рудника за 2024 г. и производственных показателей за 2021 г. показано, что такое суммирование завышает оценку достижимого прироста в 2,2 раза: формальная сумма резервов по шести направлениям воздействия составляет 40,21 млн м³ эквивалента, тогда как реализуемый прирост равен 18,30 млн м³ — резерву выемочно-погрузочного звена, оказавшегося ограничивающим. Для приведения резервов разнородных звеньев к единой шкале обоснован коэффициент выхода взорванной горной массы — 34,2 м³ на 1 погонный метр скважины. Установлено, что ранжирование направлений воздействия по фонду времени и по натуральному результату не совпадает, поскольку производительность часа работы машин различных типов несопоставима. Выявлен парадокс планирования: направление, занимающее первое место в обоих ранжированиях и обладающее наивысшей реализуемостью, при изолированном внедрении даёт нулевой прирост выемки — весь эффект накапливается в запасе взорванной горной массы, увеличивая его с 70 до 167 суток потребления. Показано, что это обстоятельство не является основанием откладывать соответствующие мероприятия, поскольку прирост технологического буфера сам по себе снижает риск роста технологической компоненты потерь. Сформулированы условия, при которых суммирование резервов правомерно.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА Резервы производительности; последовательная технологическая цепь; узкое место; аддитивность; горно-транспортный комплекс; технологический буфер; открытые горные работы.