

6. Salnikov A.V. et al. Experimental Evaluation of the Adhesion Properties of the Internal Smoothness Coating of Pipelines to the Asphalt-and-oil-paraffin Deposits of Oil from the Yarega Field // SOCAR Proc. – 2020. – № 5. – P. 51–58.

7. Герасимов, В. В. Внутреннее гладкое и антикоррозионное покрытие для магистральных газопроводов общего назначения / В. В. Герасимов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2013. – № 7–8. – С. 109–111.

8. Залесова, А. В. Особенности применения внутритрубных гладкостных покрытий / А.В. Залесова, Н.Г. Думицкая // Инновационная наука. – 2017. – Т. 3, № 4. – С. 43–46.

УДК 622.236.2

**ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ  
ГИДРОМОЛОТОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА  
НЕДОСТАТКОВ СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ  
JUSTIFICATION OF THE NEED TO IMPROVE HYDRAULIC HAMMERS BASED  
ON THE SYSTEM ANALYSIS OF THE SHORTCOMINGS OF EXISTING  
SOLUTIONS**

Азимов А.М. аспирант,  
Жуков И.А. д.т.н., доцент, зав. каф. машиностроения,  
Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург  
Azimov A.M. postgraduate student, Zhukov I.A. Doctor of Technical Sciences,  
Associate Professor, Head of the Department mechanical engineering,  
Saint Petersburg Mining University, Saint Petersburg

**Аннотация.** С целью выявления состояния изученности выбранной области исследований был проведен системный и критический анализ существующих разработок, статей, диссертаций и патентов на изобретения и промышленные образцы.

На основе проведенного системного и критического анализа были выявлены 5 основных направлений исследований, по которым можно группировать изученные материалы, также выявить преимущества и недостатки существующих гидромолотов, а также менее изученные проблемы.

**Ключевые слова:** удар, гидромолот, разрушение негабаритов, скалывание горной породы, дробление, разработка, выемка.

**Abstract.** In order to identify the state of knowledge of the chosen field of research, a systematic and critical analysis of existing developments, articles, dissertations and patents for inventions and industrial designs was carried out

Based on the conducted systematic and critical analysis, 5 main research directions were identified, according to which the studied materials can be grouped, as well as the advantages and disadvantages of existing hydraulic hammers, as well as less studied problems.

**Key words:** impact, hydraulic hammer, destruction of oversized, rock chipping, crushing, mining, excavation.

**Введение.** Разработка месторождений полезных ископаемых, которые применяются в качестве строительных материалов, как в Российской Федерации, так и в других странах ведется открытым способом, путем разрушения породы буровзрывным методом [1–2]. При этом дальнейшая обработка массива ведется с применением гидравлических ударных устройств, предназначенных для дробления негабарита.

Гидромолоты (рис. 1) являются наиболее распространенными машинами, применяемыми при проведении работ связанных с разрушением горных пород и различных твер-

дых материалов, при первичной выемке породы и вторичном дроблении негабаритов в карьерах [3]. Они также применяются при строительстве шахт и туннелей, рытье траншей в зимнее время года, и при дроблении негабаритов на строительных объектах [4].

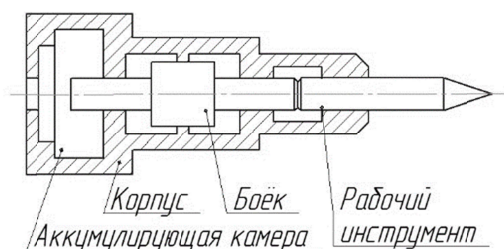


Рис. 1. Принципиальная схема гидромолота (разработано авторами)

Системный и критический анализ существующих статей и патентов, связанных с гидравлическими ударными устройствами, свидетельствует о том, что в своих исследованиях авторы, как правило, затрагивают систему гидрораспределения, регулировки параметров удара, оценивают возможность повышения надежности и изредка затрагивают тему ударной волны и геометрии элементов ударных узлов. Оценивают эффективность гидромолота лишь величиной энергии удара бойка, запасенной перед его воздействием на рабочий инструмент.

Более 90 % изученных технических решений включают в себя элементы ударных узлов самой простой геометрической формы – цилиндрической. С точки зрения теории продольного удара [5–6] цилиндрическая форма ударника признана наименее эффективной.

Актуальность темы исследования обусловлена недостаточной изученностью и редким применением теории продольного удара и влияния геометрии ударных узлов в гидравлических машинах ударного действия. Что следует из проведенного системного и критического анализа.

**Заключение.** Повышение производительности машин и механизмов ударного действия невозможно без учета особенностей динамических ударных процессов [7]. Но ни в одной из найденных разработок не ставится и не решается задача повышения эффективности ударного процесса за счет рационализации геометрических параметров элементов ударного узла машины. Что в свою очередь позволит повысить производительность существующих машин, с такими же корпусами и гидравлическими схемами. Процесс создания высокоэффективных гидравлических машин ударного действия требует, уже на стадии проектирования, обеспечения их конкурентоспособности [8]. Это предполагает установление закономерностей строения, развития гидравлических ударных устройств и влияния на их выходные показатели конструктивных параметров основных функциональных элементов [9–11].

Достижение поставленной цели требует проведения теоретических и экспериментальных исследований, включающих в себя:

- исследование механизма взаимодействия рабочего инструмента с разрушаемым материалом;
- определение формы и параметров ударных импульсов, соответствующих стадиям разрушения объекта гидравлическим ударным устройством;
- отыскание условий обеспечения максимальных значений глубины внедрения инструмента и коэффициента передачи энергии ударного импульса с учетом эффекта влияния геометрических параметров ударного узла машины;
- установление возможности реализации ударных свойств бойка криволинейной формы при его исполнении в виде цилиндрического тела;
- оценку прочности поршень-бойков, рабочего инструмента и ударного узла в целом.

Лишь некоторые конкретные сочетания физико-механических свойств обрабатываемого объекта, геометрических параметров инструмента в совокупности с формами, размерами и материалами соударяющихся элементов могут дать максимальный эффект при ударном воздействии на обрабатываемую среду [12]. На этом основании можно сделать вывод, что полученные результаты исследований будут применимы в работах, где используется энергия удара. Результаты должны быть способными значительно повлиять на эффективность работы, как машины, так и процесса в целом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ушаков, Л.С. Гидравлические машины ударного действия / Л.С. Ушаков, Ю.Е. Котылев, В.А. Кравченко. – М.: Машиностроение, 2000. – 416 с.
2. Davidyants M.P., Davidyants G.P. Breaking up unsized material with an impulse hydraulic hammer // *Refractories*. 1973, vol. 13, no. 3–4, pp. 164–167.
3. Жукова Е. В. Историческая ретроспектива исследований проблем теории продольного удара, применительно к машинам технологического назначения / Е. В. Жукова, И.А. Жуков, Л.Б. Подгорных // *Машиностроение*. – 2014. – № 23. – С. 21–34.
4. Жуков И. А. Новые конструктивные решения бойков горных машин ударного действия / И.А. Жуков, Л.Т. Дворников. – North Charleston, USA: CreateSpace, 2015. – 130 с.
5. Болобов, В.И. Закономерности разрушения горной породы единичным ударом / В.И. Болобов [и др.] // *Горное оборудование и электромеханика*. – 2017. – № 6 (133). – С. 43–48.
6. Болобов, В.И. Тхань Бинь. Закономерности разрушения материала ударника при повторяющихся единичных ударах // *Записки Горного института*. – 2018. – Т. 233. – С. 525–533. – DOI: 10.31897/PMI.2018.5.525.
7. Холмский, А.В. К оценке скорости проходки подземных горных выработок с применением гидромолотов / А.В. Холмский // *Маркшейдерия и недропользование*. – 2020. – № 2 (106). – С. 24–31.
8. Баталов А.П., Королев И.А. К вопросу о комплексной оценке технического уровня гидравлических молотов // *Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2017. Сборник научных трудов международной научно-технической конференции*. – СПб.: Петербургский горный университет, 2017. – С. 23–25.
9. Городилов, Л.В. Разработка и создание гидромолотов для исполнительных органов горных и строительных машин / Л.В. Городилов, В.Г. Кудрявцев, О.А. Пашина // *Интерэкспо Гео-Сибирь*. – 2014. – Т. 2, № 4. – С. 145–150.
10. Каманин, Ю.Н. Моделирование разрушения скальных пород гидравлическим устройством ударного действия / Ю.Н. Каманин, Р.А. Ределин, В.А. Кравченко // *Горное оборудование и электромеханика*. – 2017. – № 2 (129). – С. 30–34.
11. Теплякова, А. В. Обзор и анализ технических решений для повышения долговечности и улучшения технологичности элементов ударных узлов бурильных машин / А.В. Теплякова [и др.] // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. – 2022. – № 9. – С. 120–132. – doi.org/10.25018/0236\_1493\_2022\_9\_0\_120.
12. Huang X., Hu G., Meng Q., Zheng X. Development Status of Hydraulic Hammers and Development Trends of Hydraulic Hammers Used in Oil and Gas Well Drilling // *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*. – 2016, vol. 21, pp. 5453–5464.