

2000 0000

ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ НАН КР

632

На правах рукописи  
УДК 622.233; 621.01

КАДЫРКУЛОВ АДЫЛБЕК КОЗУБЕКОВИЧ

БУРОУДАРНЫЙ СПОСОБ ОТДЕЛЕНИЯ БЛОКОВ КАМНЯ  
ПЕРФОРАТОРАМИ С УДАРНЫМ МЕХАНИЗМОМ ПЕРЕМЕННОЙ  
СТРУКТУРЫ

Специальности: 05.05.06 – «Горные машины»,  
05.02.18 – «Теория механизмов и машин»

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Бишкек 2002

Работа выполнена в Инженерной академии Кыргызской Республики, Институте машиноведения НАН КР и Кыргызско – Узбекском университете

#### Научные руководители:

Академик МИА,  
заслуженный изобретатель,  
доктор технических наук,  
профессор  
С. Абдраимов

Академик,  
заслуженный деятель науки,  
доктор технических наук,  
профессор  
М.Т. Мамасаидов

#### Официальные оппоненты:

Член-корр. Инженерной академии КР,  
доктор технических наук

Ю.М. Сосновский

Акад. советник Инженерной академии КР,  
кандидат технических наук

Д.К. Аканов

#### Ведущие организации:

Институт физики и механики горных пород Национальной академии наук Кыргызской Республики

Межотраслевой научно-технологический центр «Машиностроение» Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан (г. Алматы)

Защита состоится «21» февраля 2003 г. в 14<sup>00</sup> ч. на заседании Диссертационного совета Д.05.02.182 при Инженерной академии и Институте машиноведения Национальной академии Наук Кыргызской Республики, г. Бишкек, ул. Скрябина, 23.

С диссертацией можно ознакомиться в архивах Инженерной академии КР и Института машиноведения НАН Кыргызской Республики.

Ваши отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью, просим направлять по адресу: 720055, г. Бишкек, ул. Скрябина, 23, Институт машиноведения НАН КР, Диссертационный совет.

Автореферат разослан «9» января 2003г.

Ученый секретарь Диссертационного совета Д.05.02.182 к.т.н., с.н.с.



А.О. Абидов

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Одним из прогрессивных способов при отделении блоков твердых и абразивных природных камней (кварцит, гранит, диорит, сиенит, лабрадорит, габбро, базальт, диабаз, андезит и др.) от массива является технологический процесс направленного откола, который осуществляется двумя последовательно выполняемыми технологическими операциями: оконтуривания и отбойки. Процесс оконтуривания представляет собой выбуривание ряда шпуров по контуру извлекаемого блока камня, и она осуществляется с помощью установок строчечного бурения, а процесс отбойки направлен на отрыв блока от массива по этим выбуренным шпурам, выполняемый следующими способами: буровой, клиновой, взрывной, растворный, электрофизический и комбинированный. Кроме того, на карьерах США блоки из твердых и абразивных камней от массива отделяются методом сплошного бурения, а в Германии (предприятием Думец–Тумиц) отделяются сплошным щелеобразованием, где используются ударно врубовые машины. Станок аналогичного действия, предназначенный для разделки блоков, был создан в Научно- инженерном центре «Импульс» АН Кыргызской Республики. Также известен при отборе проб из месторождений природного камня ударный способ щелеобразования, который получил промышленное развитие в Институте машиноведения НАН КР, где вместо зубчатого долота предлагается специальный ударный инструмент.

Из вышеизложенного следует, технологический процесс отделения блоков камня от массива направленным отколом характеризуется множеством способов. Некоторые из этих способов, несмотря на свою технологичность и доступность, имеют резервы совершенствования. В связи с этим исследования и совершенствования технологического процесса отделения блоков камня от массива направленным отколом и создание к нему высокоэффективной техники является актуальной задачей.

**Основная идея работы** заключается: в изучении и установлении взаимосвязи главных показателей технологического процесса отделения монолитных блоков камня от массива направленным отколом; разработке и создании механического перфоратора с ударным механизмом переменной структуры (МПС), совмещающего в себе два режима работы: перфорирования и ударный.

**Целью работы** является совершенствование технологического процесса отделения блоков камня от массива направленным отколом на основе создания двухрежимных перфораторов с ударным механизмом переменной структуры, позволяющие совмещать технологические операции оконтуривания и отбойки.

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

- обобщенная математическая модель технологического процесса отделения монолитных блоков камня от массива направленным отколом;
- зависимости главных показателей технологического процесса отделения монолитных блоков камня от массива направленным отколом от технологических факторов (свойства камня и эксплуатационных параметров технических средств оконтуривания и отбойки);

➤ разработка и создание перфораторов с ударным механизмом переменной структуры, обеспечивающие технологические операции оконтуривания и отбойки блоков камня от массива направленным отколом.

**Методы исследования:** Проведенные теоретические и экспериментальные исследования основаны на традиционных методах теории механизмов и машин, горных машин и математической статистики.

**Научная новизна работы** заключается:

➤ в разработке обобщенной математической модели технологического процесса отделения монолитных блоков камня от массива направленным отколом;

➤ в установлении зависимости главных показателей технологического процесса отделения монолитных блоков камня от массива направленным отколом от технологических факторов процесса;

➤ в обосновании параметров конструкции двухрежимных механических перфораторов с ударным механизмом переменной структуры.

**Практическая ценность и реализация работы.** Установлена целесообразность технологического процесса отделения монолитных блоков камня от массива направленным отколом при совмещении технологических операций оконтуривания и отбойки. Разработаны варианты конструкций перфораторов с ударным механизмом переменной структуры и создана конструкция перфоратора МПР-2.

**Апробация работы:** Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на семинарах Инженерной академии КР, на научных сессиях Института машиноведения НАН КР и Кыргызско - Узбекском университете с 1994 по 2002 годы, на международных научных конференциях: «Механизмы переменной структуры и вибрационные машины» (г. Бишкек, 1995); посвященной 660-летию Амира Тимура (г. Ош, 1996); «История, культура и экономика юга Кыргызстана» (г. Ош, 2000); «Повышение эксплуатационной эффективности транспортных, строительно-дорожных машин и коммуникаций в условиях высокогорья и жаркого климата», посвященной 10-летию образования КГУСТА и Международному Году гор (г. Бишкек, 2002); на республиканских научных конференциях: «Проблемы строительной отрасли и пути их решения» (г. Бишкек, 2001); «Новые наукоемкие технологии и технологическое оборудование», посвященной I съезду Инженеров Кыргызстана и 10-летию образования Инженерной академии Кыргызской Республики (г. Бишкек, 2001).

**Публикация результатов исследований.** По результатам проведенных исследований опубликовано 12 работ, в том числе 11 статей и 1 тезис доклада.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и 3 приложений. Содержит 118 страниц машинописного текста, 8 таблиц, 68 рисунков и библиографию из 119 наименований.

Автор выражает свою признательность сотрудникам Инженерной академии КР, Института машиноведения НАН КР и Кыргызско - Узбекского университета за оказанную помощь и содействие при выполнении данной работы.

**Содержание работы:** Во введении показаны перспективность и преимущества технологического процесса отделения блоков камня от массива направленным отколом, обоснована актуальность темы, дается общая характеристика содержания работы, отражены научные и практические ценности работы.

**В первой главе** рассмотрено современное состояние сырьевой базы архитектурно-строительных и декоративно-облицовочных материалов месторождений природного камня, пути развития камнедобывающей и камнеобрабатывающей отраслей. Изложено существо и особенности технологического процесса отделения блоков камня от массива направленным отколом, его технологических операций оконтуривание и отбойки. Приведено описание и изложен принцип действия технических средств оконтуривания, и отмечена перспективность усовершенствования техники оконтуривания созданием отечественных перфораторов. Рассмотрены технологические схемы существующих способов отделения (рис. 1), результаты анализа которых подтвердили перспективность ударного способа отбойки, имеющее ряд преимуществ по сравнению с существующими: малую энергоемкость; отсутствие вредных воздействий на массив и отделяемый блок камня, и сокращение объема буровых работ.

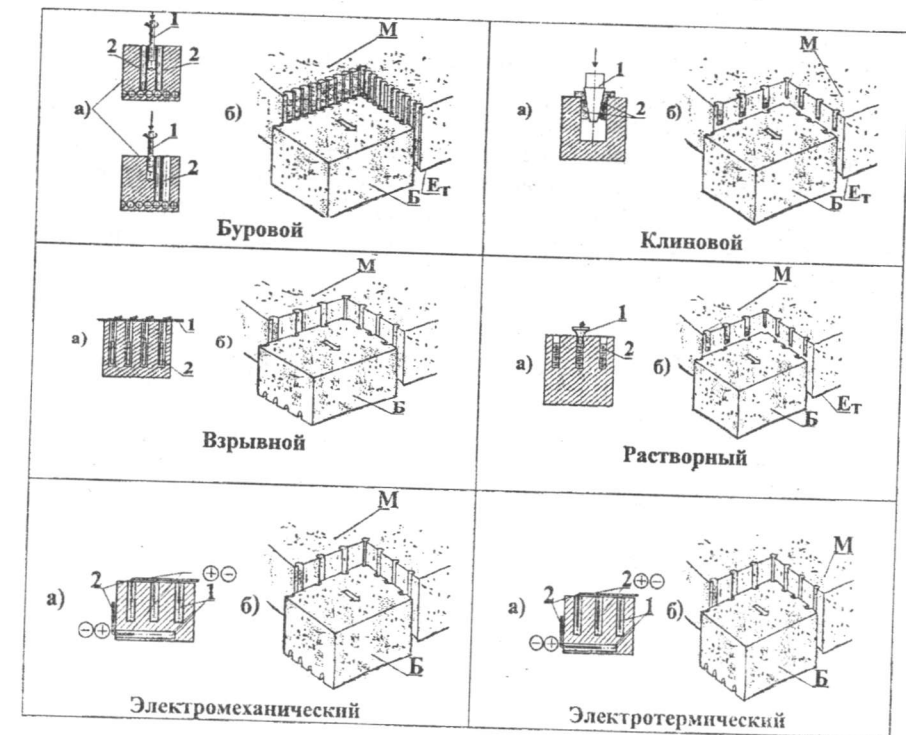


Рис.1. Способы отбойки оконтуренных блоков камня в массиве: 1,2- средства отбойки; М- массив камня; Б - блок камня; Ет -естественные трещины.

Технологический процесс отделения блоков природного камня от массива, в совокупности двух операций, буровое оконтуривание по контуру извлечения и ударное разрушение перемычек между шпурами условно назван буроударным способом.

На основе проведенного обзора были сформулированы следующие задачи исследований:

- обоснование технологической схемы отделения монолитных блоков камня от массива направленным отколом;
- разработка обобщенной модели технологического процесса отделения монолитных блоков камня от массива направленным отколом и математическое описание главных критериев процесса;
- анализ главных критериев технологического процесса отделения монолитных блоков камня от массива и разработка конструкций механического перфоратора с ударным механизмом переменной структуры (МПТС);
- создание опытного образца механического перфоратора с ударным механизмом переменной структуры, проведение его предварительных, лабораторных и производственных испытаний и выработка рекомендаций, предложений по дальнейшему улучшению и совершенствованию конструкции.

**Вторая глава** посвящена к исследованию технологического процесса отделения монолитных блоков камня от массива направленным отколом, в частности буроударного способа. На рис.2 представлены процессы оконтуривания и отбойки одной стороны блока камня этим способом. Как видно процесс оконтуривания (рис. 2а) производится по известной технологии, где расстояние между шпурами зависит от размеров ударного инструмента, а процесс отбойки ударным способом (рис. 2б). Для этого отбойный молоток или перфоратор направляется ударным инструментом и путем нанесения удара производится разрушения межшпуровых целиков.

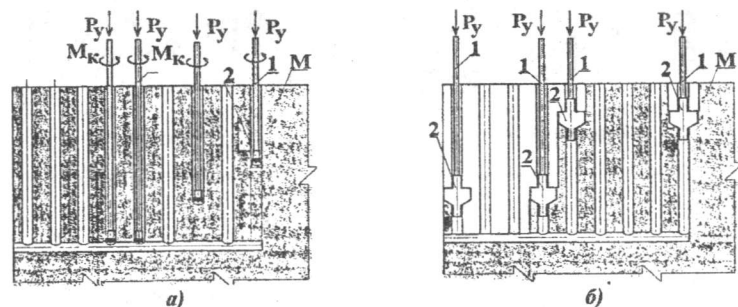


Рис. 2. Буроударный способ отделения блоков:

- а) оконтуривание: 1-буровая штанга; 2-буровая коронка;  
 б) отбойка: 1-буровая штанга; 2-специальный ударный инструмент;  
 $P_y$  - усилие удара;  $M_k$  - крутящий момент на инструменте;  $M$ -массив камня.

Разработана обобщенная расчетная схема буроударного способа отделения блоков (рис. 3), которая базировалась в следующих допущениях:

- отделяемые блоки (Б) имеют форму параллелепипеда и идентичны по размерам ( $X, Y, Z$ );
- блоки (Б) оконтурены и откалываются соответственно в трех перпендикулярных плоскостях ( $XOZ, YOZ, XOY$ ), т.е.  $\Pi_1, \Pi_2$  и  $\Pi_3$ ;
- естественные трещины ( $E_T$ ) массива взаимно перпендикулярны и совпадают с отделяемыми поверхностями блоков камня;
- ширина перемычек не превышают ширины специальных ударных инструментов, и они строго параллельны между собой;
- блок камня, подлежащий к отделению от массива ( $M$ ), имеет три обнаженные поверхности;
- шпуры оконтуривания блоков камня в массиве бурятся на всю глубину и последовательно: от одного шпура к другому, от одной строчки к другой и расстояние между ними строго соблюдено ширине ударного инструмента;
- разрушаемые перемычки по длине равны и расположены в трех взаимно перпендикулярных плоскостях оконтуривания;
- число бурильных машин кратно числу шпуров в строчке.

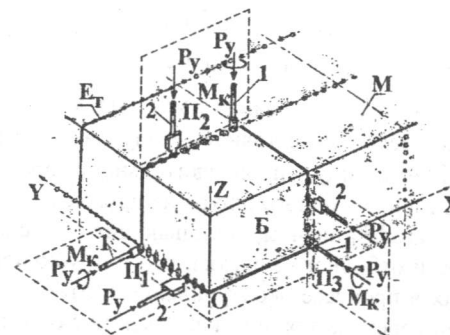


Рис. 3. Обобщенная модель технологического процесса отделения монолитных блоков камня от массива направленным отколом (буроударный способ)

На основе обобщенной расчетной схемы составлены уравнения зависимостей главных критериев буроударного способа отделения блоков камня: производительности, себестоимости и потери сырья.

Производительность буроударного способа отделения монолитных блоков камня от массива определялась как:

$$\Pi_{CM} = \frac{T_{CM} - T_{ПЗ} - T_{OT} - T_{ТН}}{\sum t_1 + \sum t_2}, M^3 \quad (1)$$

где  $T_{CM}$  - продолжительность рабочей смены, с;  $T_{ПЗ}$  - время, затрачиваемое на подготовительно - заключительные операции, с;  $T_{OT}$  - время простоев по организационно-техническим причинам, которое состоит из времени простоев ( $T_T$ ) технических средств из-за поломок и неисправностей, а также времени простоев из-за организации технологических операций оконтуривания и отбойки блоков камня ( $T_{OK} + T_{OTB}$ ):  $T_{OT} = T_T + (T_{OK} + T_{OTB})$ , с;  $T_{ТН}$  - время простоев по техниче-

ским причинам, с;  $\Sigma t_1$  и  $\Sigma t_2$  - суммы затрат основного и вспомогательного времени приходящая на отделения 1 м<sup>3</sup> блока камня, с/м<sup>3</sup>.

Выражая время  $\Sigma t_1$  и  $\Sigma t_2$  через режимные параметры технических средств бурового способа отделения, сменная производительность может быть найдена:

а) с использованием перфоратора и отбойного молотка:

$$\Pi_{\text{СМ}} = \frac{[\Gamma_{\text{СМ}} - (\Gamma_{\text{ПБ}} + \Gamma_{\text{ОТ}} + \Gamma_{\text{ТН}})]X^3}{\frac{3X(1 - v_x)}{\delta} \left( \frac{t_{1Н}}{k_{1С}} + \frac{t_{2Н}}{k_{2С}} \right) + 3(1 - v_x) \left( \frac{n_{1М}}{k_{1С}} t_{1М} + \frac{n_{2М}}{k_{2С}} t_{2М} \right) + \frac{3X^2(1 - v_x)}{\delta} \left( \frac{1}{n_{1М}v_B} + \frac{1}{n_{1М}v_{10}} + \frac{1}{n_{2М}v_P} + \frac{1}{n_{2М}v_{20}} + \frac{t_{1И}}{\xi_{1И}} + \frac{t_{1Ш}}{\xi_{1Ш}} + \frac{t_{2И}}{\xi_{2И}} + \frac{t_{2Ш}}{\xi_{2Ш}} \right)}, \text{ м}^3 \quad (2)$$

б) с использованием перфоратора:

$$\Pi_{\text{СМ}} = \frac{[\Gamma_{\text{СМ}} - (\Gamma_{\text{ПБ}} + \Gamma_{\text{ОТ}} + \Gamma_{\text{ТН}})]X^3}{\frac{6Xt_{1Н}(1 - v_x)}{\delta k_C} + \frac{6n_M t_M (1 - v_x)}{k_C} + \frac{3X^2(1 - v_x)}{\delta} \left[ \frac{1}{n_M} \left( \frac{1}{v_B} + \frac{1}{v_P} + \frac{2}{v_O} \right) + \frac{t_{1И}}{\xi_{1И}} + \frac{t_{2И}}{\xi_{2И}} + \frac{2t_{1Ш}}{\xi_{1Ш}} \right]}, \text{ м}^3 \quad (3)$$

где X - размеры отделяемого блока камня от массива, м;  $v_x$  - частота встречи трещин по координатным осям;  $\delta$  - расстояние между смежными шпурами и переключками, где  $\delta_1 = \delta_2 = \delta$ , м;  $t_{1Н}$  и  $t_{2Н}$  - продолжительность времени настройки технических средств отделения с одного шпура на другой и с одной переключки на следующий;  $k_{1С}$  и  $k_{2С}$  - коэффициенты, учитывающие совмещаемость манипулирования перфоратора и отбойного молотка;  $n_{1М}$  и  $n_{2М}$  - количество технических средств участвующих в процессе оконтуривания и отбойки;  $t_{1М}$  и  $t_{2М}$  - продолжительности времени перехода технических средств с одного шпура на другой, и с одной переключки на очередной;  $v_B$  - скорость бурения перфоратора, м/с;  $v_{10}$  и  $v_{20}$  - скорости отвода перфоратора и отбойного молотка, м/с;  $v_P$  - механическая скорость разрушения переключек, м/с;  $t_{1И}$ ,  $t_{2И}$ ,  $t_{1Ш}$ ,  $t_{2Ш}$ ,  $\xi_{1И}$ ,  $\xi_{2И}$ ,  $\xi_{1Ш}$  и  $\xi_{2Ш}$  - продолжительности времени замены и стойкости: коронки, специального ударного инструмента, буровой штанги и пики.

Себестоимость бурового способа отделения монолитных блоков камня от массива имеет вид:

$$C_y = \frac{1}{n_{\text{СМ}} \Pi_{\text{СМ}}} \left( (\Pi_{Б1} + \Pi_{Б2}) \left( \frac{N_{\text{АО}} + N_{\text{ГТ}} + N_{\text{ЭП}}}{100} \right) + \sum_{i=1}^n n_{\text{Р}i} \Gamma_{\text{ЭП}i} \right) + \frac{3(1 - v_x)^2}{\delta X} \left( \frac{\Pi_K}{\xi_K} + \frac{\Pi_y}{\xi_y} + \frac{\Pi_{Ш1}}{\xi_{Ш1}} + \frac{\Pi_{Ш2}}{\xi_{Ш2}} \right), \text{ сом/м}^3, \quad (4)$$

где  $\Pi_{Б1}$  и  $\Pi_{Б2}$  - балансовые стоимости технических средств, сом;  
 $N_{\text{АО}}$  - норма амортизационных отчислений технических средств;

$N_{\text{ГТ}}$  - нормы амортизационных отчислений на техническое обслуживание и текущий ремонт технических средств отделения;

$N_{\text{ЭП}}$  - суммарная норма отчислений на горюче-смазочные материалы, потребляемую энергию, спецодежду и другие;

$\Pi_K$ ,  $\Pi_y$ ,  $\Pi_{Ш1}$ ,  $\Pi_{Ш2}$  - цены на буровые коронки, специальные ударные инструменты, буровые штанги и отбойные пики, сом;

$\xi_K$ ,  $\xi_y$ ,  $\xi_{Ш1}$ ,  $\xi_{Ш2}$  - продолжительности стойкости буровой коронки, специального ударного инструмента, буровой штанги и отбойной пики, м;

Потери сырья в буровом способе отделения блоков определяется как:

$$V_{\text{БУ}} = 6\pi(X - 2R_K) \left( \frac{R_K^2}{2} \left( \frac{B_{И}^2}{2R_K^2} - 1 \right) - \frac{B_{И}}{2} \sqrt{R_K^2 - \frac{B_{И}^2}{4}} \right) + 3XB_{И}(X - B_{И}), \text{ м}^3 \quad (5)$$

где  $R_K$  - радиус коронки, м;

$B_{И}$  - ширина специального ударного инструмента, м;

При средних значениях других параметров процесса (взятых из практики камнедобычи), были построены графики зависимостей главных критериев бурового способа отделения блоков.

На рис. 4 представлены графики зависимости сменной производительности. Из анализа сменной производительности бурового способа отделения монолитных блоков камня следует:

➤ рост частоты встречи естественных трещин (рис.4а,б), т.е. умелое их сочетание с отделяемыми гранями блока приводит к увеличению сменной производительности ( $\Pi_{\text{СМ}}$ ). Если принять, что интервалы между трещинами составляют  $v_x = 0,2$  м, то в этом интервале  $\Pi_{\text{СМ}}$  увеличивается на 33%;

➤ для обоих вариантов с увеличением размеров блока (рис.4а,б) сменная производительность ( $\Pi_{\text{СМ}}$ ) также растет. Зная, что средние значения размеров отделяемых в современной практике блоков  $X = 1,5$  м, при увеличении их до 2 м, с использованием отбойных молотков наблюдается возрастание  $\Pi_{\text{СМ}}$  на 62% и на 56% с использованием перфораторов. Таким образом, наиболее выгодным является отделение блоков с размерами не менее 2 м;

➤ с ростом  $\delta$  - ширины инструмента (рис.4а,б) наблюдается плавный рост сменной производительности  $\Pi_{\text{СМ}}$ . Например, для обоих вариантов, в значениях  $\delta = 0,05 \div 0,25$  м наблюдается увеличение  $\Pi_{\text{СМ}}$  примерно в 1,6 раза. Но следует отметить, что для бурового способа  $\delta$  является величиной постоянной и составляет 100 мм.

➤ рост сменной производительности ( $\Pi_{\text{СМ}}$ ) во многом зависит от скорости бурения ( $v_B$ ) технических средств оконтуривания (рис.4в,г). При смешанном варианте бурового способа отделения блоков, при отбойке блоков отбойными молотками в интервале изменения  $v_B = 0,2 \div 1,5$  м/мин, рост  $\Pi_{\text{СМ}}$  составляет 62%, а с использованием перфораторов возрастает в 1,71 раза;

➤ заметное влияние на сменной производительности ( $\Pi_{\text{СМ}}$ ) оказывает скорость разрушения ( $v_P$ ) технических средств отбойки (рис.4в,г). При разрушении



перемычек отбойными молотками, обеспечивается рост  $\Pi_{CM}$  в 1,3 раза, а при отбойке перфораторами в 1,25 раза;

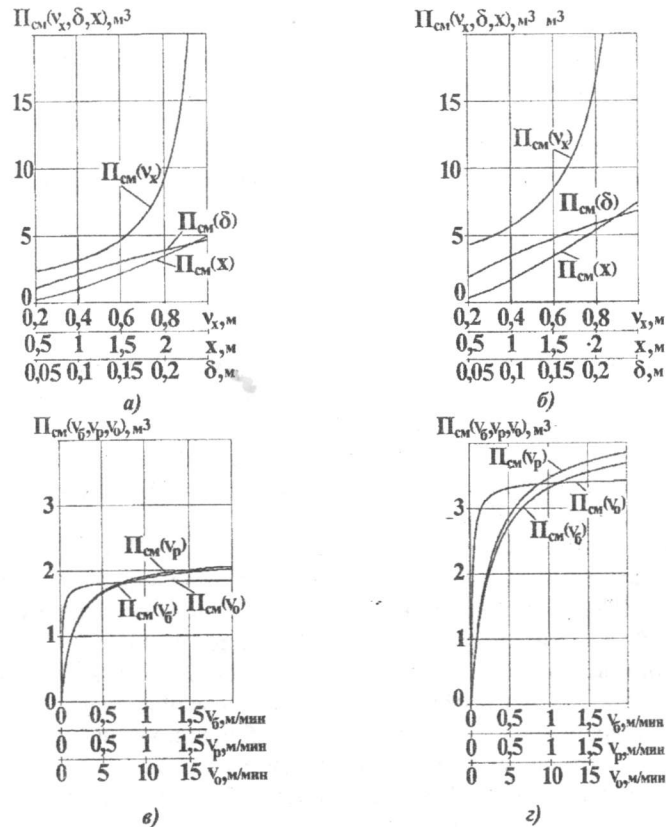


Рис.4. Зависимости сменной производительности буроударного способа отделения монолитных блоков

➤ скорость отвода ( $V_0$ ) технических средств оконтуривания и отбойки также положительно влияет на рост сменной производительности ( $\Pi_{CM}$ ). Несмотря на различие технических средства отбойки, средняя скорость отвода инструмента в обоих вариантах составляет  $V_0 = 10$  м/мин (рис.4в,г). Скорость отвода инструмента при  $V_0 < 3$  м/мин имеет довольно существенное воздействие на  $\Pi_{CM}$ , а при  $V_0 > 5$  м/мин оно незаметно. Поэтому при разработке технических средств оконтуривания и отбойки, необходимо учесть, чтобы их подающие устройства обеспечивали скорость обратного хода не менее 5 м/мин.

Надо отметить, производительность буроударного способа отделения блоков с использованием перфораторов значительно выше.

На основе вышеизложенных вытекает необходимость разработки перфоратора, в котором сочетались бы два режима работы: перфорирование и ударный.

В третьей главе приводится описание вариантов разрабатываемых конструкций перфораторов, кинематические схемы которых приведены на рис.5.

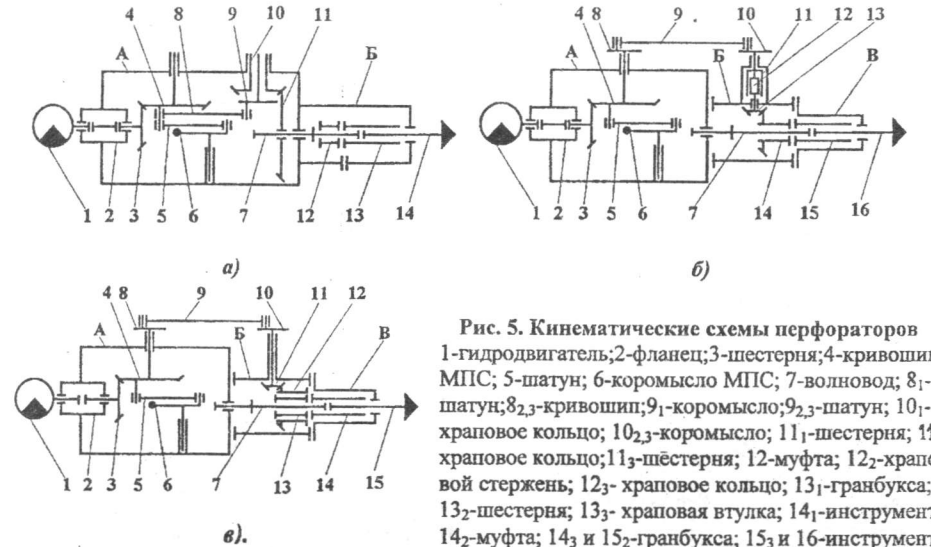


Рис.5. Кинематические схемы перфораторов 1-гидродвигатель;2-фланец;3-шестерня;4-кривошип МПС; 5-шатун; 6-коромысло МПС; 7-волновод; 8;1-шатун;8,2,3-кривошип;9;1-коромысло;9,2,3-шатун; 10;1-храповое кольцо; 10,2,3-коромысло; 11;1-шестерня; 11,2-храповое кольцо;11,3-шестерня; 12-муфта; 12,2-храповой стержень; 12,3- храповое кольцо; 13;1-гранбуksа; 13,2-шестерня; 13,3- храповая втулка; 14;1-инструмент; 14,2-муфта; 14,3 и 15;2-гранбуksа; 15,3 и 16-инструмент.

На рис. 5а приведена кинематическая схема перфоратора, с корпусом состоящим из двух частей и внутренним расположением механизма привода поворотной муфты, а на рис. 5б и 5в приведены схемы перфораторов, с корпусами состоящих из трех частей и наружным расположением механизма привода поворотной муфты.

Все три варианта перфораторов имеют гидравлический привод вращения ударного механизма переменной структуры с наибольшим шатуном. Ударный механизм перфораторов заимствован с отбойного молотка МРГ-3, звенья которого имеют следующие геометрические параметры:  $l_1=14,3$  мм;  $l_2=40,7$  мм;  $l_3=31$  мм;  $l_0=24$  мм. В конструкциях разрабатываемых перфораторов закладывается ударно-поворотный принцип работы, где в качестве поворотной муфты используется храповой механизм, применяемый в пневматических перфораторах, отличающийся конструктивным исполнением некоторых деталей. Механизм привода поворотной муфты перфоратора предлагается выполнить на основе шарнирно-четырёхзвенного механизма.

В момент встраивания звеньев ударного механизма в одну линию, коромысло подвергается ударным нагрузкам, поэтому необходимо согласование работы ударника с работой поворотной муфты. Для этого построена диаграмма угла перемещения коромысла ударника и звеньев механизма привода поворотной муфты (рис.6.).

На рис. 6а, представлены графики угла перемещений коромысла МПС и шатунов различной длины механизма привода поворотной муфты, два из которых ( $l=135$  мм и  $l=140$  мм) являются рабочими. На основе анализа углов перемещений шатунов, в механизме привода поворотной муфты перфоратора выбран шатун с длиной  $l=140$  мм.

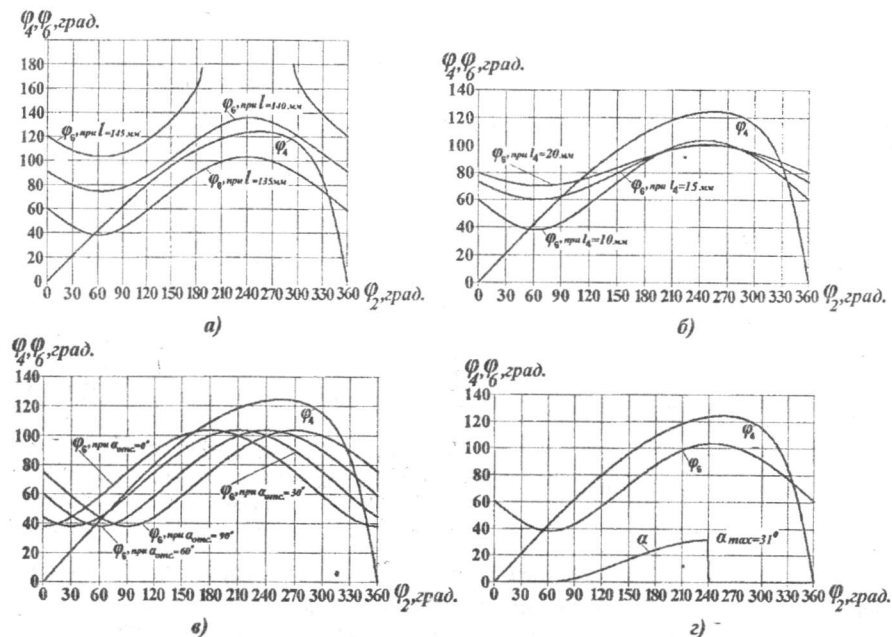


Рис.6. К согласованию работы ударного узла и поворотной муфты перфоратора

На рис. 6б, изображены графики угла перемещений коромысла МПС и коромысел механизма привода поворотной муфты с длинами  $l=10$  мм;  $l=15$  мм и  $l=20$  мм. На основе их анализа выбрано коромысло с  $l=10$  мм, обеспечивающий угол поворота конической шестерни 11 (рис.5,в) на  $62^\circ$ .

Для обеспечения эффективной работы необходимо, чтобы поворотная муфта отставала на некоторый угол, т.е. поворот инструмента осуществлялся в момент обратного хода коромысла ударного МПС. На рис. 6в, показана диаграмма работы коромысла ударного механизма и коромысла привода поворотной муфты при различных углах ( $30^\circ$ ;  $60^\circ$  и  $90^\circ$ ) отставания. На основе анализа диаграммы, принято решение взять за основу угол отставания  $60^\circ$ , данный угол обеспечивает искомый режим работы перфоратора.

На рис. 6г, в окончательном виде представлены графики угла перемещений коромысла ударного МПС, коромысла механизма привода поворотной муфты и угла перемещения храпового механизма. Из последнего графика следует, что поворот храпового механизма составляет  $31^\circ$ . Соответственно за полный оборот кривошипа МПС буровая штанга имеет такой же угол поворота.

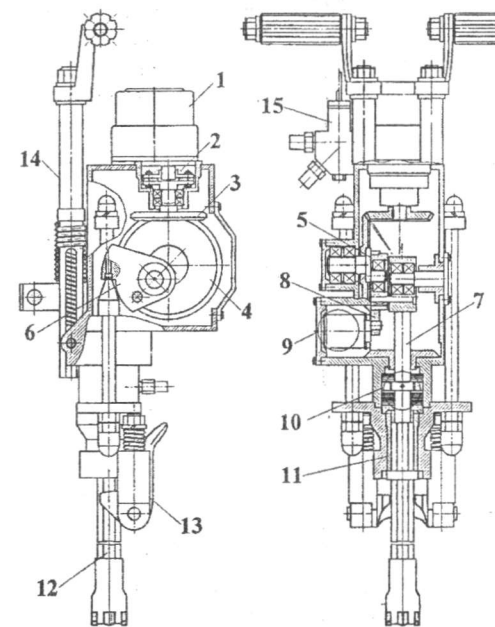


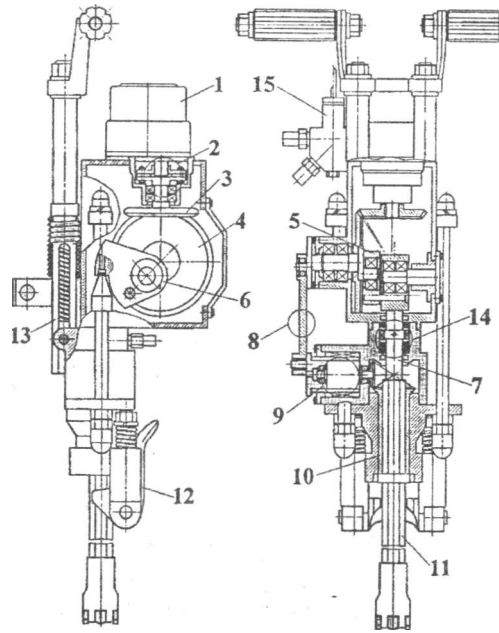
Рис.7. Общий вид перфоратора МПР-0  
1-гидродвигатель; 2-соединительная муфта; 3-шестерня; 4-кривошип; 5-шатун; 6-коромысло; 7-волновод; 8-шатун; 9-поворотная муфта; 10-узел ограничения движения волновода; 11-гранбуksа; 12-инструмент; 13-буродержатель; 14-виброгаситель; 15-гидрораспределитель.

виброгасителя.

Конструкция перфоратора МПР-0 является компактной, а также безопасной, так как движущиеся элементы исполнительных узлов находятся внутри корпуса. Основное несовершенство в конструкции перфоратора МПР-0 отсутствие переходного режима, т.е. из режима перфорирования, в ударный режим, а также сложность сборочно-разборочных работ. Вышеуказанные недостатки были устранены в следующих конструкциях перфораторов МПР-1 и МПР-2.

Конструктивно перфораторы МПР-1 (рис.8) и МПР-2 (рис.9) выполняются с корпусами из трех частей: основного, среднего и вспомогательного. Это позволяет равномерно распределять исполнительные узлы и механизмы перфоратора по отдельным корпусам. Вследствие этого, в основном корпусе перфоратора размещается ударный узел МПС, к которому сверху крепится гидравлический двигатель, оснащенный гидрораспределителем.

На основе результатов проведенных работ первоначально была разработана конструкция перфоратора МПР-0 (рис.7) с корпусом, состоящим из двух частей: основного и вспомогательного. В основном корпусе перфоратора располагаются: ударный узел; механизм привода поворотной муфты; поворотная муфта 11 и узел ограничения движения волновода 10. Последний также служит камерой для приема средств очистки. Поворотная муфта занимает относительно волновода перпендикулярное положение. К основному корпусу сверху крепится гидродвигатель 1 с гидрораспределителем 15. Во вспомогательный корпус монтируется гранбуksа 11 и к буksе снаружи подпружиненными болтами крепится буродержатель 13. Корпусные части перфоратора стягиваются двумя стяжными болтами. К передней части основного и вспомогательного корпусов крепится ручка



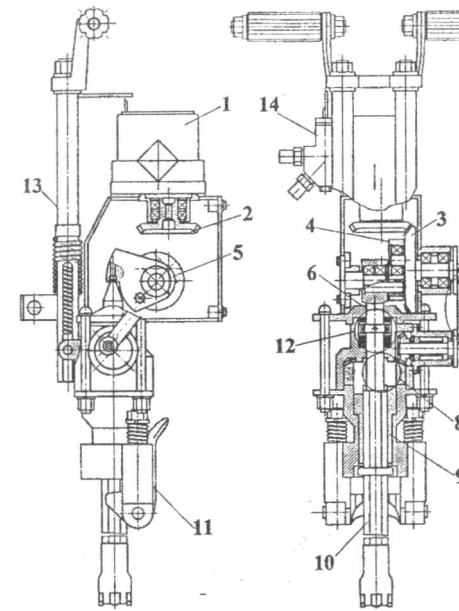
**Рис.8. Общий вид перфоратора МПР-1**  
 1-гидродвигатель; 2-соединительная муфта;  
 3-шестерня; 4-кривошип; 5-шатун; 6-коромысло;  
 7-волновод; 8-шатун; 9-поворотная муфта;  
 10-гранбукса; 11-инструмент; 12-буродержатель;  
 13-виброгаситель; 14-узел ограничения волновода;  
 15-гидрораспределитель.

муфты, так как это позволяет управлять его режимами работы простым способом. При соединенном шатуне - режим перфорирования и отсоединенном шатуне - ударный режим. Кроме того, из-за распределения узлов и механизмов по отдельным корпусам, сборочно-разборочные работы перфораторов значительно упрощены. Таким образом, из трех конструкций перфораторов с ударным узлом на основе МПС по конструктивным и силовым параметрам преимущество на стороне перфоратора МПР-2, так как: корпус перфоратора состоит из трех частей; отсутствует соединительная муфта с приводом, механизм привода поворотной муфты расположен снаружи и храповой механизм соосно инструменту размещен между корпусами. Соосное расположение поворотной муфты исключает возникновение поперечных колебаний, вызванных за счет реактивного момента поворотного механизма, и осевая реакция поворотного механизма переносится на линию удара.

Учитывая эти и другие преимущества, из трех разработанных вариантов конструкций механических перфораторов была выбрана конструкция перфора-

В среднем корпусе перфоратора расположен узел ограничения движения волновода и поворотная муфта инструмента. Во вспомогательном корпусе перфораторов МПР-1 и МПР-2 размещаются гранбукса и буродержатель. Корпусные части перфораторов стягиваются двумя стяжными болтами, а механизм привода поворотной муфты вынесен наружу корпуса. Ручки виброгасителя перфораторов МПР-1 и МПР-2 выполнены на подпружиненной основе. При этом конструкция перфоратора МПР-2 имеет два различия: первое, на месте соединения ударного МПС с гидродвигателем используется шестерня со шлицевым соединением, и второе, поворотная муфта инструмента и волноводом располагаются соосно.

Основным преимуществом конструкций МПР-1 и МПР-2 является вынесенное из корпуса перфоратора расположение механизма привода поворотной



**Рис.9. Общий вид перфоратора МПР-2**  
 1-гидродвигатель; 2-шестерня; 3-кривошип;  
 4-шатун; 5-коромысло; 6-волновод; 7-шатун;  
 8-поворотная муфта; 9-гранбукса; 10-инструмент;  
 11-буродержатель; 12-узел ограничения движения волновода;  
 13-виброгаситель; 14-гидрораспределитель.

ют изменение скорости бурения от предложенных параметров по прямой зависимости.

В производственных испытаниях перфоратора МПР-2, которые проводились в канальном сооружении на окраине города Бишкек, проверялась зависимость скорости бурения перфоратора от глубины шпурметров. В ходе проведения испытаний были выявлены конструктивные упущения в отдельных узлах и деталях перфоратора. В целях улучшения этих недостатков были разработаны рекомендации и предложения по дальнейшему совершенствованию конструкции перфоратора МПР-2. На основе этих предложений была разработана новая конструкция механического перфоратора МПР-4, которая рекомендуется применять при отделении монолитных блоков камня от массива.

тора МПР-2, и на производственном участке Инженерной академии Кыргызской Республики был создан опытный образец этого механического перфоратора с ударным узлом на основе МПС с гидравлическим приводом вращения кривошипа.

В четвертой главе приведены результаты предварительных, лабораторных и производственных испытаний механического перфоратора МПР-2. Суть предварительных испытаний заключалась в проверке функциональной работоспособности перфоратора. Целью лабораторных испытаний перфоратора МПР-2 явилась проверка его основного технического параметра - скорости бурения. Эксперименты проводились на образцах камней с месторождений «Арым», «Каинда» и др. В результате определены зависимости скорости бурения перфоратора от следующих параметров: давления системы  $У_B(P_d)$  с использованием различных форм коронок; величины осевого усилия подачи  $v_E(P_y)$  и диаметра буровых коронок  $v_E(d_k)$ . Полученные графики отража-



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований в данной диссертационной работе решена актуальная научно-практическая задача, связанная с разработкой технологического процесса отделения монолитных блоков природного камня от массива буроударным способом и создание механического перфоратора МПР с ударным механизмом переменной структуры с двумя режимами работы, предлагаемая для совмещения двух технологических операций: «оконтуривания» и «отбойки».

### Основными результатами данной работы являются:

1. На основе анализа существующей технологии, усовершенствован способ отделения блоков природного камня от массива направленным отколом и условно назван буроударным.
2. Разработана обобщенная математическая модель технологического процесса отделения монолитных блоков природного камня от массива буроударным способом.
3. Установлены зависимости главных критериев буроударного способа отделения монолитных блоков камня от технологических факторов процесса: производительности, себестоимости и потери сырья.
4. На основе анализа главных критериев буроударного способа отделения монолитных блоков камня от массива обоснована целесообразность совмещения технологических операций оконтуривания и отбойки.
5. Разработаны конструкции механических перфораторов МПР-0, МПР-1 и МПР-2.
6. Изготовлен опытный образец механического перфоратора МПР-2 с ударным механизмом переменной структуры с гидравлическим приводом вращения кривошипа и ударно-поворотным принципом работы.
7. Проведены предварительные, лабораторные и производственные испытания, результаты которых подтверждают функциональную работоспособность перфоратора МПР-2.
8. С учетом выработанных рекомендаций и предложений разработана и изготовлена новая конструкция перфоратора МПР-4, позволяющая совмещать две технологические операции оконтуривания и отбойки буроударного способа отделения блоков камня от массива.

### Основные положения диссертационной работы опубликованы в следующих работах:

1. Результаты экспериментального изучения процесса направленного раскола образцов камня. Проблемы научно-технического прогресса. Межвузовский сборник научных трудов. -Фергана: 1994. -С.286-289 (соавтор: Мамасаидов М.Т.).
2. Разработка прицепного модуля камнекольного пресса ПКА-800 с технологическим оборудованием. Механизмы переменной структуры и вибраци-

онные машины. Материалы второй международной конференции. Бишкек: Кыргызстан, 1995. -С.280-282 (соавторы: Мамасаидов М.Т., Токтобеков М.Т.).

3. Совершенствование технологии и технических средств производства колотых изделий из природного камня. Международная научно-практическая конференция, посвященная 660-летию Амира Тимура. -Ош. КУУ, 1996. -С.129-131 (соавторы: Мамасаидов М., Токтобеков М., Калдыбаев Н.).

4. О создании механического перфоратора на основе механизмов переменной структуры. Материалы научной конференции посвященной 200-летию А.С. Пушкина в Кыргызстане. -Бишкек: КРСУ, 2000. -С.18 (соавторы: Искенов С.С., Анохин А.В., Норузбаев Ж.Д.).

5. О создании ручного механического перфоратора на основе МПС с гидроприводом. История, культура и экономика юга Кыргызстана. Международная научная конференция. -Ош: КУУ, 2000.-С.249-253 (соавторы: Абдраимов С., Мамасаидов М.Т., Алиев М.И., Норузбаев Ж.Д.).

6. Ручной механический перфоратор с храповым механизмом для вращения инструмента. Сборник научных трудов института машиноведения. Выпуск 2. -Бишкек, «Илим». 2000, -С.123-127 (соавторы: Абдраимов С., Кожаков К.С., Калматов Б.М., Норузбаев Ж.Д.).

7. Механизмы переменной структуры-новые горизонты машиностроения. Проблемы строительной отрасли и пути их решения. Сборник трудов республиканской научно - практической конференции (4-6 июля). -Бишкек: Технология, 2001.-С.301-307 (соавторы: Абдраимов С., Абидов А.О., Халмуратов Р.С., Каримов А.А., Абдраимова Н.С.).

8. Торможение привода буровых машин с пружинно-фрикционной муфтой. Материалы конференции посвященной I съезду Инженеров Кыргызстана и 10-летию образования Инженерной академии Кыргызской Республики. - Бишкек: Технология, 2001. -С.101-105 (соавторы: Кожаков К.С., Калматов Б.М.).

9. Совершенствование муфты сцепления-механизма переключения электромеханического перфоратора с МПС. Материалы конференции посвященной I съезду Инженеров Кыргызстана и 10-летию образования Инженерной академии Кыргызской Республики. -Бишкек: Технология, 2001. -С.106-109 (соавторы: Кожаков К.С., Калматов Б.М.).

10. Применение механических ручных перфораторов на основе МПС для отделения блоков камня направленным отколом. Материалы конференции посвященной I съезду Инженеров Кыргызстана и 10-летию образования Инженерной академии Кыргызской Республики. -Бишкек: Технология, 2001. -С.45-50 (соавторы: Абдраимов С., Мамасаидов М.Т., Калматов Б.М.).

11. Техника и технология обработки камня расколом на современном этапе. Сборник научных трудов института КИПР. Выпуск 2. -Бишкек: «Илим». 2001. -С.39-44 (соавторы: Мамасаидов М.Т., Мендекеев Р.А., Калдыбаев Н.А.).

12. Производительность технологического процесса отделения блоков камня от массива буроударным способом. Материалы международной научно - практической конференции. «Повышение эксплуатационной эффективности транспортных, строительно-дорожных машин и коммуникаций в условиях вы-

сокогорья и жаркого климата». -Бишкек: КГУСТА, 2002.-С.37-43 (соавторы: Абдраимов С., Мамасаидов М.Т.).

### Резюме

Кадыркулов Адылбек Козубекович

#### ӨЗГӨРҮЛМӨЛҮҮ СТРУКТУРАДАГЫ УРГУЛООЧУ МЕХАНИЗМДҮҮ ПЕРФОРАТОРЛОР МЕНЕН ТАШ БЛОКТОРУН БӨЛҮҮНҮН БУРГУЛАПУРУУ ЫКМАСЫ

**Ачкычтык сөздөр:** бургулапуруу ыкмасы, монолит таш блоктору, чектоо, талкалоо, көзөө, улоо, технологиялык процесстин модели, перфоратор, өзгөрүлмөлүү структурадагы механизм, алдын ала сыноо, лабораториялык сыноо, өндүрүштүк сыноо.

Диссертациялык жумуш перфораторду жана ургулоочу балканы колдонуу менен монолит таш блокторун бир багыттуу бөлүп алуу процессине арналган. Сунушталган таш блокторун чектоо жана талкалоо ыкмасы шарттуу түрдө бургулапуруу деп аталган.

Бургулапуруу ыкмасын колдонуу менен, массивден монолит таш блокторун бөлүүнүн технологиялык процессинин жалпыланган модели түзүлгөн. Процесс учурундагы негизги көрсөткүчтөрдү анализдөөлөрдүн негизинде, эки режимдүү перфораторду колдонуу менен жүргүзүлгөн бургулапуруу ыкмасынын өндүрүмдүүлүгү далилденген.

Өзгөрүлмөлүү структурадагы ургулагыч механизмдердин негизиндеги, эки режимде иштей турган механикалык перфоратор МПР-2 жасалган, аны сыноонун жыйынтыгында МПР-4 перфоратору жасалган жана аны массивден монолит таш блокторун бөлүүдө колдонуу көрсөтүлгөн.

### Резюме

Кадыркулов Адылбек Козубекович

#### БУРОУДАРНЫЙ СПОСОБ ОТДЕЛЕНИЯ БЛОКОВ КАМНЯ ПЕРФОРАТОРАМИ С УДАРНЫМ МЕХАНИЗМОМ ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ

**Ключевые слова:** буроударный способ; монолитный блок камня; оконтуривание; отбойка; шпур; перемычка; модель технологического процесса; перфоратор; механизм переменной структуры; предварительные испытания; лабораторные испытания; производственные испытания.

Диссертационная работа посвящена технологическому процессу отделения монолитных блоков природного камня направленным отколом с использованием перфоратора и отбойного молотка. Рекомендуемый способ оконтуривания и отбойки блоков камня условно назван буроударным способом.

Разработана обобщенная модель технологического процесса отделения монолитных блоков камня от массива с буроударным способом. На основе анализа главных показателей процесса установлено, что буроударный способ отделения является наиболее производительным с использованием двухрежимных перфораторов.

Создан двух режимный механический перфоратор МПР -2 с ударным механизмом переменной структуры, в результате испытания его, разработан и создан усовершенствованный вариант перфоратора МПР-4, рекомендуемый к применению при отделениях монолитных блоков камня от массива.

### The resume

Kadurkylov Adulbek Kozybekovich

#### BOREPERCUSSION THE WAY OF BRANCH OF BLOCKS OF THE STONE PUNCHERS WITH THE SHOCK MECHANISM OF VARIABLE STRUCTURE

**Key words:** borepercussion a way; the monolithic block of a stone; contouring; breaking ground; blasthole; the crosspiece; model of technological process; the puncher; the mechanism of variable structure; preliminary tests; laboratory researches; industrial tests.

Dissertational work is devoted to technological process of branch of monolithic blocks of a natural stone directed отколом with use of the puncher and a jackhammer. The recommended way contouring and breaking ground blocks of a stone is conditionally named borepercussion a way.

The generalized model of technological process of branch of monolithic blocks of a stone from a file with borepercussion a way is developed. On the basis of the analysis of the main parameters of process it is established, that borepercussion the way of branch is the most productive with use of two-regime punchers.

Two-regime mechanical puncher MPR-2 with the shock mechanism of variable structure is created, as a result of test of it, the improved version of puncher MPR-4 recommended to application at branches of monolithic blocks of a stone from a file is developed and created.