

УДК 622.23.05

СОККУ ЫКМАСЫ МЕНЕН ТОО ТУЛКУСУНАН ТАШТЫН ИРИ БӨЛҮГҮН БӨЛҮП АЛУУЧУ УРГУ- ШЫНАА ШАЙМАНЫНЫН ӨБӨЛГӨЛӨРҮН ИШТЕП ЧЫГАРУУ

ПРЕДПОСЫЛКИ К РАЗРАБОТКЕ УДАРНО-КЛИНО- ВОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ БЛОКА КАМНЯ ОТ МАССИВА УДАРНЫМ СПОСОБОМ

PREREQUISITES FOR THE DEVELOPMENT OF A SHOCK-WEDGE DEVICE FOR SEPARATING A BLOCK OF STONE FROM AN ARRAY BY AN IMPACT METHOD

К. Т. Эликбаев, Н. Н. Кынатбекова

K. T. Elikbaev, N. N. Kynatbekova

Бул макалада табигый ири ташты тоо тулкусунан бөлүп алууда аны бөлүү учурундагы жүктөөнүн ар кандай жолдору каралат. Бул жерде жөнөкөй бөлүү ыкмасынан баштап, кол шынаалардан механикалаштырылган ыкмага чейин, татаал шаймандар колдонулат. Ошондой эле аткаруучу мүчөлөрдү статикалык жана динамикалык жүктөө ыкмалары (шынаалар, керүүчү жаак) каралат. Куралдардын жана шаймандардын түзүлүштөрү ар кандай бөлүү ыкмаларында каралды. Бул жолдордун артыкчылыктары жана кемчиликтери аныкталды. Жогорудагы талдоонун негизинде катуу материалды кайра иштетүү жана тоо тулкусунан ири ташты бөлүү үчүн ургу-шынаа шайманынын варианты негизделип жана тандалып алынган. Иштеткичи динамикалык байланыштуу түзүмү өзгөрүлмө ургу механизмин жана аткаруу мүчөсү гидравликалык шынааны айкалыштырган, ургу-шынаа шайманынын принципиалдуу сөлөкөтү иштелип чыкты.

В данной статье рассматриваются различные способы нагружения при добыче блока природного камня во время его отделения от массива расколом. Здесь описаны варианты от простейшего способа раскола, где применяются ручные клинья, до механизированного способа, при котором используются более сложные устройства. Рассмотрены конструкции инструментов и устройств при различных способах откола. Выявлены достоинства и недостатки этих способов. На основании анализа вышеизложенного обоснован и выбран вариант ударно-клинового устройства для от-

деления блока камня от массива расколом и обработки твердого материала. Разработана принципиальная схема ударно-клинового устройства, совмещающая привод ударного механизма переменной структуры с динамической связью и исполнительный орган гидравлического клина.

This article discusses various ways of loading during the extraction of a block of natural stone during its separation from the array by splitting. Here we consider options from the simplest method of splitting, where manual wedges are used to a mechanized method, in which more complex devices are used. The designs of tools and devices with various methods of splitting are considered. The advantages and disadvantages of these methods are revealed. Based on the analysis of the above, the variant of the impact wedge device for separating the block of stone from the array by splitting and processing solid material is justified and selected. A schematic diagram of a shock-wedge device has been developed, combining a drive of a variable structure impact mechanism with dynamic coupling and an executive body of a hydraulic wedge.

Түйүн сөздөр: ири таш; ургуу механизм; түзүлүш; шынаа; көзөнөк; динамикалык жүктөө; төгүлмө материал; өзөк; керүүчү жаак; ургуу.

Ключевые слова: блок камня; ударный механизм; устройство; клин; штур; динамическое нагружение; сыпучий материал; стержень; раздвижная щека; боек.

Keywords: stone block; impact mechanism; device; wedge; hole; dynamic loading; bulk material; rod; sliding cheek; firing pin.

Природный камень привлекает внимание человечества благодаря высокой крепости и долговечности, стойкости к влажности, износостойкости, экологичности и исключительной декоративности. Имея такие прекрасные качества, он во все времена признавался весьма ценным строительным и облицовочным материалом, применяющимся в архитектуре, строительстве, дизайне зданий, площадей и т.д.

Кыргызская Республика обладает большими месторождениями разнообразных природных камней. Но добыча их ведется медленными темпами. Одной из причин этого является отсутствие высокопроизводительной и доступной техники на карьерах. Основным сырьем для изготовления изделий из камня являются блоки камня. А основными условиями эффективности добычи блочного камня являются сохранение его монолитности, обеспечение правильной парал-

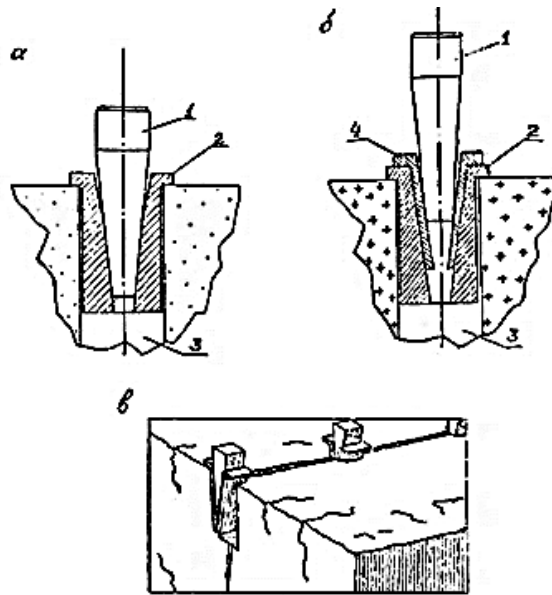
лелепипедной формы выкалываемых блоков с минимальными неровностями на гранях, а также предохранение разрабатываемого массива от образования в нем трещин, так как нарушение монолитности камня при добыче резко снижает его качество. По этой причине в карьерах по добыче блочного камня экономически целесообразно применять те способы отделения камня от массива, которые обеспечивают наивысший выход качественной продукции.

В карьерах используются разные способы отделения блока камня от массива: буровой, ударно-врубовой, клиновой, буроклиновой, добыча блоков канатными пилами и т.д. Чаще других используется буроклиновой способ, при котором отделяемый объем камня обустраивается по контуру перфораторами и в полученные отверстия (шпуры) вводятся гидравлические или механические клинья [1].

В данной статье рассматривается отделение блока камня от массива буроклиновым способом, при котором совмещено ударно-клиновое раскалывание камня, т.е. в качестве привода используется ударный механизм, а в качестве инструмента – клиновое устройство.

С древних времен до появления механизированных инструментов добыча природного камня осуществлялась вручную с применением различного рода клиньев. Наиболее распространенным является откол камня с размещением клиньев в подготовленных шпурах, так как это позволяет использовать клинья с вспомогательными щечками, обеспечивающими хорошую направленность линии раскола (рисунок 1) [2].

Иногда практикуют размещение клиньев в специальных гнездах. При этом сначала кувалдой со съемным наконечником в виде шпунта (можно скарпели) насекают по линии намечаемого откола борозду глубиной 10 – 15 мм, после чего в ней через 150 – 200 мм с помощью скарпеля или пазовика делают конические гнезда глубиной 40 – 60 мм. Ударом кувалдой в гнездо забивают простые клинья длиной до 100 мм. Хрупкие породы можно раскалывать и без проходки борозды.



1 – клин; 2 – щечки; 3 – шпур; 4 – вспомогательные щечки.

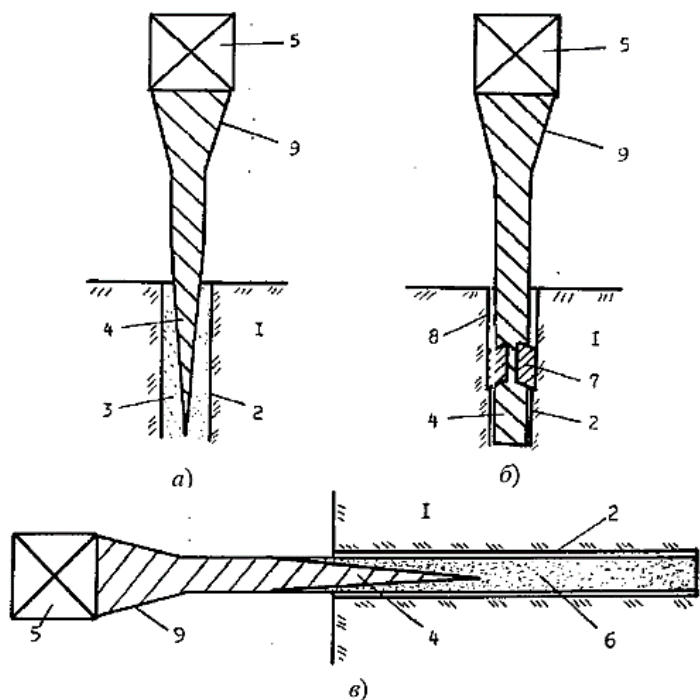
Рисунок 1 – Конструкции ручных клиньев: а – простые клинья; б – клинья со вспомогательными щечками; в – сложный клин

Применение этого способа характеризуется большой трудоемкостью, затратой физических сил рабочих и малой производительностью.

Несмотря на высокую трудоемкость этого способа с использованием ручных клиньев, он для ряда отечественных и других карьеров, особенно малых по производительности, является до настоящего времени основным, так как не требует дорогостоящих машин и механизмов и обеспечивает требуемое качество блоков [2].

Один из возможных вариантов реализации принципа отделения блоков горных пород ударными нагрузками является разрушение горной породы путём заполнения шпура сыпучим материалом, в который внедряют клин (рисунок 2) [3].

Горизонтальные или восстающие шпуры заполняют сыпучим материалом (песок) (рисунок 2 а) или вставляют заранее подготовленные стержни из сыпучего материала, цементированные



1 – горная порода; 2 – шпур; 3 – сыпучий материал; 4 – клин;
 5 – ударный механизм; 6 – стержень; 7 – твёрдосплавные вставки;
 8 – бороздки; 9 – конус.

Рисунок 2 – Схема разрушения горной породы ударными нагрузками через сыпучий материал в шпуре

алебастром или другими связующими материалами (рисунок 2 в). Затем в них вставляются клинья, к которым прикладывают последовательно ударную нагрузку. В результате чего сыпучий материал оказывает расклинивающее действие на стенки шпура, что приводит к разрушению камня. Для повышения эффективности разрушения применяется дополнительный инструмент в виде клина, снабженный твердосплавными вставками, создающими бороздки (концентраторы напряжений) внутри шпура, способствующие образованию трещины в теле разрушаемого материала по намеченной линии раскола при меньших сообщаемых нагрузках (рисунок 2 б).

Достоинством данного принципа разрушения горной породы внедрением клина в шпур является: доступность сыпучего материала; простота обслуживания; дешевизна используемого инструмента.

Также одним из достоинств этого способа является возможность использования в качестве источника ударных нагрузок как простого ручного инструмента (молоток, кувалда), так и механизированного ударного механизма. Недостатком данного принципа является возможность образования микротрещин произвольной ориентации, ведущей к снижению качества монолитности породы при получении изделий из камня.

Еще одним способом отделения блока камня от массива является ударно-клиновой способ, при котором отделяемый блок оконтуривают неглубокими шпурами по намеченной линии отделения [4]. В устье каждого шпура размещают клин. Затем одним из вышеуказанных инструментов наносят удары одновременно по всем клиньям или поочередно. После выдержки $0,4 \div 2,0$ ч цикл ударного нагружения клиньев повторяют с внедрением клиньев глубже при большей нагрузке. При таком порядке нагружения разрушение пород осуществляется за счет доведения материала до критического состояния, т.е. путем исчерпания их длительной прочности (долговечности) [4].

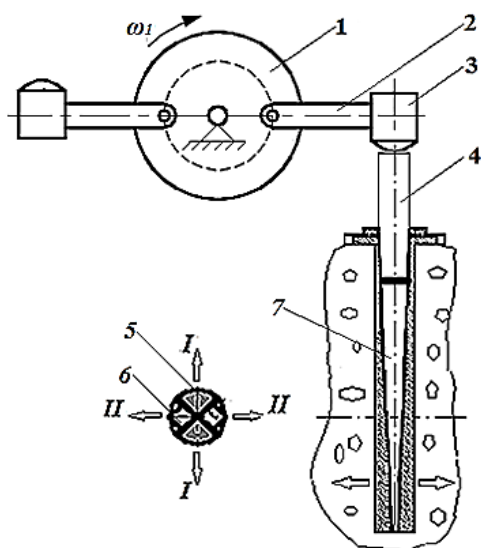
Из патентного и литературного поиска не было выявлено каких-либо конструктивных схем устройств ударного нагружения раскалывающих клиновых устройств, кроме предлагаемого способа ударного нагружения клиньев, изложенного в работе [4].

Обоснование выбранного варианта ударно-клинового устройства для обработки твердого материала

В предыдущие годы сотрудниками лаборатории камнедобывающих комплексов Института машиноведения и автоматики НАН КР были проведены научно-исследовательские работы по изучению и созданию ударного механизма переменной структуры с динамической связью, с энергией удара до 50 Дж и частотой вращения ротора 750 об/мин., имеющей две ударные массы [5]. А также были проведены исследования по изучению и созданию гидроклинового устройства для отделения блока камня от массива буроклиновым способом при статическом нагружении [6].

На основании опыта работы предыдущих лет возникла идея создания ударно-клинового устройства с использованием в качестве

привода ударный механизм переменной структуры (МПС) с динамической связью, а исполнительного органа – вставную часть гидравлического клина, принципиальная схема которого представлена на рисунке 3. Данное устройство состоит из кривошипа, выполненного в виде ротора 1, шатуна 2, ударной массы 3, волновода 4, основных раздвижных щек 5, дополнительных раздвижных щек 6 и клина 7.



1 – ротор; 2 – шатун; 3 – ударная масса; 4 – волновод; 5 – основные раздвижные щеки; 6 – дополнительные раздвижные щеки; 7 – клин

Рисунок 3 – Ударно-клиновое устройство

Смысл идеи заключается в обеспечении направленного раскола камня при применении ударного нагружения раскалывающего клина.

Принцип работы ударно-клинового устройства заключается в следующем. Закладная (клиновья) часть устройства вставляется в заранее пробуренные шпуры, причем ориентированно так, чтобы движение основных щек было направлено перпендикулярно линии раскола (I-I), а дополнительные щеки соответственно по намечен-

ной линии раскола (II-II). Ротор 1 приводится в движение либо электродвигателем, либо гидромотором. При вращении ротора 1 (представляющий собой маховик) свободный конец шатуна 2, на котором сосредоточена ударная масса, под действием сил инерции стремится к периферии окружности вращения (т.е. выстраивается в одну линию с кривошипом) и ударной массой 3 наносит удар по волноводу 4. В свою очередь волновод 4 приводит в поступательное движение клина 7. Клин 7, перемещаясь вдоль оси, одновременно приводит в поперечное (радиальное) движение основные и дополнительные щеки 5 и

б, последние имеют призматическую форму рабочей поверхности. После выборки зазора между поверхностями щек и шпура возникает напряжение сжатия на соприкасаемых поверхностях материала, причем дополнительные щеки б, внедряясь в тело материала, создают концентрацию напряжений сжатия на всю глубину шпура по линии намечаемого раскола.

Выводы

Из вышерассмотренных материалов можно сказать, что традиционно для раскола камня динамическим нагружением использовались ручные клинья, а с развитием горной техники для выполнения таких задач нашли применение гидравлические клинья, основанные на статическом нагружении раскалывающего клина. В данной работе предпринята попытка разработки принципиальной схемы, в которой в качестве привода инструмента использован ударный механизм переменной структуры с динамической связью, а в качестве рабочего органа использован гидравлический клин.

Литература

1. Вырезка блоков. Буроклиновой способ. <http://www.bibliotekar.ru/5-0-stroymaterialy/72.htm>. Дата обращения 01.04.2021.
2. Карасаев Ю.Г., Бакка Н.Т. Природный камень. Добыча блочного и стенового камня./ Учеб. пособие // Ю.Г. Карасаев, Н. Т. Бакка – СПб.: Санкт-Петербургский горный институт, 1997. – 428 с.
3. Разрушение горных пород ударной нагрузкой через сыпучий материал. <https://cyberleninka.ru/article/n/razrushenie-gornyh-porod-udarnoy-nagruzkoy-cherez-sypuchiy-material-v-shpure/viewer>. Дата обращения 23.05.2021.
4. Способ отбойки блоков природного камня: а. с. 1270325 СССР, кл. Е 21 С 37/02/ А. Векслер, А. М. Манучаров, А. М. Абрамян, М. Н. Тлеугалиев; Карагандинский политехнический институт и Степанакертский комбинат строительных

- материалов. - № 1004635; заяв. 06.11.1984; опубл. 15.11.1986 // Открытия. Изобрет. – 1986. – № 42. – С. 2.
5. Усубалиев Ж., Эликбаев К.Т., Кынатбекова Н.Н. Ударный механизм переменной структуры с динамической связью // Машиноведение № 2 (4). –2016. –Имаш НАН КР. – С.3 – 16.
6. Усубалиев Ж., Эликбаев К.Т., Райымбабаев Т.О. Обзор конструкций гидравлических клиновых устройств для отделения блока камня от массива // Машиноведение № 1(13). – 2021. Имаш НАН КР. – С. 52 – 64.