

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 622.233

К РАЗРАБОТКЕ МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА КОЛОТЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПРИРОДНОГО КАМНЯ

Мамасаидов М.Т., Исманов М.М., Исаев И.Э.

Кыргызско-Узбекский университет,
Ош, Кыргызстан, ismanov1970@mail.ru

***Аннотация:** В данной работе предметом исследования является технологический процесс производства колотых изделий из природного камня. Цель исследования заключается в разработке модели технологического процесса производства колотых изделий из природного камня. Используются методы построения моделей технологического процесса и математического описания потерь сырья при производстве колотых изделий из природного камня. В результате проведенных исследований разработана модель технологического процесса производства колотых изделий из природного камня. Получена зависимость величины потерь сырья от производительности камнекольного пресса и геометрической конфигурации обрабатываемого камня и размеров получаемого изделия. Полученные результаты рекомендуются научно-исследовательским институтам, занимающимся разработкой новых конструкций камнекольных прессов, а также камнеобрабатывающим предприятиям, занятым производством колотых изделий из природного камня*

***Ключевые слова:** природный камень, процесс раскола камня, камнекольный пресс, колотые изделия, потери сырья*

TO DEVELOPMENT OF A MODEL OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF PRODUCTION OF CHECKED PRODUCTS FROM NATURAL STONE

Mamasaidov M.T., Ismanov M.M., Isaev I.E.

Kyrgyz-Uzbek University, Osh, Kyrgyzstan

***Annotation:** In this work, the subject of research is the technological*

process for the production of chipped products from natural stone. The purpose of the study is to develop a model of the technological process for the production of chipped products from natural stone. Methods for constructing models of the technological process and mathematical description of the loss of raw materials in the production of chipped products from natural stone are used. As a result of the research, a model of the technological process for the production of crushed products from natural stone has been developed. The dependence of the amount of raw material losses on the productivity of the stone splitting press and the geometric configuration of the processed stone and the size of the product obtained is obtained. The results obtained are recommended to research institutes engaged in the development of new designs for stone splitting presses, as well as to stone processing enterprises engaged in the production of split products from natural stone

Key words *natural stone; the process of splitting the stone; stone splitting press; chipped products; loss of raw materials*

Анализ современного состояния существующих технических средств и технологий производства колотых изделий показывают, что, несмотря на их достаточное разнообразие, производительность труда в специализированных камнеобрабатывающих предприятиях остается пока сравнительно малой, а себестоимость выпускаемых им изделий высокой [1,2,3].

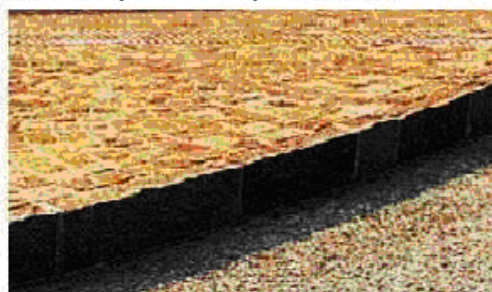
Наиболее распространенной продукцией таких камнеобрабатывающих предприятий являются так называемые бортовые и брусчатые камни для дорожного строительства. Они предназначены для отделения проезжей части улиц и проездов от тротуаров и газонов, проезжей части дорог от разделительных полос, мощения самих дорог и площадей и т.д. Весь ассортимент колотых изделий из камня достаточно велик [1,2,3], их применяют в благоустройствах городов и сел, аллей и водоемов, улиц и проспектов, бульваров и парков.

Основные виды и типоразмеры колотых изделий из природного камня для дорожного строительства приведены на рисунке 1.

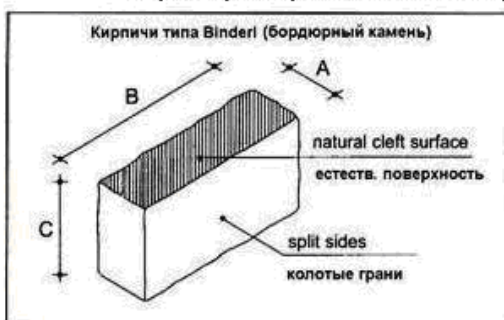
Бортовые и бордюрные камни, обладающие прямоугольной формой, имеют различные размеры. Брусчатка наименьшего габарита



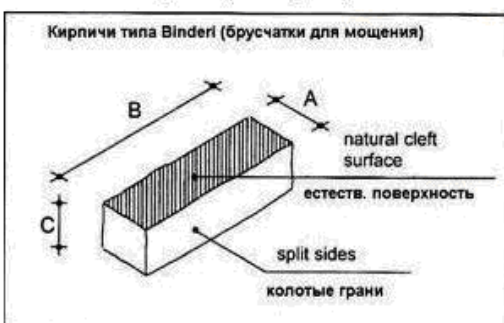
Мощение площадей брусчаткой по круговой, веерной и квадратной схеме



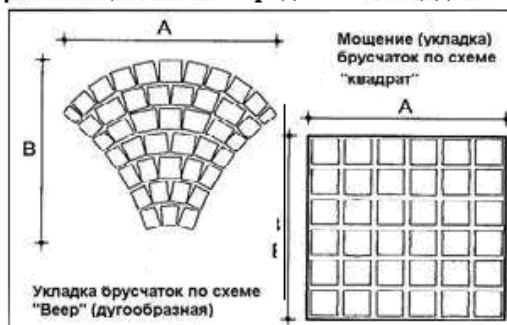
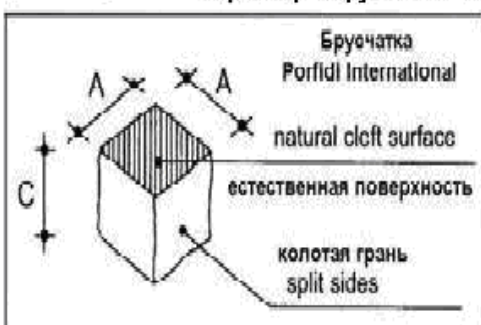
Параметры бортовых камней и применение их на городских объектах



Параметры бордюрных камней и их применение в городском парке



Параметры брусчаток "Биндери" и мощение ими городских площадей



Параметры стандартной брусчатки и схема укладки их при мощении городских аллей

Рис.1. Основные виды и типоразмеры колотых изделий из природного камня для дорожного строительства

называется шашкой, используется и в архитектурном оформлении городов и дорожном строительстве. Обычные брусчатки традиционно производят в форме усеченной пирамиды, а при механизированном производстве брусчатки могут изготавливаться в виде прямоугольного параллелепипеда.

Покрытие дорог и площадей городов брусчаткой и разграничения их бортовым или бордюрным камнем обусловлены прежде всего их долговечностью и привлекательностью, а также экономическими и эксплуатационными выгодами. Естественно брусчатка служит весьма долго (до 100 и более лет), значительно благороднее и экологичнее чем асфальт, а при необходимости прокладки коммуникаций брусчатые мостовые несложно демонтировать и затем такое покрытие легко можно восстановить.

Таким образом, изделия из природного камня с колотой фактурой имеют очень высокие эксплуатационные показатели и широкие возможности для применения в различных строительных работах. Откуда, в дальнейшем необходимо изыскать ещё новые архитектурно-конструкционные элементы различных сооружений с применением колотых изделий, поскольку приведенные выше сведения являются далеко не полным перечнем их использования.

Сырьём для производства колотых изделий являются россыпные месторождения природного камня со слоистой структурой, отходы камнедобывающих карьеров и камнеобрабатывающих предприятий.

Наиболее эффективным источником сырья для получения колотых изделий являются отходы камнеобрабатывающих предприятий. В процессе распиловки добытого блока на камнеобрабатывающих предприятиях неизбежно появляются отходы - так называемые «корки» и «подошва».

Процентная доля таких отходов составляет от 15 до 30 % от общего объема обрабатываемого блока [5,6]. Эти отходы обычно имеют одну или несколько пиленых поверхностей, что позволяет получать из них качественные колотые изделия с гладкой лицевой поверхностью.

Технологический процесс (ТП) производства колотых изделий из природного камня характеризуется множеством показателей: технико-экономическими, силовыми, энергетическими и эксплуатационными [5]. Существуют также показатели, одновременно отражающие параметры камнекольного пресса и обрабатываемой среды, которых обычно называют технологическими.

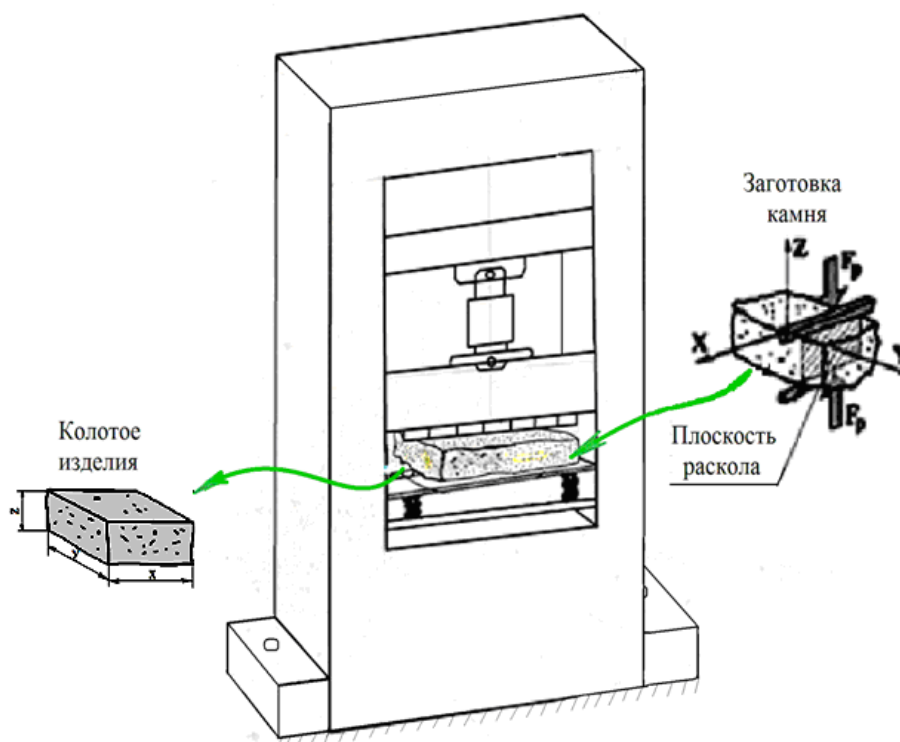
Основными параметрами камнекольного пресса являются развиваемое усилие, скорость подвода и отвода верхнего рабочего органа, величина адаптации инструментов рабочих органов, стойкость раскалывающих инструментов и др. Параметрам обрабатываемой среды можно отнести физико-механические свойства, габаритные размеры и конфигурации обрабатываемой заготовки камня. Общепринятые технологические нормативы, совершенствования камнекольных прессов предусматривает комплексное улучшение их показателей: увеличение производительности, снижение стоимости, энергоемкости и металлоемкости, увеличение комфорта труда операторов и уменьшение потерь обрабатываемого сырья.

Из вышеизложенного, в качестве главных показателей в теоретических исследованиях технологического процесса производства колотых изделий из камня приняты следующие: производительность камнекольного пресса, себестоимость колотых изделий и потери сырья при расколе камня. Такое решение обусловлено с тем, что среди многочисленных показателей именно эти критерии определяют в конечном счете эффективность использования различных камнекольных прессов и технологий получения колотых изделий. Использование указанных показателей в качестве главных критериев впервые рекомендованы и эффективность их подтверждена работами ведущих ученых - академиков О.Д. Алимова и М.Т.Мамасаидова.

Для научно-обоснованного выбора параметров и конструкции камнекольного пресса приступаем к исследованию технологического процесса производства колотых изделий из природного камня, разрабатывая модель процесса и оценивая ее эффективность выше принятыми главными показателями. Технологический процесс производства колотых изделий винтовым камнекольным прессом

включает последовательное выполнение следующих основных операций (рисунок 2): подачи и установки заготовки камня на рабочий стол пресса; подвод верхнего рабочего органа на обрабатываемый камень; непосредственный раскол камня рабочими органами пресса; отвод верхнего рабочего органа в исходное положение; уборки готового изделия и отходов камня со стола пресса.

Технологическая схема производства колотых изделий



Основные технологические операции при расколе камня

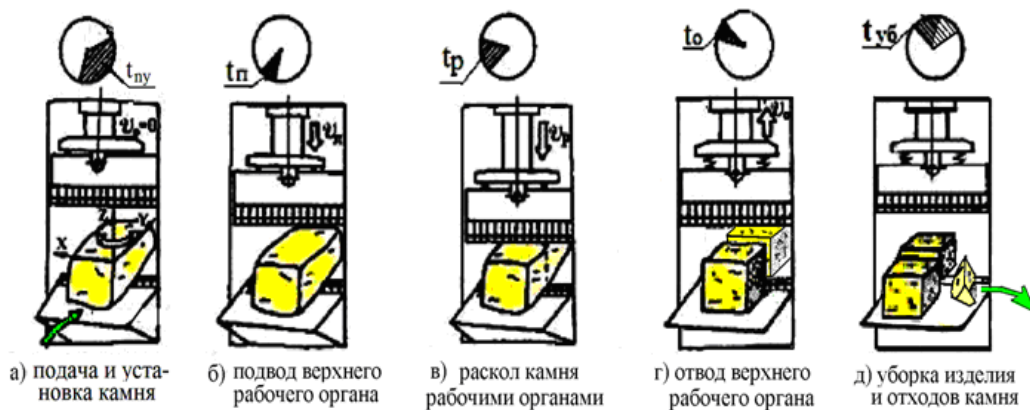


Рис.2. Модель технологического процесса производства колотых изделий из природного камня камнекольным прессом

В ряде случаев к рассматриваемому технологическому процессу предшествует отбор и транспортировка заготовки камня, когда камнекольный пресс расположен вдали от источника сырья.

При разработке обобщенной модели технологического процесса производства колотых изделий из природного камня камнекольным прессом (рисунок 2) были приняты следующие допущения:

1. Подача и установка заготовки камня на рабочий стол прессы осуществляется подающим устройством или оператором вручную;
2. Заготовки камни имеют плитовидные формы и приобретает вид готовой продукции в результате от 1 до 4-х расколов;
3. Раскол заготовки камня всегда направлен – по линии адаптивных раскалывающих инструментов соосных рабочих органов прессы;
4. Произведенные колотые изделия имеют форму параллелепипеда с усредненными геометрическими размерами X, Y, Z .
5. Снятие готовых колотых изделий и отходов раскола камня с рабочего стола прессы обеспечивается оператором вручную.

Ниже попробуем выявить зависимость одного из главных показателей технологического процесса: потери сырья при обработке камня расколом (K_A).

Производства колотых изделий, естественно, сопровождается потерей сырья. Это потому, что обрабатываемые камни имеют в общем произвольные конфигурации, а для получения из них кондиционной продукции (колотых изделий) необходимо совершить несколько расколов с целью придания им требуемой формы и размеров (рисунок 3).

На потери сырья при производстве колотых изделий винтовым камнекольным прессом значительное влияние оказывает прежде всего геометрическая форма исходного сырья. Плитообразные камни принимают вид готовой продукции (колотые изделия), как правило, после совершения 1...4 расколов. Отходы камня растут пропорционально числу расколов. Обрабатываемые камни с криволинейной поверхностью (глыбы) требуют большего числа (до 6) расколов.

Особенности и число процесса раскола каждого из образцов камня несколько осложняют определения объема потерь сырья (ΔV) при

производстве колотых изделий. По существу ΔV можно будет выразить как разницу объемов

$$\Delta V = V_{исх} - V_{изд}, \quad \text{м}^3, \quad (1)$$

где $V_{исх}$ - объем исходного обрабатываемого сырья заготовки камня, м^3 ;

$V_{изд}$ - объем полученного колотого изделия, м^3 .

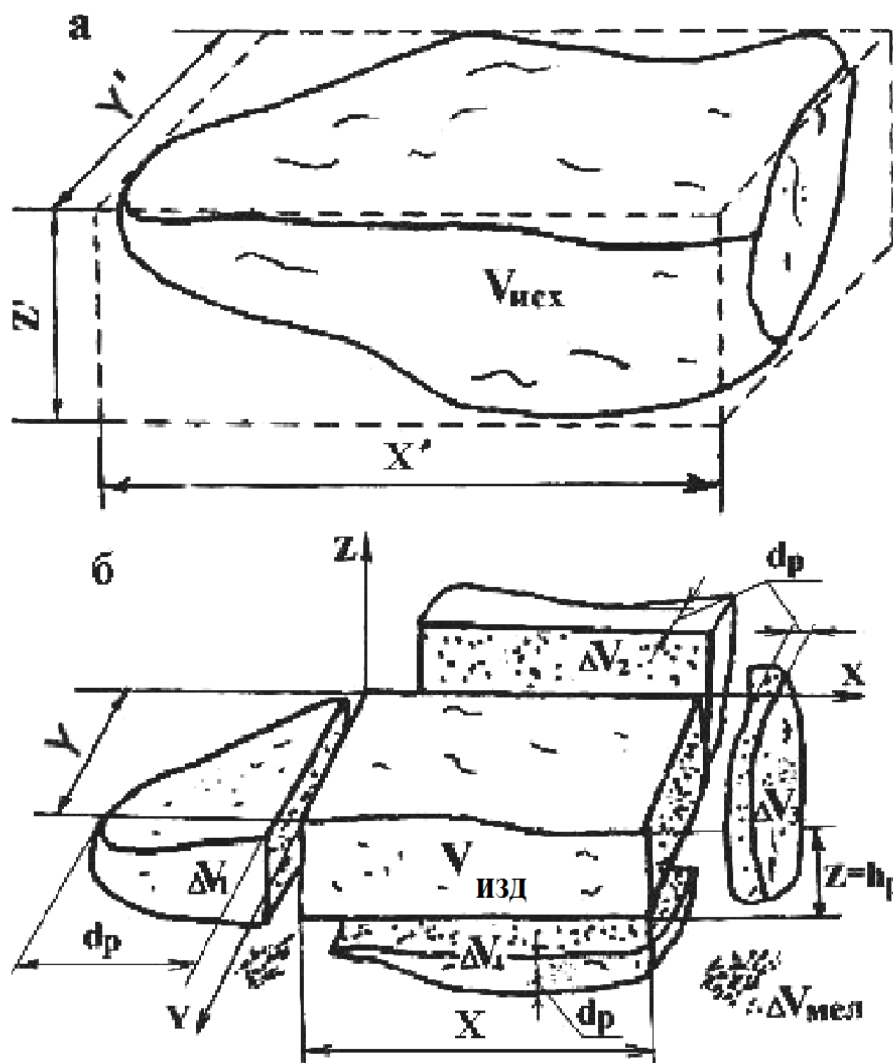


Рис. 3. К определению потерь сырья при производстве колотых изделий: а - исходная заготовка камня; б - колотое изделие и отходы камня

В общем случае объемы потерь сырья складываются из следующих составляющих (рисунок 3, а и б):

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \dots + \Delta V_i + \sum \Delta V_{мел}, \quad \text{м}^3 \quad (2)$$

где $\Delta V_1, \Delta V_2, \dots \Delta V_i$ - потери сырья, полученные в результате первого, второго и i -го расколов, m^3 ; $\sum \Delta V_{мел}$ - потери сырья в виде маленьких осколков и мелочи, образованные в результате внедрения лезвия раскалывающего инструмента на поверхность обрабатываемого камня.

Потери сырья при производстве колотых изделий винтовым камнекольным прессом представим через коэффициент потерь сырья (K_Δ), определяемый соотношением объема полученной полезной продукции к объему исходного обрабатываемого сырья:

$$K_\Delta = 1 - K_g = 1 - \frac{V_{изд}}{V_{исх}} = 1 - \frac{XYZ}{X'Y'Z'}, \quad (3)$$

где K_g - коэффициент выхода готовой продукции.

Из уравнений (1) - (3) следует, что потери сырья зависят в основном от исходной геометрической конфигурации обрабатываемого камня и размеров получаемого изделия. С точки зрения сокращения потерь сырья представляет интерес толщина откалываемой части заготовки (d_p), значение, которого определяется технологическими возможностями камнекольного прессы и квалификацией оператора - обслуживающего персонала.

Геометрическую форму исходного сырья (заготовки камня), можно характеризовать соотношением их максимальных протяженностей по трем взаимно перпендикулярным направлениям X' , Y' и Z' (рисунок 3, а), т.е. между наибольшим размером – длиной заготовки (X'), средним размером - шириной заготовки (Y') и наименьшим размером- толщиной заготовки (Z').

Приняв средний размер Y' за основу, можно записать соотношение размеров заготовки как

$$X'/Y' : 1 : Z'/Y' \quad (4)$$

Выражение (4) является численной характеристикой формы заготовки. Соотношения X'/Y' и Z'/Y' , обозначенные, соответственно X'' и Z'' , получили наименование относительной длины и относительной

толщины заготовки камня. Равенство их размеров по различным направлениям принято называть изометричностью. В зависимости от предельных значений относительной длины X'' и относительной толщины Z'' можно различать следующие формы заготовок камня:

- шарообразная

$$X'' \leq 1,3 \quad Z'' \geq 0,7 \quad (5)$$

- плитчатая

$$X'' \leq 1,3 \quad 0,3 \leq Z'' < 0,7 \quad (6)$$

- пластинчатая

$$X'' \leq 1,3 \quad Z'' < 0,3 \quad (7)$$

- яйцеобразная

$$X'' > 1,3 \quad Z'' \geq 0,7 \quad (8)$$

При обработке камня на камнекольных прессах особое значение приобретает соотношение высоты к ширине заготовки (Z'/Y'), определяющая площадь раскола. От величины этого соотношения зависит качество поверхности раскола и силовые показатели: усилие и условное напряжение раскола.

Потери сырья взаимосвязаны также с требованиями, предъявляемыми к размерам, геометрической форме и качеству получаемых колотых изделий. Большинство колотых изделий имеют плоскостную форму. Обеспечение качества этих изделий связано конфигурацией и размерами исходной заготовки камня, выбор которых осуществляется в соответствии с технологическими возможностями камнекольных прессов.

Выводы:

1. Разработана модель технологического процесса производства колотых изделий из природного камня камнекольным прессом;
2. Получена зависимость величины потерь сырья от производительности камнекольного пресса и геометрической конфигурации обрабатываемого камня и размеров получаемого изделия;
3. Выявлено, что при обработке камня на камнекольных прессах особое значение имеет соотношение высоты к ширине заготовки (Z'/Y'), определяющая площадь раскола. От величины этого соотношения

зависит качество поверхности раскола и силовые показатели: усилие и условное напряжение раскола;

4. Полученные результаты рекомендуются научно-исследовательским институтам, занимающимся разработкой новых конструкций камнекольных прессов, а также камнеобрабатывающим предприятиям, занятым производством колотых изделий из природного камня.

Использованная литература

1. Мамасаидов М.Т. Анализ себестоимости производства колотых изделий винтового камнекольного пресса [Текст] / М.Т.Мамасаидов, И.Э.Исаев. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2014. – №2. – 212 с.

2. Мамасаидов М.Т. Промышленные испытания опытного образца гидравлического камнекольного пресса ГКП-100 [Текст] / М.Т. Мамасаидов, М.М. Исманов, И.Э. Исаев // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУУ, 2015. – №1. – С.180 -189.

3. Мамасаидов М.Т. Создание и испытание опытного образца малого винтового камнекольного пресса ВКП-50 [Текст] / М.Т. Мамасаидов, М.М. Исманов, И.Э. Исаев // Наука. Образование. Техника. – Ош: КУУ, 2015. – №2. – С.170-179.

4. Алимов О.Д. Модели технологического процесса отделения блоков природного камня от массива [Текст] / О.Д. Алимов, М.Т. Мамасаидов. – Фрунзе: Илим, 1988. – 84 с.

5. Алимов О.Д. Конструктивные особенности и результаты промышленных испытаний камнекольного пресса ПКА-800 с гидравлическим приводом [Текст]: Сб. науч. трудов Инст. Автоматики АН Кирг. ССР. / [О.Д.Алимов, М.Т. Мамасаидов, А.Я. Хохлов и др.]. – Фрунзе: Илим, 1988. – С. 169-178.

6. Алимов О.Д. Результаты экспериментального исследования процесса направленного раскола природного камня [Текст] // [О.Д.Алимов, М.Т. Мамасаидов, А.Я.Хохлов и др.] Физ.-техн. проблемы разр. полезн. ископ. – Новосибирск: Наука, 1990. – №3. – С.52-57.