

На рисунке 4 показаны положения кривошипа и шатуна после соударения ударной массы с инструментом, полученные расчетным путем с учетом коэффициента восстановления скорости. Здесь поведение шатуна аналогично рассмотренному выше случаю. Отличие заключается в том, что здесь кривошип после соударения не меняет направление вращения, так как в этом случае в расчетах не участвуют моменты сил импульса относительно опоры  $O$  и шарнира  $A$ .

В заключении можно сказать что, с помощью уравнений (5-8) можно определить изменения угловой скорости и угла поворота кривошипа и шатуна в момент соударения и после при различных формах кривошипа и бойка.

А с помощью выражений (9-12) можно определить движение звеньев ударного механизма, когда кривошип представляет форму диска масса, которого сосредоточена на оси вращения, а шатун представлен в виде стержня, с сосредоточенной массой на свободном конце.

#### Выводы:

1. Приведенные расчеты показывают на нестабильное поведение ударной массы при выходе на ударную позицию, а следовательно, надежность передачи энергии удара не обеспечивается из-за не жесткого соединения кривошипа и шатуна, имеющие не постоянные скорости вращения в течение одного цикла;

2. Определено, что для устранения этих недостатков необходимо ограничить угол поворота шатуна относительно оси кривошипа после отскока и фиксировать поворот шатуна относительно кривошипа при выходе на периферию вращения. Это можно достичь введением в конструкцию ограничителей вращения шатуна.

#### Список литературы:

1. **Усубалиев, Ж.** Механические ударные механизмы переменной структуры [Текст] / Ж. Усубалиев, К.Т. Эликбаев, Н.Н. Кынатбекова // Машиноведение. – Бишкек: Имаш НАН КР, 2015. - №2. - С. 3-11.
2. **Еремьянц, В.Э.** Расчет ударных процессов в машинах [Текст]: учебное пособие / В.Э. Еремьянц. – Бишкек: КРСУ, 2002. - Часть 3. - 60 с.

Поступила в редакцию: 29.01.2024 г.

УДК 622.23.05

**Усубалиев Ж.**

*к.т.н., г.н.с. Института машиноведения, автоматики и геомеханики НАН КР*

**Эликбаев К.Т.**

*к.т.н., с.н.с. Института машиноведения, автоматики и геомеханики НАН КР*

### ТАБИГЫЙ ТАШТЫ КАЗЫП АЛУУДАГЫ ЖАНА ИШТЕТҮҮДӨГҮ КУРАЛДАР ЖАНА КАРАЖАТТАРДЫ ТАЛДОО

*Бул жумушта изилдөө предмети катары табигый ташты казып алууда жана иштетүүдө колдонулуучу каражаттар эсептелинет. Изилдөөнүн максаты - табигый ташты казып алууда жана иштетүүдө колдонулуучу куралдарды жана каражаттарды талдоо. Табигый ташты казып алуу жана иштетүү үчүн шаймандарды жана каражаттарды талдоо ыкмалары колдонулган. Адамзаттын тарыхында табигый ташты казып алуу жана иштетүү каражаттарынын келип чыгышы жана жаралышы жана адамдардын күнүмдүк жашоосунда таштан жасалган буюмдардын орду жөнүндө кыскача баяндама жасалган. Ташты казып алуу ыкмалары жана алардан буюмдарды жасоо усулдары каралган. Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Машина*

таануу, автоматика жана геомеханика институтунун өлкөнүн кен казуу тармагы үчүн технологияларды жана жабдууларды изилдөө, иштеп чыгуу жана жаратуу жаатындагы жумуштары кыскача чагылдырылган. Биринчи кезекте катуу материалдарды, тааштарды иштетүүнүн инновациялык технологияларына көңүл бурулган. Бул алардын негизги артыкчылыктарын жана колдонуу чөйрөсүн чагылдырат. Кыргызстанда тоо-кен механикасы мектебин өнүктүрүүнүн негиздөөчүлөрү, тоо-кен жумуштары үчүн Ата мекендик техниканын жаратуучулары белгиленген.

**Негизги сөздөр:** алгачкы шаймандар; таштан жасалган буюмдар; бургулоочу жабдуулар; гидравликалык балка; тааш кесүүчү машиналар; гидро-реактивдүү машиналар; электрогидро-импульс тектерин өткөрүү.

## АНАЛИЗ СРЕДСТВ И ОРУДИЙ ДЛЯ ДОБЫЧИ И ОБРАБОТКИ ПРИРОДНОГО КАМНЯ

В данной работе предметом исследования является средства для добычи и обработки природного камня. Цель исследования - анализ орудий и средств для добычи и обработки природного камня. Используются методы обзора и анализа орудий и средств для добычи и обработки природного камня. Проведен краткий обзор возникновения и создания средств добычи и обработки природного камня в истории человечества и место продукции из камня в повседневной жизни людей. Приведены способы добычи камня и изделий из них в зависимости от назначения конечной продукции. Кратко освещена деятельность Института машиноведения, автоматизации и геомеханики Национальной академии наук Кыргызской Республики в области исследования, разработки и создания технологий и оборудования для горнодобывающей отрасли страны. Обращено внимание на инновационные технологии струйной и импульсной обработки твердых материалов, камней в первую очередь. Отражены основные их достоинства и области применения. Отмечены основоположники развития школы горной механики в Кыргызстане - создатели отечественной техники для горного дела.

**Ключевые слова:** первобытные орудия; изделия из камня; буровое оборудование; гидравлический молот; камнерезные машины; гидроструйная технология; электрогидроимпульсная проходка породы.

## ANALYSIS OF TOOLS AND IMPLEMENTS FOR THE EXTRACTION AND PROCESSING OF NATURAL STONE

In this work, the subject of research is the means for the extraction and processing of natural stone. The purpose of the study is to analyze tools and tools for the extraction and processing of natural stone. The methods of review and analysis of tools and tools for the extraction and processing of natural stone were used. A brief overview of the origin and creation of means of extraction and processing of natural stone in the history of mankind and the place of stone products in people's daily lives is given. The methods of extraction of stone and products from them are given, depending on the purpose of the final product. The activities of the Institute of Mechanical Engineering, Automation and Geomechanics of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic in the field of research, development, and creation of technologies and equipment for the mining industry of the country are briefly highlighted. Attention is drawn to the innovative technologies of jet and pulse processing of solid materials, and stones in the first place. Their main advantages and applications are reflected. The founders of the development of the school of mining mechanics in Kyrgyzstan - the creators of domestic mining equipment - are noted.

**Key words:** primitive tools; stone products; drilling equipment; hydraulic hammer; stone-cutting machines; hydrojet technology; electrohydroimpulse rock sinking.

Добычей природного камня и производством изделий из него человечество занимается практически на протяжении своего существования, это около 2,6 – 2,8 млн. лет назад в эпоху палеолита (древний каменный век). Камень и его обработка сыграли значительную роль в эволюции человека и развитии цивилизаций. Вначале это были примитивные орудия труда такие, как: чопперы или чоппинги, рубила, кливеры, каменные топоры, скребки, наконечники для стрел и копий (рисунки 1) [1, 2].

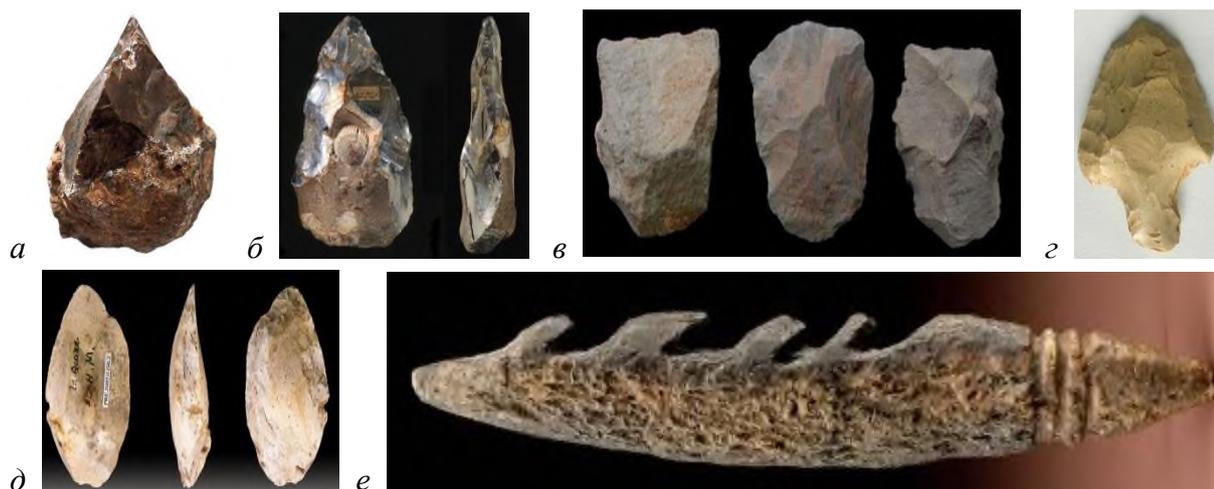


Рисунок 1 – Первобытные каменные орудия эпохи палеолита:

*a* – чоппер; *б* – рубило; *в* – кливер; *г* – наконечник стрелы; *д* – скребок; *е* – костяной гарпун с каменными микролитами

В эпоху неолита (VIII - III тыс. л. до н.э.) зарождается производящее хозяйство - земледелие и скотоводство, изобретение керамической посуды, распространение ткачества люди стали создавать усовершенствованные орудия такие как: жернова, ступы, серпы, мотыги и т.д. (рисунок 2).



Рисунок 2 - Каменные орудия эпохи неолита:

*a* - каменные орудия; *б* – сельхозорудия; *в* – жернова; *г* - водяная мельница

С развитием цивилизации с момента возникновения металлических орудий труда инструменты из камня потеряли свою актуальность, в виду ненадежности и недолговечности, и использование природного камня свелось в основном строительству жилищ, дворцов, храмов, дорог и акведуков из гранита, базальта и других прочных пород камней как долговечных и надежных. Использование же мрамора, ракушечника, травертина и др. менее ценных пород камней были использованы для отделки фасадов и внутренних поверхностей зданий и художественного оформления садов и парков.

Драгоценные минералы и ценные породы камней, такие как: малахит, рубин, нефрит и другие стали применять для изготовления изделий художественно-эстетического характера таких как: вазы, чаши, статуи, различные украшения и т.д. (рисунок 3).



Рисунок 3 – Колонны храмов и декоративные изделия из камня:

*а* - внутренняя отделка храма; *б* – колонны; *в* – ваза; *г* – чаша; *д* – статуи; *е* – кулоны;  
*ж* – кольца; *з* – ожерелье; *и* - сувениры

В настоящее время изделия из природного камня включают широкий спектр продукции: облицовочные плитки, плитки под рваный камень, брусчатка, бордюрный камень, столешницы, раковины и различные художественные изделия (рисунок 4), к которым предъявляются как эксплуатационные требования, так и художественно-эстетические.

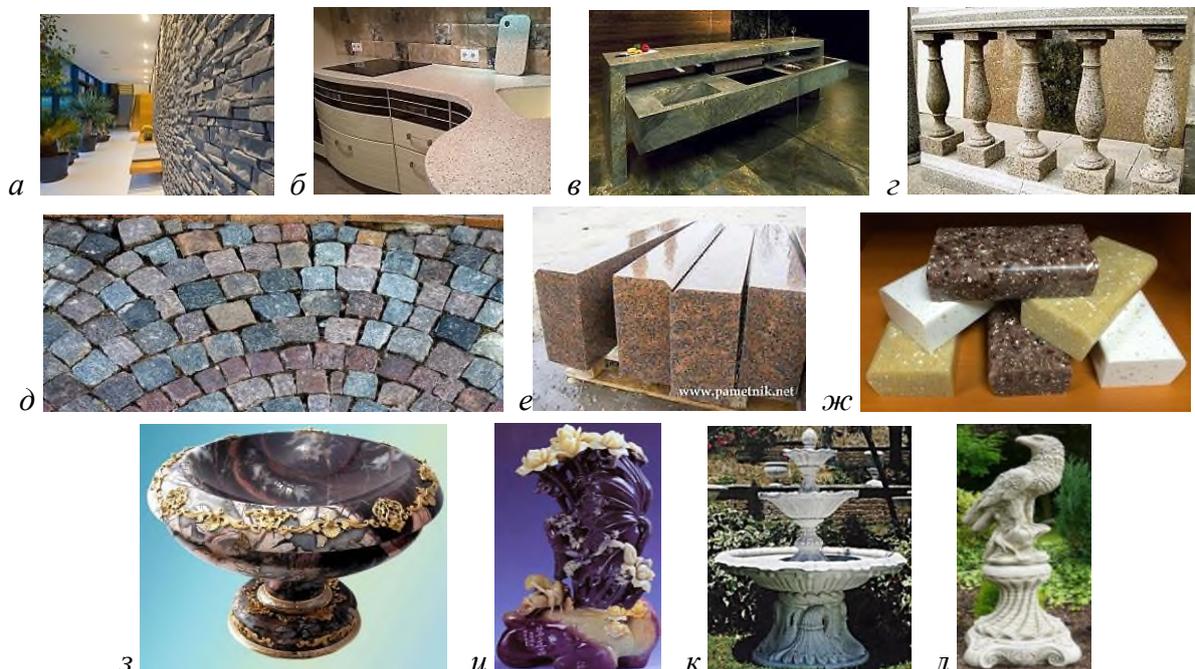


Рисунок 4 – Современные изделия из природного камня:

*а* - рваный камень; *б* – столешница; *в* – раковина; *г* – балясины; *д* – брусчатка;  
*е* - бордюрный камень; *ж* - плитка облицовочная; *з* – чаша; *и* – ваза; *к* – фонтан;  
*л* - парковое украшение.

На основании вышеизложенного, можно отметить, что изделия из камня заняли прочное место в повседневной жизни человека в качестве зданий, сооружений, дорог, художественно-

прикладных предметов и т.д. В связи с этим добыча и переработка природных камней остается актуальным в развитии современного общества, соответственно данный аспект заставляет создавать технику и технологии по добыче и переработке каменного сырья, отвечающих высоким требованиям качества и надежности.

В настоящее время в горном деле по добыче природных камней широко распространены буровой, буровзрывной, буроклиновой, камнерезный способы и способ закачки воздуха в отверстия, гидромеханическим способом (вода, подаваемая под большим давлением) [3,5,6,7,8,9].

Для производства строительных материалов (щебень, гравий) разрушение пластов породы производится взрывами, с последующим их дроблением, когда потеря бывает гораздо больше, но затраты на эти способы добычи минимальные.

Для производства штучных изделий из камней применяют щадящие технологии такие как: обуривание, откол, резание, распиловка, гидроструйное резание и др. Камнерезный способ является самым дорогостоящим, но сохраняющим сырьё в первозданном виде, при его использовании отмечается самое низкое количество потерь материала и высокое качество конечного продукта.

В Кыргызстане, ещё в Советские годы, были разведаны и открыты свыше 163 месторождений гранита, мрамора, ракушечника и др. ценных видов камней, была налажена промышленная добыча блоков камня на 3 карьерах, построены 2 завода по обработке камня на севере и юге страны, которые выпускали облицовочные изделия. Кыргызстан занимал одно из ведущих мест в данной отрасли. К сожалению, распад СССР привел камнедобывающую промышленность республики к катастрофическому положению, предприятия отрасли пришли в упадок, а некоторые из них прекратили свое существование [6].

В последние годы в Кыргызстане наблюдается интенсивный рост строительства, как промышленного, так и гражданского, для облагораживания улиц, парков и площадей всё шире применяются изделия из природных камней, отличающихся долговечностью, экологичностью и, с точки зрения художественной эстетики, наличием широкой цветовой гаммы. Обеспечение высококачественными и недорогими стройматериалами из местного каменного сырья невозможно без применения новейшей технологии и техники.

Поэтому изучение и создание материало- и энергосберегающего отечественного оборудования для горнодобывающей отрасли, гидротехнического, промышленного и гражданского строительства республики, основанных на использовании энергии сжатой воды и технологии гидроструйной резки, обладающих многими преимуществами и широким спектром применения, является как никогда актуальным и перспективным направлением.

Разработкой технологий и оборудования для горного дела в нашей республике начинали заниматься ещё во второй половине прошлого столетия. В 1965 году в составе Института физики и механики горных пород был создан Отдел научных основ комплексной механизации и автоматизации буровой техники для проведения фундаментальных исследований в областях механики и горного машиноведения под руководством академика Алимова Олега Дмитриевича. В 1970 г. коллектив отдела был переведен в Институт автоматики АН Киргизской ССР и преобразован в Отдел механики и горного машиноведения, которым с 1975 по 1990 гг. руководил профессор Мамасаидов Махаммаджан Ташалиевич. На базе отдела в 1988 г. был создан Научно-инженерный центр (НИЦ) “Импульс” Института автоматики. В 1990 году НИЦ “Импульс” приобрел статус самостоятельного подразделения Академии наук Киргизской ССР. В 1992 г. Научно-инженерный центр “Импульс” был преобразован в Институт машиноведения.

За время существования Института были созданы такие машины, как станки для бурения скважин малого диаметра БСМ-1 (1970), АНКЛ-1 (1973), Веер-1 (1972), универсальный буровой агрегат УБА и УБА-1 «Аскатеш» (1976, 1978), отбойный агрегат с гидравлическим молотом типа «Импульс 4-50 М» (1975), грунтозаборное устройство для космического аппарата «Луна 24» (1976).

Весьма существенные результаты получены при разработке научно-методических основ создания буровых автоматов-информаторов для межпланетной станции «Луна-24», обеспечивающих осуществление операции бурения скважины и получение информации о строении неземных объектов. За эти работы в научному руководителю Института О.Д. Алимову, группе ученых во главе с академиком Фроловым А.В., профессором Манжосовым В.К. были присуждены государственные премии СССР и Киргизской ССР.

Работы по созданию буровых автоматов-информаторов для эксплуатации в экстремальных условиях без присутствия оператора были реализованные при проведении уникальных научных экспериментов «Венера 13,14» и «Вега» (рисунок 5).



Рисунок 5 – Бурильные установки, созданные в Институте машиноведения, автоматике и геомеханики НАН КР:

*а* - грунтозаборное устройство; *б* - установка БМ 25; *в* - установка УБА;  
*г* - комплекс КБ-76; *д* - станок ВЕЕР- 1БМ; *е* - установка для бурения шпуров БМ 18; *ж* - переносная установка ПБУ-100

В начале 1980-х годов были созданы: типоразмерный ряд многофункциональных бурильных установок типа УБШ и БМ для угольной, горнорудной и строительной промышленности; типоразмерный ряд гидравлических молотов «Импульс» с энергией удара от 200 до 6000 Дж; гидравлический виброударный станок СГУ-2; мобильные цепные камнерезные машины ЦКМ-1 и ЦКМ-2; передвижная гидроклиновое установка ПГУ-1 для направленного раскола камня; установка строчечного бурения УБМ; типоразмерный ряд камнекольных прессов с адаптивными рабочими органами типа ПКА-3000, ПКА-800, ПКА-400 (рисунок 6).

Также были разработаны и созданы ручные механические и электромеханические перфораторы и отбойные молотки с ударным узлом на основе механизма переменной

структуры; станки для резки керна и камня. На опытном производстве института изготавливаются как отдельные макетные образцы, так и небольшие серии разрабатываемой лабораториями новейшей техники и реализуются предприятиям в нашей республике и за рубежом (рисунок 6).

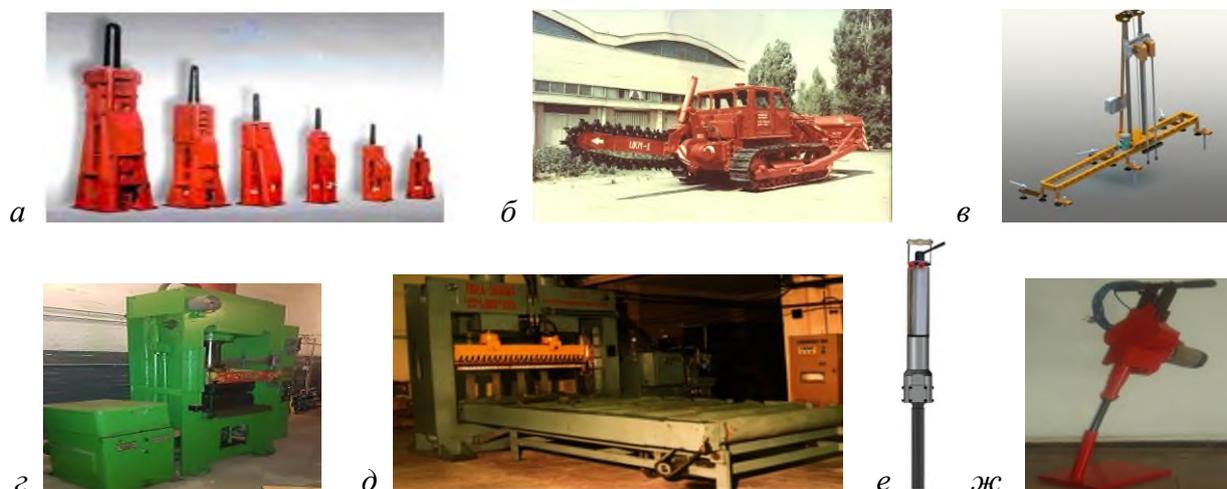


Рисунок 6 – Горное оборудование, созданное в Институте машиноведения, автоматике и геомеханики НАН КР:

*а* - гидравлические молоты «Импульс»; *б* - камнерезная машина ЦКМ; *в* - установка строчечного бурения УБМ; *г* - камнекольный пресс ПКА-800; *д* - камнекольный пресс ПКА-3000; *е* - гидроклиновья установка; *ж* - ручная ударная машина

В научную и научно-организационную работу института большой вклад вносили: академик Джуматаев М.С., член-корр. НАН КР Абдраимов С., доктора наук Ураимов М., Султаналиев Б.С., Абдраимов Э.С., профессор Усубалиев Ж., кандидаты наук Квитко С.И., Анохин А.В., Васильев В.Б. и др.

В настоящее время НИР по технологии и созданию машин для добычи и обработки природного камня ведутся: в лаборатории «Камнедобывающие комплексы» Института машиноведения, автоматике и геомеханики НАН КР (науч. рук., проф. Ж.Усубалиев, зав. лаб., к.т.н. Эликбаев К.Т.); в НИЦ «Природный камень» КУМУ им. Б. Сыдыкова (науч. рук., академик НАН КР М.Т. Мамасаидов и д.т.н. М.М. Исманов); в лаб. «Природный камень и техногенное сырье» ИПР им. А.С. Джаманбаева ЮО НАН КР [3-9].

Начиная с 2000 года в лаборатории «Камнедобывающие комплексы» Института машиноведения, автоматике и геомеханики НАН КР, уделяют большое внимание современным инновационным щадящим технологиям отделения блока камня от массива, таким как гидроструйное и гидроабразивное резание твердых материалов и разработке оборудования для этих технологий отечественного производства (рисунок 7, *а*) [9]. В последние годы представляет повышенный интерес исследования и разработки технологии безвзрывной проходки, основанной на так называемом эффекте Юткина, когда для разрушения породы используется энергия паровоздушной смеси [7]. Суть, которой заключается в мгновенном превращении ограниченного объема воды в паровоздушную смесь очень высокого давления, за счет пропускания через неё высоковольтного электрического разряда (рисунок 7, *б*).



Рисунок 7 – Струйная технология разрушения твердых материалов:

*a* - гидроабразивная резка; *б* - схема электро-гидроимпульсного разрушения породы

Достоинствами гидроструйного и гидроабразивного резания твердых материалов является передача энергии от источника до зоны обработки без жесткой кинематической цепи, режущим инструментом является рабочая жидкость (смесь), что не требует дорогостоящих инструментов, отсутствие реактивных сил на саму машину способствует обеспечению надежности и долговечности. Не маловажным преимуществом этих технологий является их технологическая гибкость, возможность автоматизирования и компьютерного управления процессом резания, а также широкий диапазон выполняемых операций (обработка плоскостей, отверстий, поверхностей сложной формы и т.д.). Область применения технологии гидроструйной обработки материалов весьма широк, начиная от медицины, приборо- и машиностроения до строительства и горной отрасли [8].

Электрогидроимпульсный способ проходки породы (рисунок 7, *б*), основанный на использовании энергии ударной волны сжатой паровоздушной смеси также не имеет непосредственного контакта снаряда с обрабатываемой средой, что не отражается отрицательно на работоспособности и долговечности оборудования. При относительно не больших энергозатратах оборудование для электрогидроимпульсных технологий способно развивать значительные давления (до 1000 МПа) на поверхности обработки.

На основе вышеизложенного можно сказать, что развитие техники и технологии по добыче и обработке камней, начиная с примитивного каменного топора до современных камнедобывающих и обрабатывающих комплексов продолжает совершенствоваться в зависимости от требований потребительского рынка. В этом процессе коллектив Института машиноведения, автоматики и геомеханики не остается в стороне, и продолжает развивать теоретические основы и практическое применение технологий и техники для горного дела.

### Выводы:

1. Проведен краткий обзор возникновения и создания средств добычи, и обработки природного камня в истории человечества, и место продукции из камня в повседневной жизни людей. Приведены способы добычи камня и получения изделий из них в зависимости от назначения конечной продукции;

2. Освещена деятельность Института машиноведения, автоматики и геомеханики Национальной академии наук Кыргызской Республики в области исследования, разработки и создания технологий и оборудования для горнодобывающей отрасли страны. Обращено внимание на инновационные технологии струйной и импульсной обработки твердых материалов, камней в первую очередь. Отражены основные их достоинства и области применения. Отмечены основоположники развития школы горной механики в Кыргызстане - создатели отечественной техники для горного дела.

**Список литературы:**

1. **Колосов, А.В.** Каменные изделия первобытной эпохи [Текст]: пособие / А.В. Колосов. - Могилев: МГУ имени А. А. Кулешова, 2019. - 140 с.
2. Человек и камень. История каменных орудий от чоппера до макуайтля [Электронный ресурс]. - Клуб Рационалистов, 2023. - Режим доступа: <https://dzen.ru/a/ZVR9lJ3mTT4clVA> Дата посещения: 7.03.2024 г.
3. **Исманов, М.М.** Анализ технологий отделения блоков природного камня от массива путем резания [Текст] / М.М. Исманов // Наука. Образование. Техника. - Ош: КУУ, 2012. - № 3,4. - С. 58 - 65.
4. **Мендекеев, Р.А.** Мировой рынок природного камня, становление и развитие камнедобывающей и камнеобрабатывающей промышленности Кыргызской Республики на современном этапе [Текст] / Р.А. Мендекеев // Известия ОшТУ. - Ош: ОшТУ, 2023. - №2. - С. 237 - 247.
5. **Исманов, М.М.** Современное состояние эксплуатации месторождений природного камня в Кыргызской Республике [Текст] / М.М. Исманов // Инженер. - Бишкек: ИА КР, 2023. - №26. - С. 17 - 25.
6. **Исманов, М.М.** Анализ конструкций режущих алмазных канатов [Текст] / М.М. Исманов, Б. Усон кызы // Наука. Образование. Техника. - Ош: КУУ, 2013. - № 1. - С. 71 - 77.
7. **Исманов, М.М.** Разработка динамической модели и получение уравнений движения алмазно-канатной машины АКМ-1 [Текст] / М.М. Исманов // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. - Екатеринбург: УГГУ, 2016. - № 5. - С. 60 - 69.
8. **Эликбаев, К.Т.** Обоснование параметров водоструйной машины для обработки материалов [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.05.06 / К.Т. Эликбаев. - Бишкек, 2013. - 129 с.
9. **Юткин, Л.А.** Электродинамический эффект и его применение в промышленности [Текст] / Л.А. Юткин. - Л.: Машиностроение, 1986. - 253 с.
10. Гидроабразивная резка - виды и принцип работы, используемые технологии [Электронный ресурс]. - Москва, 2023. - Режим доступа: <https://www.profbau.ru/blog/gidroabrazivnaya-rezka> Дата посещения: 14.03.2024 г.

Поступила в редакцию: 29.01.2024 г.

**УДК 621.31**

**Пакирдинов Р.Р.**

*к.т.н., доц. Ошского технолог. университета им. М.М. Адышева, Кыргызская Республика*

**Абсамат к. Г.**

*преп. Ошского технологического универ. им. М.М. Адышева, Кыргызская Республика*

**Чынгызбек к. З.**

*преп. Ошского технологического универ. им. М.М. Адышева, Кыргызская Республика*

**Тенгизбаева Н.Т.**

*преп. Ошского технологического универ. им. М.М. Адышева, Кыргызская Республика*

**Абдыразакова С.Б.**

*преп. Ошского технологического универ. им. М.М. Адышева, Кыргызская Республика*

**БӨЛҮШТҮРҮҮЧҮ ТҮЗҮЛҮШТӨРДҮН ЖАБДЫКТАРЫН ТАНДООДОГУ ОШ  
ЖЫЛУУЛУК ЭЛЕКТР БОРБОРУН МОДЕРНИЗАЦИЯЛООНУН  
МАТЕМАТИКАЛЫК МОДЕЛИ**

*Бул жумушта Ош жылуулук электр борборун модернизациялоо жана кыска туташууларды эсептөөнүн негизинде инженердик эсептөөлөр жана жабдууларды тандоо жараяны изилдөөнүн предмети болуп эсептелинет. Бөлүштүрүүчү түзүлүштөрдүн жабдыктарын тандоодогу Ош жылуулук электр борборун модернизациялоонун математикалык модели иштеп чыгуу изилдөөнүн максаты болуп эсептелинет. Маселени чечүү үчүн төмөндөгү эки усул колдонулган: структуралык схеманын техникалык мүмкүн болгон варианттарын түзүү жана ишенимдүүлүктү эске алуу менен ылайыктуусун негиздүү тандоо; техникалык-экономикалык көрсөткүчтөрдүн негизинде эсептөөлөрдү жана салыштырууларды колдонуу менен жылуулук электр станцияларынын жаңы*