

## ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДИСКОВОГО АЛМАЗНОГО ИНСТРУМЕНТА, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ РЕЗАНИЯ ПРИРОДНОГО КАМНЯ.

*Трегубов Александр Васильевич, доцент, к.т.н, зав.кафедрой «ТМ», КГТУ им. И.Раззакова, (+996) 555 719364, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, E-mail: [altreg13@mail.ru](mailto:altreg13@mail.ru)*

*Карпушевич Зинаида Геннадьевна зав.отделом АДиМ КГТУ им. И.Раззакова, (+996) 779003725, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, E-mail: [kzg60@mail.ru](mailto:kzg60@mail.ru)*

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы влияния параметров дискового алмазного инструмента на производительность резания природного камня с целью повышения эффективности применения на камнеобрабатывающем оборудовании.

**Ключевые слова:** камнеобрабатывающие станки, дисковый алмазный инструмент, скорость резание, глубина резания, производительность распиловки, природный камень.

## THE MAIN PARAMETERS OF DISK DIAMOND TOOLS THAT AFFECT PERFORMANCE OF CUTTING NATURAL STONE.

*Tregubov A.V. associate professor, c.t.s., head of «TM» department, KSTU named after I.Razzakov A., (+996) 555 719364, Bishkek, Ch. Aitmatov ave 66, E-mail: [altreg13@mail.ru](mailto:altreg13@mail.ru)*

*Karpushevich Z.G. head of «ADN» department, KSTU named after I.Razzakov A., (+996) 555 719364, Bishkek, Ch. Aitmatov ave 66, E-mail: [kzg60@mail.ru](mailto:kzg60@mail.ru)*

**Abstract.** Considered the impact of disk parameters of diamond tools for stone cutting performance with a view to improving the application of the kamneobrabatyvayushhem equipment.

**Keyword:** Stone processing machines, diamond disk tool, cutting speed, cutting depth, sawing performance, natural stone.

### Введение

В настоящее время для производства облицовочных и архитектурных изделий из природного камня на камнеобрабатывающих станках широко применяется дисковый алмазный инструмент [1,3,4].

Основной технологической операцией на камнеобрабатывающих предприятиях Кыргызстана является распиловка блоков камня на плиты. Эта операция выполняется на ортогонально-фрезерных станках итальянских фирм «Терцаго» Т-12GM, Т-14GM и «БРА» Р-66, Р-40 [6]. В качестве инструмента для распиловки камня используются алмазно-дисковые пилы, которые представляют собой стальной диск армированный алмазонасными сегментами (рис.1).

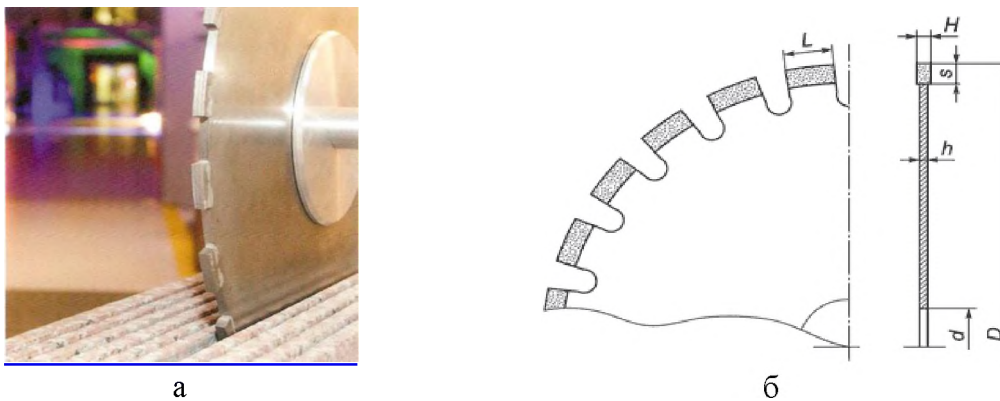


Рис. 1. Общий вид дискового алмазного инструмента: а- процесс распиловки природного камня на станке; б- конструктивная схема дисковой алмазной пилы.

На эффективность алмазно-дисковой распиловки камня существенное влияние оказывают режимы резания, глубина, ширина пропила и конструктивные параметры пилы и крепость природного камня.

У дисковой алмазной пилы главным рабочим параметром является наружный диаметр, который влияет на устойчивость инструмента и выбирается в зависимости от глубины (высоты) пропила по формуле:

$$D = 2 H_{\max} + 2 d_{\phi} = 2_{\Delta} H_{\max},$$

где  $H_{\max}$  – максимальная глубина (высота) пропила;  $d_{\phi}$  – диаметр прижимного фланца, мм;  $H_{\max} - 0,05 H_{\max}$  – припуск на технологический зазор, мм.

В свою очередь, глубина пропила выбирается в зависимости от требуемой ширины плиты, величина которой составляет 150-300 мм.

Режимы обработки природного камня алмазно-абразивным инструментом, характеризуются скоростями подачи и резания, а также величиной глубины резания за один проход инструмента. При дисковой распиловке большое значение имеет правильный выбор схемы обработки (рис. 2): «по подаче» (направление вращения инструмента и подачи заготовки совпадают (рис. 2а) и «против подачи» (направление вращения и подачи противоположны) (рис. 2б). При обработке на схеме «против подачи» образуется стружка толщиной от нуля до ее максимального значения, что повышает стойкость алмазного инструмента. В то же время,

при обработке «по подаче» осуществляется снятие стружки не с нуля, а с уже заданной толщины, что в конечном итоге снижает его износостойкость на 10 – 12%.

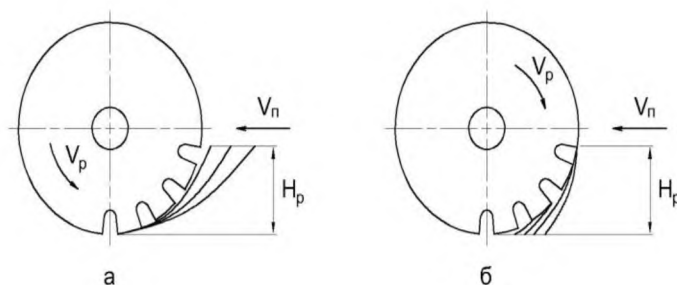


Рис.2. Схема основных формообразующих движений инструмента снятия стружки: а – при резании «против подачи»; б – при резании «по подаче»

Как следует из экспериментальных данных, опубликованных в работах [2.5], при резании гранита алмазным сегментным отрезным кругом диаметром 500 мм с U-образными пазми, зернистостью А50 с концентрацией 50% на связке М1, удельный износ алмазоносного слоя при встречном способе подачи инструмента в 2-3 раза выше, чем при попутном (рис.3). Повышенный износ обусловлен динамическим приложением тангенциальной нагрузки на алмазное зерно в начальный период его контактирования с распиливаемой породой. В результате неизношенное алмазное зерно вырывается из металлической связки, что существенно снижает время работы алмазоносных сегментов дискового инструмента.

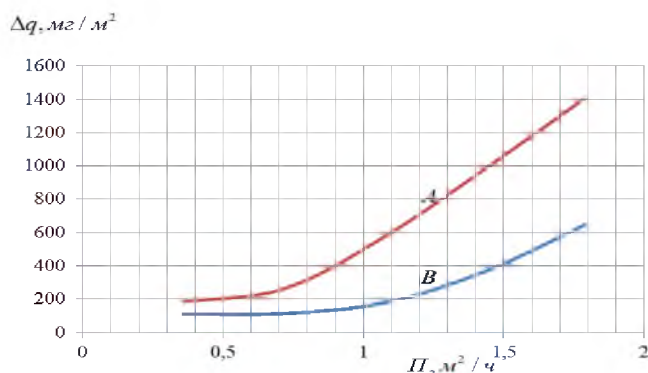


Рис.3. Зависимость удельного износа алмаза  $\Delta q$  от производительности с заданным условием ( $V_H=6$  м/мин,  $H=1; 2; 3; 4; 5$  мм) при: А – резании против подачи, В – резании по подачи

Уменьшить износ алмазоносного слоя при встречном способе подачи инструмента можно только обоснованно выбранными режимами резания и конструктивными параметрами инструмента, а также мерами по его интенсивному охлаждению.

В середине 80-х годов ведущие фирмы, производители камнеобрабатывающего оборудования, с целью повышения производительности распиловки камня пошли по пути увеличения максимальных диаметров алмазно-дисковых пил с 1000-1500 мм до 2500-3000 мм и скорости резания с 40-60 м/с до 90-100 м/с в зависимости от физико-механических свойств (абразивности и твердости) обрабатываемого камня. Это объясняется тем, что производительность ортогонально-фрезерных станков прямо-пропорционально зависит от глубины резания и скорости резания. Однако, как показала практика, увеличение наружного диаметра приводит к увеличению суммарной погрешности установки пилы на шпинделе

станка (рис.4), которая складывается из эксцентricности шпинделя и диска пилы, торцевого и радиального биения пилы, не перпендикулярности прижимного фланца оси шпинделя.

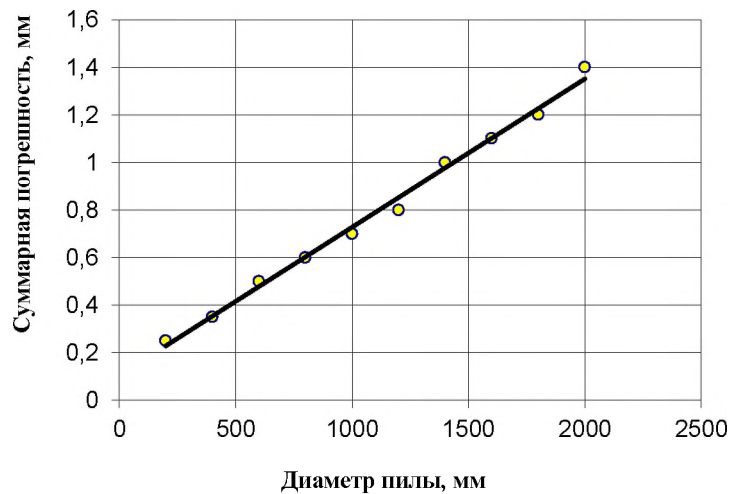


Рис.4. Зависимость суммарной погрешности от диаметра дисковой алмазной пилы.

Величина суммарной погрешности установки дисковых пил диаметром 2500-3000 мм составляет 1,5-1,6 мм. Если еще учесть минимальные погрешности самого станка, связанные с люфтами при продольном и поперечном перемещении пилы относительно стола, то суммарные погрешности увеличатся минимум на 0,3 мм и составляют 2 мм.

Кроме того, при увеличении наружного диаметра пилы для обеспечения требуемой боковой динамической жесткости, исключающей потерю устойчивости инструмента необходимо увеличить диаметр прижимного диска и толщину диска (рис.5). В свою очередь, увеличение толщины пилы в совокупности с суммарной погрешностью установки приводят к увеличению пропила, ширина которого становится соизмеримой толщине плиты (15-20 мм), и, соответственно, к повышению энергоемкости резания и потерь сырья.

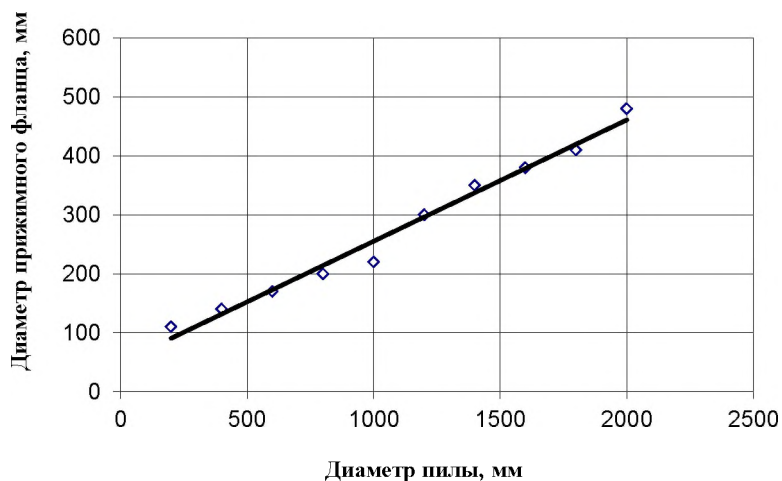


Рис.5. Зависимость толщины пилы от диаметра дисковой алмазной пилы.

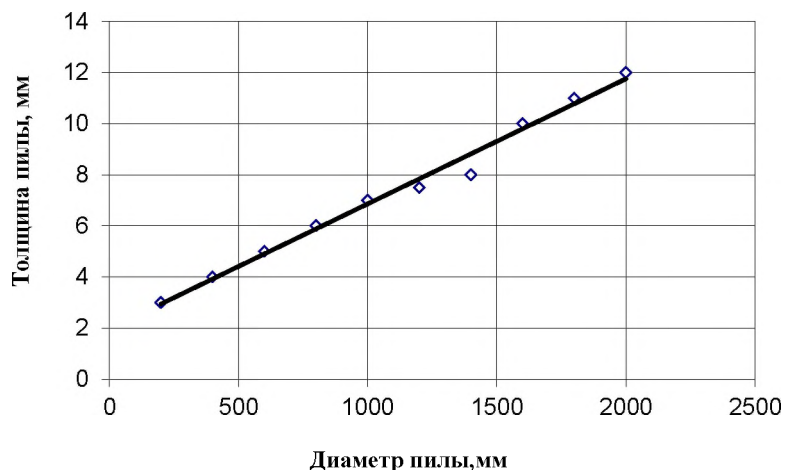


Рис.6. Зависимость диаметра прижимного фланца от диаметра дисковой алмазной пилы.

Необходимо отметить, что при использовании в ортогонально-фрезерных станках дисковых пил диаметром 2000-3000 мм и максимальных скоростях резания для нормального охлаждения инструмента и выноса шлама из зоны резания требуется подача охлаждающей жидкости объемом свыше 100 л/мин при минимальном рабочем давлении 0,3 МПа, что в два раза превышает аналогичные показатели станков Т-126М и Т14GM. Рекомендуемый объем охлаждающей жидкости определяется по формуле:

$$Q = D/25$$

где  $D$  – диаметр пилы.

Экспериментальные испытания, проведенные ИСМ Академии наук Украины, установлено, что увеличение скорости резания свыше 40 м/с приводит к повышенному износу алмазов вследствие возрастания тепловых и других величин.

Из диаграммы изменения критической скорости резания дисковой пилы в зависимости от ее диаметра (рис.7) видно, что для обеспечения устойчивой работы дисковых пил диаметром свыше 2000 мм критическая скорость резания не должна превышать 60 м/с, что 1,5 раза ниже установленной для ортогонально-фрезерных станков.

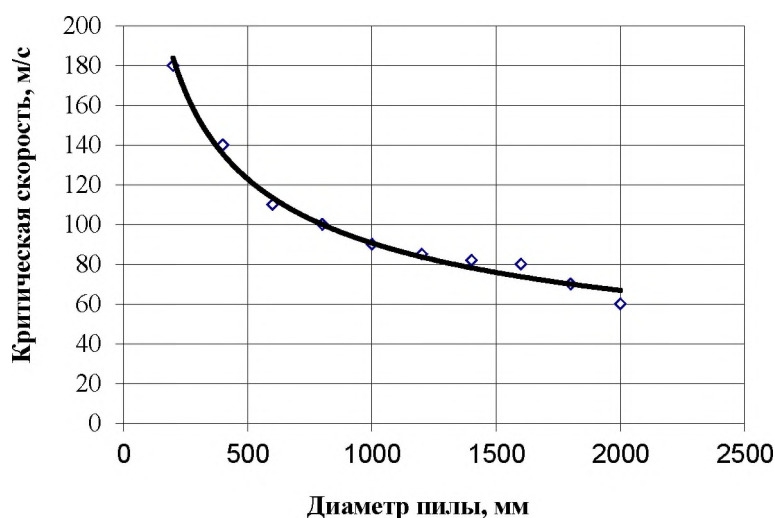


Рис.7. Зависимость критической скорости дисковой пилы от ее диаметра.

Обобщение зарубежного и отечественного опыта распиловки природного камня[6] показывает, что рациональная скорость резания изменяется в пределах от 20 до 80 м/с

зависимости от физико-механических свойств обрабатываемого материала (рис.5). Отсюда следует, что для обеспечения максимальной производительности и универсальности распиловочных станков для получения плиток из различных пород камней целесообразно оснащать эти станки инструментом, диаметр которого не превышает 1000 мм.

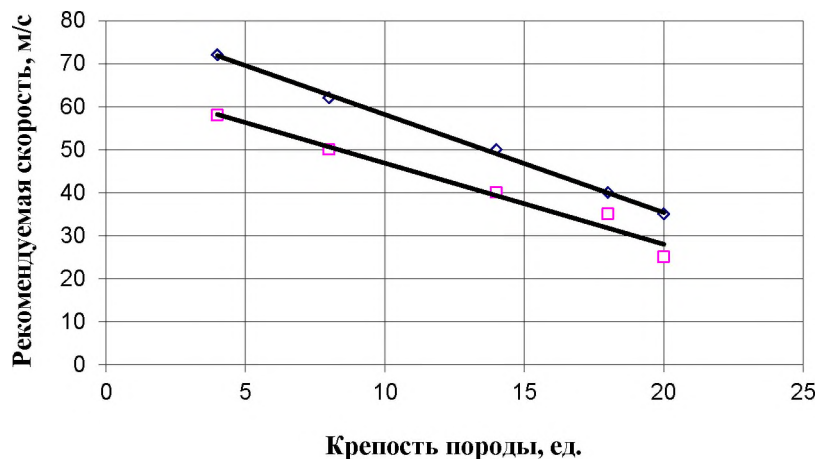


Рис. 5. Диаграмма рациональных скоростей резания для различных пород природного камня.

### Заключение

Анализ технологических схем распиловки камня показывает, что для получения плиток шириной 150-300 мм достаточно установить на ортогонально-фрезерных станках, выше указанных моделей, алмазные дисковые пилы диаметром 700-800 мм. Такое техническое решение позволит уменьшить ширину пропила до 10 мм, снизить потери сырья при распиловке на 34%, сократить расход охлаждающей жидкости на 50%, а скорость резания увеличить в два раза.

### Список литературы:

1. Алмазный инструмент. Каталог. М.: ВНИИАлмаз, 1985. 119 с.
2. Василевский В.В. Алмазный инструмент для резания горных пород // Разрушение горных пород механическими способами. М.: Наука, 1966. С. 160-167.
3. Добыча и обработка природного камня: Справочник под ред. А.Г. Смирнова. М.: Недра, 1990. 445 с.
4. Оборудование для производства облицовочных материалов из природного камня. Н.Г. Картавый, Ю.И. Сычев и др. М.: Машиностроение, 1988. 240 с.
5. Першин Г.Д., Митин А.Н. Расчёт количества контактов алмазных зёрен дискового камнерезного инструмента с распиливаемой горной породой // Добыча, обработка и применение природного камня: сб. науч. тр. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. унив-та им. Г.И.Носова, 2012. С. 142-150.
6. Проспекты итальянских фирм PELLEGRINI, TERZAGO, BRETON, BRA (1991-2011 г.г.).