

Ю.И.Сычев. Ю.Я.Берлин

РАСПИЛОВКА КАМНЯ



ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	
Часть 1. Введение в камнеобрабатывающее производство.....	4
Глава 1. Зарождение и развитие техники и технологии обработки камня.....	4
§1. Краткий исторический очерк.....	4
§2. Современное состояние и перспективы развития камнеобрабатывающего производства.....	10
Глава 2. Камнеобрабатывающие предприятия.....	12
§3. Общие сведения и понятия.....	12
§4. Структура камнеобрабатывающих предприятий.....	15
§5. Технология и оборудование камнеобрабатывающих предприятий.....	16
§6. Характеристика основных камнеобрабатывающих предприятий ССР.....	24
Глава 3. Организация труда при абразивной обработке камня.....	28
§7. Общие положения организации труда.....	28
§8. Традиционная форма организации труда.....	29
§9. Организация труда на основе бригадного подряда.....	32
§10. Диспетчеризация камнеобрабатывающих предприятий.....	34
Глава 4. Охрана труда на камнеобрабатывающих предприятиях.....	36
§11. Основные положения.....	36
§12. Общие правила техники безопасности.....	39
§13. Специальные правила техники безопасности.....	40
§14. Электробезопасность.....	43
§15. Пожарная безопасность.....	46
Глава 5. Охрана природы.....	48
§16. Общие сведения и понятия.....	48
§17. Охрана водных ресурсов на камнеобрабатывающих предприятиях.....	50
Часть 2. Станки и инструмент для распиловки камня.....	54
Глава 6. Камнераспиловочные станки.....	54
§18. Назначение и классификация станков.....	54
§19. Штирилевые станки.....	63
§20. Дисковые станки.....	83
§21. Станки с кольцевыми пилами (фрезами).....	104
§22. Станки с гибким рабочим органом.....	106
§23. Производительность станков.....	115
Глава 7. Камнераспиловочный инструмент.....	120
§24. Классификация.....	120
§25. Характеристика, конструкции и область применения пил.....	123
§26. Установка рабочего инструмента.....	139
Часть 3. Технология распиловки камня.....	147
Глава 8. Обилие положения.....	147
§27. Основные понятия о технологическом процессе распиловки.....	147
§28. Режимные параметры процесса распиловки.....	151
§29. Общие понятия об оптимизации процесса распиловки.....	152
§30. Технологическая оснастка.....	158
Глава 9. Основы теории распиловки камня.....	172
§31. Физическая сущность процесса распиловки.....	172
§32. Кинематические и энергосиловые параметры процесса распиловки.....	179
§33. Изнашиваемость рабочего инструмента при распиловке камня.....	187
§34. Пилимость камня.....	192
Глава 10. Способы распиловки камня.....	196
§35. Классификация и применение способов распиловки камня.....	196
§36. Распиловка штирилевыми неармированными пилами.....	197
§37. Распиловка щтирилевыми армированными пилами.....	219
§38. Распиловка дисковыми алмазными пилами.....	229
§39. Распиловка дисковыми и кольцевыми твердосплавными пилами.....	256
§40. Распиловка канатными неармированными пилами.....	261
§41. Распиловка канатными армированными пилами.....	265
§42. Распиловка ленточными алмазными пилами.....	267
§43. Распиловка баровыми армированными пилами.....	269
§44. Предупреждение брака и контроль качества распиловки.....	271
Глава 11. Контроль эксплуатации рабочего инструмента и восстановление его режущей способности.....	276
§45. Задачи и методы контроля.....	276
§46. Методы и средства измерения износа инструмента.....	277
§47. Восстановление режущей способности инструмента.....	288
Глава 12. Механизация и автоматизация камнераспиловочного производства.....	293
§48. Общие сведения и понятия.....	293
§49. Комплексная механизация процессов распиловки.....	295
§50. Автоматизация процессов распиловки.....	300
Список литературы.....	316
Предметный указатель.....	317

ББК 38.342
С 95
УДК 679.85.02(075.32)

Рецензенты: главный технолог Московского комбината строительных материалов Л. Г. Кипнес и главный технолог завода железобетонных конструкций Мосметростроя В. И. Бабкин

Сычев Ю. И., Берлин Ю. Я.

С 95 Распиловка камня: Учеб. для проф.-техн. училищ. — М.: Стройиздат, 1989. — 320 с.: ил.
ISBN 5-274-00568-3

Даны общие сведения о камнеобрабатывающем производстве. Приведена классификация и технические характеристики камнераспиловочного оборудования. Изложены основы теории и способы распиловки камня, основные положения механизации и автоматизации технологического процесса. Уделено внимание мероприятиям по повышению качества и снижению материалоемкости продукции.

Для учащихся профессионально-технических училищ. Учебник может быть использован при профессиональном обучении рабочих на производстве.

3300000000—415
047(01)—89 131—89

ББК 33.312

Учебное издание

Сычев Юрий Иванович
Берлин Юлий Яковлевич
РАСПИЛОВКА КАМНЯ

Редактор Н. Е. Либман
Научно-технический редактор Н. А. Шиляев
Технический редактор Н. П. Удалова
Корректор Н. А. Степанова
ИЗД М 4080

Сдано в набор 09.06.88. Подписано в печать 30.01.89. Т-07029. ч. 1/1057. л. 16, 19. Усл. пр-отт. 17.01. Уч.-изд. л. 18, 22. Гаряч. 10.800
Н.д. № АУ-89. Заказ № 131. Цена 45 коп.

Стройиздат, 101412 Москва, Калининская ул., 23а

Полиграфическая типография Союзполиграфпрома при Государственном
комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли
г. Москва, г. Владивосток, Октябрьский проспект, д. 7

ISBN 5-274-00568-3

8903354

Московский институт
строительства и архитектуры

ПРЕДИСЛОВИЕ

В условиях коренной перестройки управления экономикой страны, определенной XXVII съездом КПСС, особое значение приобретают вопросы подготовки трудовых резервов в системе профтехобразования.

Существенное значение в этом важном деле имеет увеличение выпуска учебной литературы для профессионально-технических училищ, отражающей современный уровень развития науки и техники.

Настоящий учебник предназначен для учащихся средних профессионально-технических училищ, обучающихся по специальностям «распиловщик камня» и «наладчик оборудования по обработке камня». Учебник написан в соответствии с программой, утвержденной Государственным комитетом СССР по профессиональнотехническому образованию.

В учебнике отражены последние достижения науки и техники в области распиловки природного камня в СССР и других наиболее развитых странах, обобщен передовой опыт новаторов производства ведущих камнеобрабатывающих предприятий Советского Союза, изложены новые прогрессивные формы и методы работы.

Использование книги в учебном процессе, несомненно, будет способствовать подготовке высококвалифицированных рабочих, способных трудиться с наибольшей отдачей в условиях современного высокомеханизированного камнеобрабатывающего производства.

Авторы выражают благодарность рецензентам за полезные советы при подготовке учебника к изданию.

ЧАСТЬ 1. ВВЕДЕНИЕ В КАМНЕОБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ПРОИЗВОДСТВО

Глава 1. ЗАРОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ КАМНЯ

§ 1. Краткий исторический очерк

В каменном веке — древнейшем культурно-историческом периоде (около 800—5 тыс. лет до н. э.) камень служил основным материалом для изготовления топоров, молотов, рубил, мотыг, ножей, наконечников стрел и копий, булав, броши, гребней, статуэток, возведения культовых сооружений и устройства жилищ. Такое исключительно важное значение каменных материалов в жизни первобытного общества определило само название эпохи, длившейся сотни тысяч лет до начала освоения человеком металла¹.

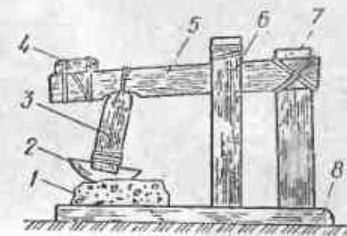
В технике обработки камня в каменный век произошел переход от грубых и примитивных ручных рубил к разнообразным режущим и колющим орудиям. Человек в этот период постепенно осваивал ударную обработку (раскалывание, теску и т. д.), сверление, распиловку и шлифовку камня. Освоение первобытным человеком основных операций и приемов обработки камня происходило примерно в такой последовательности: откалывание — ранний и средний палеолит (800—35 тыс. лет до н. э.); раскалывание, рассланование, расщепление, грубая теска, отжимная ретушь — поздний палеолит (35—10 тыс. лет до н. э.); распиловка, доводочная теска (пикетаж), сверление шлифовка-полировка — неолит (10—5 тыс. лет до н. э.).

Таким образом, в основе обработки камня на стадии ее зарождения лежали ударные способы воздействия орудия труда на камень — от мощных воздействий (при разбивке крупных кусков горной породы) до легчайшего постукивания (при мелкой или даже дюймовой ударной обработке, так называемой ретуши). Одновременно с развитием ударной техники совершенствовалась и техника обработки камня давлением и импульсом (расщепление, раскалывание, рассланование). Большую роль сыграло при этом освоение первобытным человеком приемов раскалывания камня с использованием промежуточного элемента (посредника) в виде каменного зубила или закольника, по которому наносился удар молотком.

Основные приемы обработки камня (распиловка, шлифовка-полировка, сверление) были освоены первобытным человеком в неолите, причем в качестве каменных орудий использовались топоры, резаки, кирки, долота, булавы. Специальные места, где первобытный человек обрабатывал камень, назывались «каменными кузницами». На территории нашей страны каменные кузницы неолитического человека обнаружены археологами вблизи Иркутска. Основ-

Рис. 1. Первобытный станок для распиловки камня

- 1 — распилываемый камень; 2 — рабочий инструмент — пластина кремния; 3 — подвеска; 4 — пригруз из камня; 5 — балка; 6 — направляющая стойка; 7 — несущая стойка; 8 — фундаментная доска



ным природным каменным материалом здесь был нефрит, который обрабатывали раскалыванием, распиловкой, шлифовкой, сверлением. Для получения первичных заготовок большие глыбы камня раскалывали на костре, затем обливали водой, в результате чего они распадались на более мелкие части. Распиливали нефрит плоскими листовидными пилами из прочных горных пород, подсыпая влажный кварцевый песок.

В эпоху неолита появляются первые механизмы и примитивные станки для распиловки камня с рабочим инструментом в виде остро отточенной листовидной пластины (пилы), совершающей возвратно-поступательное движение при помощи механизма с маятниковой подвеской (рис. 1). Материалом для пилы служили кремний, кварцит, роговик, плотный сланец. Привод такого станка осуществлялся за счет мускульных усилий человека. Для сверления камня использовали полую кость, ее ставили вертикально и приводили во вращение тетивой лука; под рабочий торец кости подсыпали увлажненный песок. Шлифовали (полировали) камень на специальных плитах, чаще всего из песчаника с подсыпкой влажного кварцевого песка.

Большой толчок развитию техники обработки камня дало изобретение гончарного круга, на базе которого впоследствии были созданы ручные точилы для шлифовки и устройства для обработки чащ, ваз, горшков и других тел вращения.

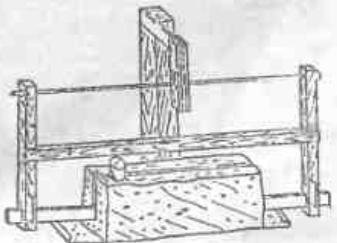
Существенный прогресс в технике обработки камня связан с началом использования инструмента из металла. Так, в период I династии Древнего Египта (4—3 тыс. лет до н. э.) для тески камня применяли бронзовые долота, а для распиловки — полосовые (штрипсовые) пилы с медным корпусом, которые работали со свободным абразивом (кварцевым песком) или с закрепленным абразивом (вскакенными в корпус зернами твердых минералов: корунда, алмаза, берилла, топаза и др.). Таким образом, получены заготовки различных гранитных саркофагов и базальтовые плиты пола пирамид Ху-Фу.

С изготавлением металлического инструмента спаяно и появление универсального камнераспиловочного средства — двуручной пилы (рис. 2), которая была занесена в деревообработку и использовалась для распиловки камня практически до середины XIX в. Часовая производительность этого примитивного средства распиловки составляла на граните — 0,012, на мраморе — 0,018 и на известняке — 0,25 м²/ч, что в сотни раз ниже производительности современных средств штрипсовой распиловки камня.

При рабовладельческом строе технические приемы обработки камня основывались исключительно на ручном труде. В эпоху феодализма, несмотря на более высокий уровень развития производи-

¹ Каменный век подразделяется на древний или палеолит (от латинского «*palaio*» — древний и «*lithos*» — камень) и новый или неолит. Палеолит, в свою очередь, делится на ранний, средний и поздний.

Рис. 2. Двуручная пила для распиловки камня



тельных сил, камень обрабатывали с использованием ручных орудий труда. Однако уже в этот период примитивные устройства начинают вытесняться более совершенными установками для распиловки, тески и шлифовки камня.

В Европе развитие техники и технологии обработки камня было в значительной мере обусловлено общим ростом технического уровня средств производства, особенно в эпоху Возрождения (XIV—XVI вв.). В Италии, имевшей традиционно высокую культуру камня, расцветающие науки, искусства и техники в этот период привели к значительным усовершенствованиям технических средств добычи и обработки камня. В сборнике рисунков великого художника и ученого итальянского Возрождения Леонардо да Винчи «Кодекс Атлантикус», хранящемся в Милане и включающим свыше 1700 листов, содержится первый технический чертеж штробового камнераспиловочного станка с кулисным приводом пильной рамы (рис. 3).

В средневековых государствах Европы в строительстве использовали наряду с мрамором и прочие породы (гранит, базальт, кварцит). Из них возводили массивные замки, оборонительные стены вокруг городов и другие сооружения.

В России в этот же период широко применяли подмосковные известняки, что обусловило расцвет белокаменной архитектуры. Первые белокаменные стены Московского Кремля были возведены в 1367 г. О каменоломнях Подмосковья с 1462 г. упоминают писцовые книги «Приказа каменных дел» Московского государства. Одна из архитектурных записей свидетельствует, что крестьяне Лазарь Ларин подрядился в 1691 г. поставить на строительство собора в Переяславле Рязанском пять тысяч штук «ступенного доблого мичковского камня». Необходимые строительные детали из известняка (ступени, накрывающие плиты и т. д.) изготавливали теской вручную непосредственно из карьера, для этого обычно привлекали тысячи камнеломов и камнетесов из крестьян. Мастеров и подмастерьев каменных дел вербовали из свободных ремесленников.

В XVII—XVIII вв. в наиболее развитых странах Европы в пригородах машин и механизмов начинает использоваться энергия воды и ветра, а основным двигателем в промышленном производстве становится водяное колесо. В этот период камнеобработка выделяется в самостоятельную отрасль промышленности с организацией достаточно крупных предприятий. В России этот процесс приходится на эпоху Петра I (первая четверть XVIII в.). «Постройка Петербурга, — писал академик А. Е. Ферсман, — положила начало новой технике обработки камня и созданию камнеобрабатывающей промышленности в России». Камень был важнейшим строительным ма-

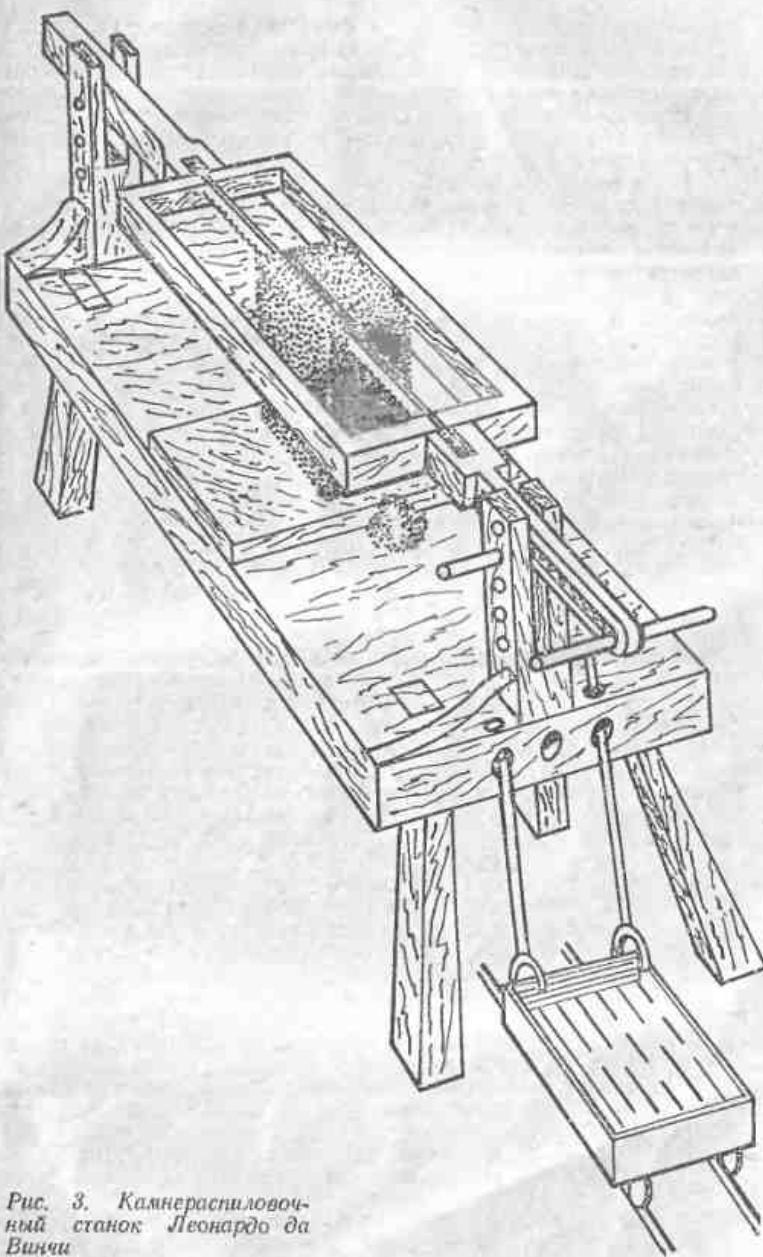


Рис. 3. Камнераспиловочный станок Леонардо да Винчи

терилом при строительстве новой столицы, в больших количествах его применяли при кладке фундаментов, для облицовки дворцов, набережных, мостов, при возведении монументальной скульптуры, мosaичных площадей и мостовых.

Первым отечественным камнеобрабатывающим предприятием считается Петергофская гравильная фабрика, основанная по уточненным данным в 1723 г.

Резко возросшая потребность в изделиях из камня в царствование Елизаветы (середина XVIII в.), вызванная увеличением объемов дворцового и монументального строительства в Петербурге и Москве, привела к значительному расширению камнеобрабатывающего производства в России и прежде всего на Урале, располагавшем крупными запасами разнообразных мраморов и самоцветного сырья. В Екатеринбурге и его окрестностях на месте мелких кустарных камнерезных производств возникает несколько крупных камнерезных предприятий с машинной обработкой камня. Первая такая фабрика, построенная под техническим руководством талантливого русского механика и конструктора Никиты Бахорева, была введена в эксплуатацию в начале 1747 г., о чем имеется следующая запись в архивных документах: «... действуемой водою машинюю разрезан мраморной сипей камень длиною в одни аршины и в пять с половиной вершка, шириню в девять вершков через четырнадцать часов... если показанный камень резать пилою через человеческую силу, то б три человека разрезали в шесть дней...» Иными словами, производительность машинной распиловки превысила производительность ручного труда в 6 раз, а выработка на одного работающего увеличилась в 18 раз! Интересно, что Бахорев, несмотря на очевидный успех, продолжал и дальше совершенствовать конструкцию своих станков. Летом 1747 г. с Екатеринбургской камнерезной фабрики была отправлена первая партия мраморных изделий машинного производства. Станочный парк фабрики в это время состоял из шести распиловочных станков (четырех штруссовых и двух дисковых), двух шлифовальных, двух полировальных, пяти гравировальных и др. В 1752 г. в Екатеринбурге работали уже три камнерезные фабрики, а в находящемся неподалеку поселке Мраморское действовал существующий и ныне Мраморный камнерезный завод.

Таким образом, уже в середине XVIII в. в России на базе уральских мраморных месторождений образовался мощный для того времени промышленный комплекс по обработке камня. Только на добыче мрамора в уральских каменоломнях в это время работало около 300 человек, добывалось ежегодно свыше 130 м³ блоков; еще примерно 200 человек работало на екатеринбургских фабриках. В историю техники обработки камня вошли имена уральских камнеобрабатчиков-умельцев Кирилла Шагова и Матвея Несенцева, талантливого механика-конструктора и организатора производства Ивана Сусорова.

В 1851 г. на Екатеринбургском заводе была произведена первая в России машинная распиловка прочного камня (дисковыми пилами).

В 70-х гг. XVIII в. в отрогах Алтая создается крупная Колыванская шлифовальная фабрика (на базе месторождений пыши и порфира), оборудованная так называемой мельницей, которая приводилась в действие силой водоналивного колеса.

Основатель фабрики — русский умелец Филипп Васильевич

Стрижков, изобретатель первого универсального профилюровочного станка для обработки камня. В 1801 г. Стрижков модернизировал штруссовые распиловочные станки Колыванской фабрики, заменив колеса большого диаметра и коленчатые валы главного привода кривошипно-шатунным механизмом, а канатные подвески пильной рамы на цепные. Такое усовершенствование конструкции значительно улучшило эксплуатационные показатели камнеаспиловочного оборудования.

Подлинную техническую революцию в промышленном производстве произвело изобретение в середине XVIII в. парового двигателя, принципиально изменившего конструкцию привода рабочих машин.

С 1880 г. на промышленных предприятиях наиболее развитых стран начали использовать электроприводы станков с групповым (через систему трансмиссий), а позже с индивидуальным приводом. На камнеобрабатывающих заводах Италии, Германии, Франции вводятся в эксплуатацию камнеаспиловочные, шлифовально-полировальные и фрезерно-окантовочные станки, снабженные индивидуальным электроприводом. Станки конструировались таким образом, чтобы станина и электродвигатель, смонтированные на общем основании, составляли единое целое, благодаря чему отпадала необходимость в индивидуальной трансмиссии или контрприводе. На отечественных камнеобрабатывающих предприятиях, в частности, на фабрике Верфеля в Петербурге, такое оборудование начали применять в начале XX в.

Первые станки для обработки камня с индивидуальным электроприводом, конструктивный принцип которых был заимствован у металлорежущего оборудования того времени, послужили прототипом современных камнеобрабатывающих станков. Большое влияние на конструкцию и рабочие параметры камнеобрабатывающего оборудования оказало создание прогрессивных видов исполнительных органов и инструментов: искусственного шлифовального круга (1859 г.), алмазной дисковой пилы (1885 г.), пневматического молотка (1897 г.), канатной пилы (1890 г.) и др.

После отмены в России в 1861 г. крепостного права приток дешевой рабочей силы для добычи (ломки) камня резко сократился. С этого времени камнеобработка в России вступила в полосу угасания. К началу XX в. в России насчитывалось примерно 60 мелких каменоломен (в Карелии, на Урале, Украине, Алтае, в Крыму, под Петербургом и под Москвой) и 14 камнеобрабатывающих предприятий (в Петербурге, Москве, Екатеринбурге, Киеве, Житомире, Сортавале, Колывани, Мраморском и др.), имевших годовую производительность около 11 тыс. м³ блоков и 60 тыс. м² облицовочных изделий (поколынь, плит, ступеней, карнизов, парапетов и т. д.).

На операциях обработки камня преобладал тяжелый ручной труд (камнеобрабатывающие станки импортного производства применялись лишь в единичных случаях).

За годы Советской власти ранее отсталая и кустарная промышленность по добыче и обработке облицовочных материалов из природного камня развилась в мощную индустриальную отрасль материального производства, располагающую современной техникой и технологиями, крупной научной базой и квалифицированными кадрами. За последние 20 лет производство облицовочных материалов из природного камня в нашей стране возросло примерно в 11 раз, что соответствует среднегодовому темпу роста около 50 %.

§ 2. Современное состояние и перспективы развития камнеобрабатывающего производства

В мире ежегодно добывается свыше 9,5 млн. м³ блоков облицовочного камня, которые перерабатываются на 150—180 млн. м² различных изделий, преимущественно плит для облицовки зданий и сооружений.

По масштабам добычи и обработки камня Советский Союз занимает ведущее место в мире, добывая около 0,7 млн. м³ блоков и производя свыше 10 млн. м² изделий в год (1 место — у Италии, добывающей около 2,7 млн. м³ блоков и выпускающей примерно 60 млн. м² изделий в год).

Научно-технические достижения последних лет (термоинструмент для вырезки и лассировки блоков прочных изверженных горных пород, алмазный канат для выпиливания монолитов из массива и разделки монолитов на блоки, незривчатые расширяющиеся составы (НРС) для раскалывания горных пород, скоростные распиловочные станки с штрапсовыми алмазными пилами, ортогональные распиловочные станки, поточные линии и автоматические системы управления, микроэлектроника и робототехника) способствовали превращению камнеобработки в современное промышленное производство с высокоразвитой заводской технологией, характеризующейся следующими основными чертами: машинным (станочным) характером обработки камня на всех технологических операциях, автоматизацией и комплексной механизацией основных и вспомогательных операций, поточностью технологического процесса, комплексностью использования сырья и утилизацией отходов.

Применение нового высокопроизводительного камнеобрабатывающего оборудования с высоким уровнем автоматизации обеспечило резкое увеличение выработки на одного работающего и возможность многостаночного обслуживания.

Достаточно сказать, что замена (1960—1965 гг.) устаревших распиловочных станков с штрапсовыми неармированными пилами (абразив — песок) станками с штрапсовыми алмазными пилами позволила сократить удельную трудоемкость распиловки 1 м² мрамора в 8—10 раз и примерно во столько же раз увеличить производительность труда на этой операции. На многих камнеобрабатывающих предприятиях широко практикуется

многостаночная система обслуживания оборудования, например один распиловщик камня осуществляет контроль за работой двух — четырех штрапсовых станков, а шлифовщик-полировщик — двух-трех мостовых шлифовальных станков.

Существующий отечественный станочный парк насчитывает свыше 3 тыс. единиц камнеобрабатывающего оборудования разнообразных моделей, 35—40 % которых приходится на долю импортного оборудования. В настоящее время в СССР выпускается около 20 различных моделей камнеобрабатывающих станков. Перед советскими машиностроителями поставлена задача резкого улучшения качества машиностроительной продукции, в том числе и камнеобрабатывающего оборудования с доведением его до уровня лучших мировых образцов.

В одиннадцатой пятилетке были обеспечены значительные темпы роста выпуска облицовочных материалов, составляющие примерно 10 % ежегодно. Средняя производительность труда, измеряемая объемом товарной продукции на одного работающего, возросла за этот период на 11,2 % (с 9,8 до 10,9 тыс. руб. в год).

Однако в последнее время паряду с известными достижениями наблюдались замедление темпов роста уровня производства облицовочных материалов и производительности труда на отдельных предприятиях, значительные потери сырья при добыче и обработке, диспропорции в производстве блоков¹, недостаточно высокое качество выпускаемой продукции и т. д.

Основные направления развития камнеобрабатывающего производства в нашей стране в соответствии с общей задачей перестройки и ускоренного развития социалистической экономики, поставленной XXVII съездом КПСС, сводятся к следующему: интенсификация технологических процессов обработки камня за счет оптимизации режимов, совершенствования оборудования и инструмента, организации поточного производства; разработка и внедрение новых видов отечественного камнеобрабатывающего оборудования на уровне лучших мировых образцов; резкое улучшение качества выпуска-

¹ Несоответствие выпуска блоков существующей потребности камнеобрабатывающих предприятий, обуславливающее дефицит сырья.

емых облицовочных изделий; освоение выпуска новых высокоеффективных облицовочных изделий, в том числе из отходов камнеобрабатывающего производства; повышение уровня автоматизации и комплексной механизации производственных процессов; внедрение малоотходных и безотходных технологий.

Значительная потребность современного строительства в высококачественных и долговечных отделочных материалах обуславливает необходимость дальнейшего увеличения объема производства изделий из облицовочного камня. Достижение прироста продукции предусмотрено обеспечить в основном путем технического перевооружения и реконструкции действующих предприятий по добыче и обработке камня с интенсификацией существующих производственных процессов и внедрением новых высокоеффективных технологий и оборудования.

Глава 2. КАМНЕОБРАБАТЫВАЮЩИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

§ 3. Общие сведения и понятия

Государственные предприятия в СССР, наряду с кооперативными, — основное звено единого народнохозяйственного комплекса. Экономические и правовые основы хозяйственной деятельности государственных предприятий установлены Законом СССР о государственном предприятии (объединении).

В соответствии с этим законом государственное предприятие является социалистическим товаропроизводителем, трудовой коллектив которого, используя на правах хозяина общнародную собственность, создает и приумножает народное богатство, обеспечивает сочетание интересов общества, коллектива и каждого работника.

Деятельность предприятия строится на основе его государственного плана экономического и социального развития как важнейшего инструмента реализации экономической политики КПСС и Советского государства.

Камнеобрабатывающее предприятие, находящееся на самостоятельном балансе, представляет собой разновидность государственного предприятия, действующего на

принципах полного хозяйственного расчета и самофинансирования.

Как и всякое другое государственное предприятие, оно имеет устав, со дня утверждения которого становится юридическим лицом, пользуется правами и выполняет обязанности, связанные со своей деятельностью, обладает обособленной частью общенародной собственностью.

Каждое камнеобрабатывающее предприятие имеет собственное название, печать со своим наименованием и изображением Государственного герба СССР или союзной республики (в зависимости от подчиненности предприятия), расчетный счет в Госбанке СССР. Организационно оно представляет собой производственную единицу — комбинат, завод или карьерауправление, имеющее в своем составе отдельные камнеобрабатывающие подразделения (цехи, отделения, участки). Производственная деятельность подразделений предприятия строится на началах внутреннего хозяйственного расчета.

Для выполнения своих функций камнеобрабатывающее предприятие набирает работников, приобретает машины (станки) сырье, материалы, организует производственный процесс, реализует готовую продукцию, ремонтирует основные фонды, имеет систему учета и отчетности.

Государственное предприятие является производственным звеном определенной отрасли материального производства. Группы предприятий, сходных по виду выпускаемой продукции или технологии и занимающих определенное место в системе расширенного социалистического воспроизводства, образуют отрасли производства.

Камнеобрабатывающие предприятия входят в состав подотрасли по добыче и обработке облицовочных материалов из природного камня, которая является составной частью промышленности строительных материалов, одной из важнейших отраслей народного хозяйства нашей страны.

В настоящее время в СССР работает около 200 камнеобрабатывающих предприятий, которые в основном представлены комбинатами или заводами, производящими, главным образом, облицовочные материалы из природного камня для нужд строительства, а также това-

ры народного потребления. Отдельные комбинаты объединяют несколько заводов, например Московский камнеобрабатывающий комбинат состоит из трех заводов.

Камнеобрабатывающие предприятия могут быть классифицированы по следующим признакам: соподчиненности, виду выпускаемой продукции, производственной мощности, условиям размещения на территории страны.

По соподчиненности различают предприятия автономные и подчиненные. Автономные предприятия — это камнеобрабатывающие комбинаты, самостоятельные камнеобрабатывающие заводы, карьераоуправления, комбинаты строительных материалов и др., и состоящие в ведении вышестоящего органа. Подчиненные предприятия — заводы (в составе камнеобрабатывающих комбинатов) и отдельные камнеобрабатывающие цеха (в составе карьераоуправлений, комбинатов строительных материалов), находящиеся в ведении соответствующего автономного предприятия.

В зависимости от вида выпускаемой продукции камнеобрабатывающие предприятия могут быть специализированными, производящими продукцию ограниченной номенклатуры из одной горной породы, или комплексными (смешанными), выпускающими облицовочные материалы широкой номенклатуры из различных горных пород.

По производственной мощности, измеряемой обычно объемом готовой продукции в тыс. м²/год, все камнеобрабатывающие предприятия в соответствии с классификацией комиссии СЭВ по сотрудничеству в области строительства подразделены на два класса: при производстве плит из прочного камня 1 класс — до 20 тыс., 2 класс — до 40 тыс. м² плит/год; при производстве плит из камня средней прочности 1 класс — до 100 тыс., 2 — до 200 тыс. м² плит/год. Большинство действующих камнеобрабатывающих предприятий относится к I классу.

По классификации «Союзгипроперуда», рекомендуются камнеобрабатывающие предприятия следующей мощности: при производстве плит из прочного камня — 25, 50, 100, 200 тыс. м² плит/год; при производстве плит из камня средней прочности — 50, 100, 200, 300, 500 тыс. м² плит/год.

В зависимости от условий размещения на территории

страны камнеобрабатывающие предприятия могут быть подразделены на две группы: приближенные к источникам сырья, т. е. к разрабатываемым месторождениям облицовочного камня (Саяногорский комбинат «Саянмрамор», Кондопожский, Коелгинский, Мраморский и Янцевский — камнеобрабатывающие заводы, комбинат «Ээсти доломит» и др.), и размещенные в местах основного потребления выпускаемой продукции (Московский камнеобрабатывающий комбинат, Ленинградский комбинат облицовочных и строительных материалов, Киевский завод «Гранит», Бакинский и Ташкентский мраморные заводы, Минский завод облицовочных материалов и др.).

Большинство камнеобрабатывающих предприятий относится к первой группе. На территории страны они размещены неравномерно, в основном в местах нахождения наиболее крупных разрабатываемых месторождений облицовочного камня.

§ 4. Структура камнеобрабатывающих предприятий

Структура камнеобрабатывающего предприятия (комбината или завода) должна соответствовать технологическим схемам обработки камня и обеспечивать производство готовой продукции установленной номенклатуры из исходного блочного сырья. На территории предприятия в определенном порядке размещают здания с находящимися в них производственными участками, сопутствующими службами и закрытыми складами, а также сооружения в виде открытых складских площадок, автомобильных дорог, рельсовых путей и т. д.

В состав автономного камнеобрабатывающего предприятия входят главный корпус, склад блочного сырья, склад готовой продукции, а в некоторых случаях и отделение гермоструйной обработки.

Главный корпус — одновэтажное многопролетное здание, в котором размещаются основные производственные участки, соответствующие процессам обработки камня: распиловочный, окантовочный, шлифовально-полировальный и др., а также все сопутствующие службы.

Смежные производственные участки обычно изолируют звукопоглощающими стенами или перегородками. Окантовочный и шлифовально-полировальный участки часто объединяют в одно отделение.

К сопутствующим службам относят пульпо-насосную станцию (на участке распиловки), котору цехового персонала, помещение ОТК, трансформаторные подстанции, ремонтные пункты, участок восстановления инструмента и т. д.

Блочное сырье обычно хранят на открытой площадке с бетонным покрытием. Такой склад оборудуют подъездно-ковшовым краем грузоподъемностью 25–30 т. Склад сырья связывают с главным корпусом рельсовым путем для передаточных или станочных тележек или автомобильной дорогой. Для доставки блоков с карьеров склад имеет вводы железной и автомобильной дорог под грузоподъемные средства.

Склад готовой продукции — одноэтажное неотапливаемое здание с бетонным полом. Размеры склада назначают с учетом обеспечения минимального срока хранения готовой продукции — 30 календарных суток. Склад оборудуют подъемно-транспортными средствами грузоподъемностью 5 т и связывают автомобильной дорогой с главным корпусом и ближайшей железнодорожной станцией. Транспортирование готовой продукции из главного корпуса на склад осуществляется обычно электропогрузчиками грузоподъемностью 2–3 т. Наряду с хранением готовой продукции в закрытом помещении на многих камнеобрабатывающих предприятиях с целью экономии складских площадей облицовочные материалы из прочного камня хранят на открытых площадках.

Отделение термоструйной обработки располагают вблизи главного корпуса со стороны участка распиловки. Обычно его устраивают под навесом в виде ряда призывающих друг к другу индивидуальных кабин для каждого каменотеса-термиста. Кабины имеют вывод рельсового пути наружу под грузоподъемные средства, так как обработка камня в кабинах осуществляется обычно на рельсовых тележках.

§ 5. Технология и оборудование камнеобрабатывающих предприятий

Технология (от греческого *lēchnē* — искусство, мастерство, умение) — совокупность приемов и способов получения, обработки или переработки сырья, материалов,

полуфабрикатов или изделий, осуществляемых в различных отраслях промышленности. Технологией или технологическими процессами называют также операции добычи, обработки, переработки, транспортирования, складирования и хранения. Технологией принято также называть описание производственных процессов, инструкции по их выполнению, технологические правила, карты и др.

Под технологией камнеобработки понимается совокупность технологических процессов, в результате которых облицовочному камню придаются определенная форма и установочные размеры, а его лицевой поверхности — заданная фактура.

Все технологические процессы обработки камня основаны на его направленном разрушении, способ, стадия и вид которого определяют различия процессов и их названия. По способу разрушения различаются обработка резанием (в основном абразивная), скальванием (преимущественно ударная) и нагревом (термическая); по стадии разрушения — обработка по форме и размерам и фактурная; по виду разрушения — обработка приближенная и точная (рис. 4).

Абразивная обработка производится алмазным, реже рядовым абразивным режущим инструментом или с помощью свободного абразива (технической дроби). Ударная обработка осуществляется путем панесения ударов по камню специальным инструментом. Термическая обработка основана на нагреве путем воздействия на поверхность камня высокотемпературной газовой струи, извергающейся из сопла термоструйного инструмента со сверхзвуковой скоростью. В последнее время разрабатываются новые способы обработки, т. е. направленного разрушения камня: плазменная резка, ультразвуковая обработка, разрушение с помощью лазера, инфракрасным излучением высокой плотности, токами высокой частоты и др.

Обработка камня любым способом выполняется по единой технологической схеме: приближенная обработка изделия по форме и размерам → точная обработка изделия по форме и размерам → фактурная обработка.

В зависимости от способа разрушения камня к приближенной обработке относятся: распиловка, расколка, околка и ошлифовка, приближенная термообработка; к

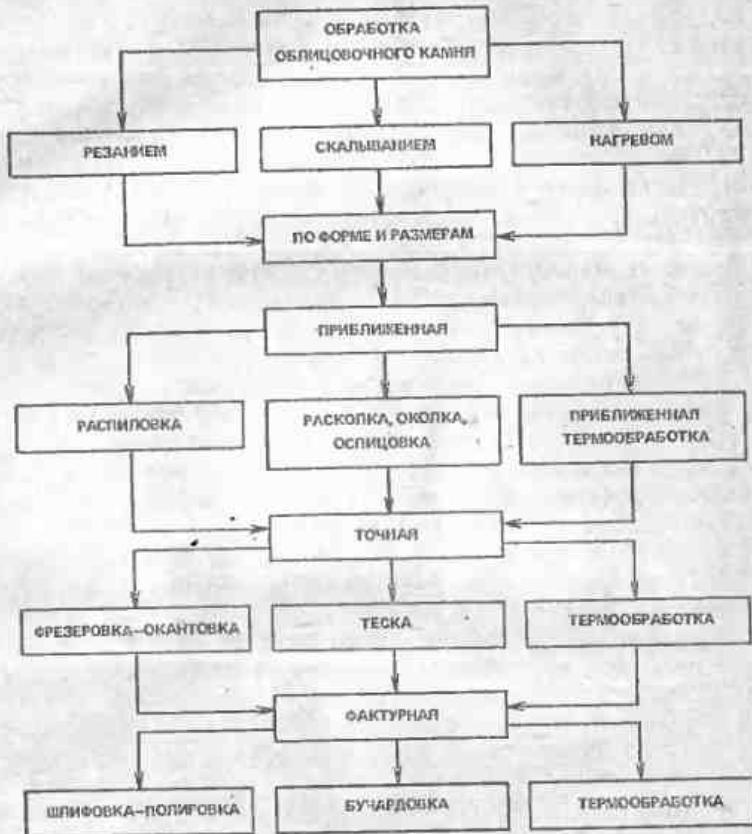


Рис. 4. Структурная схема процессов обработки камня

точной — фрезеровка (окантовка), теска, термообработка; к фактурной — шлифовка и полировка, теска, термообработка.

В процессе приближенной обработки изделию придают форму и размеры, которые соответствуют заданным лишь приближенно, т. с. получаю только подобие будущего готового изделия. В результате точной обработки изделие приобретает окончательную форму и заданные размеры с небольшим припуском на фактурную обработку (при необходимости). При фактурной обработке с лицевой поверхности изделия снимают тонкий слой

камня, что практически, не изменяя форму и размеры изделия, придает ему требуемую декоративность и повышает долговечность при эксплуатации.

Способы разрушения камня выбирают в зависимости от физико-механических свойств исходного сырья, возможностей производственной базы и требований к готовой продукции. Технология обработки облицовочного камня в первую очередь зависит от его прочности и содержания в нем кварца. Так, прочный камень с большим содержанием кварца раскалывается на штрыпсовых рамах, стачивается на армированными стальными пилами с дробью, а камень средней прочности без включений кварца — алмазными пилами.

Также различаются режимы шлифовки плит из прочного камня и камня средней прочности, что связано с зависимостью внедрения зерен абразива в тело камня при шлифовке от прочности камня и давления рабочего инструмента на обрабатываемую плиту. Для шлифовки более прочного камня соответственно требуется и более высокое давление.

В соответствии с этим цехи (участки или отделения) современных камнеобрабатывающих предприятий специализируются на выпуске продукции из прочного, средней прочности и низкодпрочного камня. Так, изделия из гранита, мрамора, мраморизованного известняка и травертина, известняка и туфа обычно изготавливают в разных цехах.

Доставляемое на камнеобрабатывающее предприятие железнодорожным или автомобильным транспортом блочное сырье разгружается и хранится на складе. Затем в зависимости от способа обработки камня оно транспортируется в цехи абразивной обработки или на участки ударной и термической обработки. Готовые облицовочные материалы упаковывают и вывозят на склад готовой продукции.

Абразивная обработка камня производится по традиционной технологической схеме: **распилювка блоков** — **на заготовки** — **окантовка (фрезеровка)** — **заготовок** — **шлифовка (полировка)** — **заготовок** (рис. 5).

Если распилювка всегда выполняется в первую очередь, то очередность окантовки и шлифовки зависит от прочности камня. Так, плиты из прочного камня обраба-

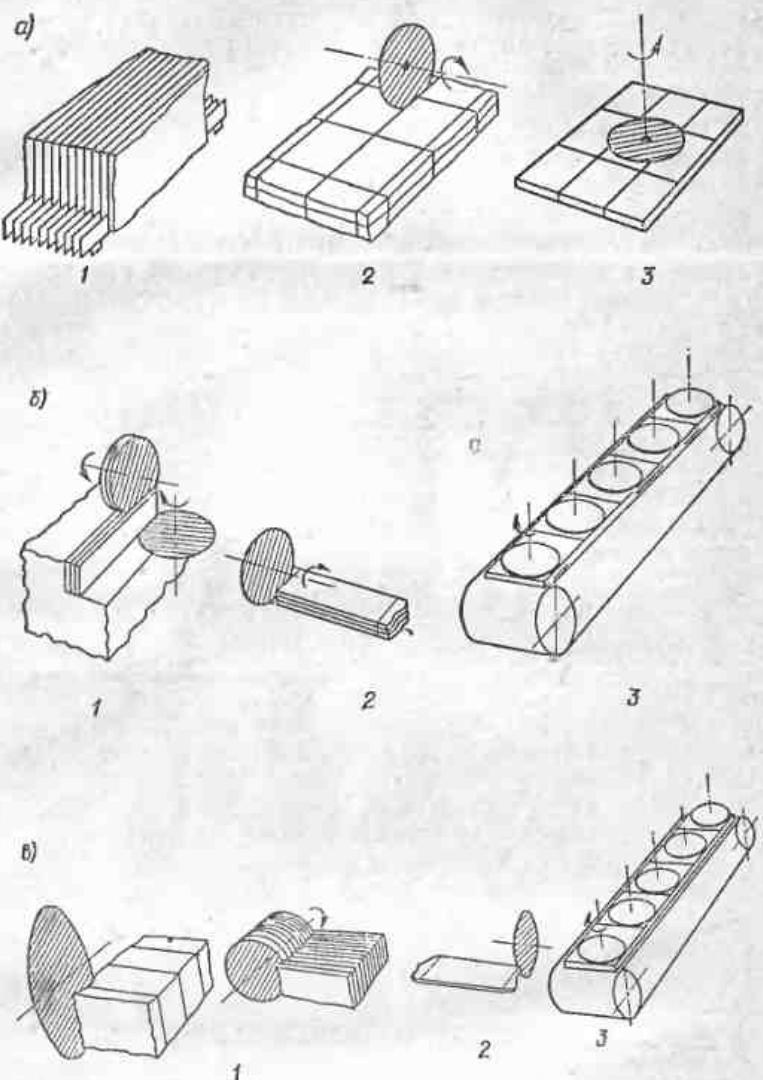


Рис. 5. Принципиальные типовые схемы абразивной обработки камня:

а — на основе распиловки штрыпсовыми станками; б — то же, дисковыми ортогональными станками; в — то же, дисковыми одновальными станками; 1 — распиловка; 2 — окантовка; 3 — шлифовка-полировка

илюзии по схеме: распиловка → шлифовка¹ → окантовка; из камня средней прочности по схеме: распиловка → окантовка → шлифовка; из низкопрочного камня по схеме: распиловка → окантовка.

В соответствии с этим на складе блочного сырья комплектуют так называемые ставки, состоящие из одного или нескольких блоков, установленных на тележке распиловочного штрыпсового станка. Ставку закатывают на передаточную тележку — подвижную платформу, подают к распиловочному станку, устанавливают в его рабочем пространстве и распиливают. Распиленную ставку доставляют к площадке разбора ставок, на которой складируют полученные при разборе плиты-заготовки.

Разобранные заготовки из камня средней прочности сначала подают к фрезерно-окантовочным станкам, а после окантовки транспортируют электропогрузчиками в зону шлифовки-полировки. Плиты-заготовки шлифуют на станках абразивными кругами с постепенно уменьшающейся крупностью зерен, а полируют войлочными или фетровыми кругами с полирующими порошками, пастами или твердыми полировальниками. В конце процесса полированые плиты снимают со станка и перевозят в зону комплектации и упаковки готовой продукции.

Разобранные заготовки из прочного камня сначала доставляют к шлифовально-полировальным станкам, после шлифовки или полировки их подают к фрезерно-окантовочным станкам мостовым краном. Плиты-заготовки окантовывают по заданным спецификацией размерам на станках отрезными алмазными кругами. Окантованные плиты снимают со станка и укладывают в специальные переносные стеллажи краном или тельфером.

Кроме рассмотренной традиционной технологической схемы абразивной обработки камня, получили распространение другие схемы на основе распиловочных дисковых (а не штрыпсовых) станков (см. рис. 5).

Ударная обработка камня (или обработка скальвашем) обычно производится по следующей технологической схеме: бюрокиновая разделка → оспичковка → фактурная обработка. Используют ее преимущественно для

¹ Шлифовка предварительно окантованных плит из прочного камня, что более рационально для плит любой прочности, приводит к сколам и «зазаливанию» плоскости на острых кромках и углах плиты из-за большого давления на нее шлифовального инструмента.

прочного камня, в основном гранита. По этой схеме блочное сырье со склада доставляют на участок разделки блоков, где их раскалывают на заготовки вручную буроклиновым способом, т. е. пробуривают в блоке перфоратором шпуры (отверстия), устанавливают в них клинья и углубляют их ударами кувалды¹. После этого заготовки передают на участок осцилловки. Осцилловка (от первого назначения инструмента шпунт-спица) — операция выравнивания поверхностей заготовок, которая выполняется, кроме шпунта, рубильными молотками, скарпелями, закольниками, бучардами. На этом участке обычно производят и фактурную обработку камня отбойными молотками с набором различных бучард. Фактурную обработку крупногабаритных изделий, например деталей навережных и мостов, осуществляют непосредственно на карьерах.

Термическая обработка камня выполняется по той же технологической схеме, что и ударная. Для разделки блоков применяют тот же буроклиновой способ, а осцилловку и фактурную обработку производят термоструйным инструментом.

Различные технологические процессы обработки камня выполняются рабочими разных профессий: распиловщиками камня, фрезеровщиками камня, шлифовщиками-полировщиками изделий из камня, камнетесами, использующими разнообразное камнеобрабатывающее оборудование и инструмент.

Технологическое оборудование камнеобрабатывающих предприятий представлено станками отечественного и зарубежного производства, обеспечивающими преимущественно механизированный и автоматизированный выпуск продукции из природного камня.

Камнеобрабатывающие станки можно классифицировать по ряду признаков: по характеру воздействия инструмента на камень, назначению, конструктивному выполнению, условиям работы и массе.

По характеру воздействия инструмента на камень камнеобрабатывающие станки подразделяют на станки для абразивной, ударной и термической обработки. Среди них наиболее распространены станки для абразивной

обработки — распиловочные, фрезерно-окантовочные и шлифовально-полировальные.

По конструктивному выполнению, связанному с видом режущего инструмента, распиловочные станки разделяются на штрипсовые дисковые, с кольцевыми пилами и с гибким рабочим органом. Штрипсовые станки делаются на рамные и специальной конструкции; дисковые — на одно- и многодисковые; с гибким рабочим органом — на канатнопильные, ленточнопильные и баровые.

Фрезерно-окантовочные и шлифовально-полировальные станки в зависимости от конструктивного выполнения подразделяются на порталные, мостовые, консольные и конвейерные.

По условиям работы различают камнеобрабатывающие станки стационарные и передвижные или переносные, а по массе — легкие, средние и тяжелые.

Инструментом на камнеобрабатывающих станках в зависимости от их назначения служат: на распиловочных штрипсовых станках штрипсовые пилы (штрипсы) — неармированные стальные для распиловки (с дробью) прочного камня; алмазные для распиловки камня средней прочности, низкородичного и прочного бескварцевого; твердосплавные для распиловки низкородичного камня без твердых включений; на распиловочных дисковых станках — дисковые пилы (отрезные алмазные круги); на фрезерно-окантовочных станках — дисковые пилы (для окантовки), алмазные фрезы (торцевые и периферийные для фрезеровки и профилировки) и профильные круги (для профилировки); на шлифовально-полировальных станках — шлифовальный инструмент абразивный (на бакелитовой или магнезиальной связках) в виде торцевых цилиндрических кругов — чашечек (шарописк); алмазный (из природных или синтетических алмазов на металлических связках) в виде торцевых сборных кругов или головок с укрепленными на рабочей поверхности алмазоносными элементами (брюсками или сегментами); шлифовальники в виде чугунного диска (феррасы) с закрепленными на нем чугунными или стальными брусками (каблуками), работающего с дробью или шлифовальными порошками из карбида кремния; полировальный инструмент в виде войлочных или фетровых кругов, работающих с полирующей супензией, жестких полировальников, алмазных головок.

Механизмы и инструменты для ударной и термичес-

¹ В последние времена на этой операции вместо клиньев широко используют непривычные разрушающие составы (НРС), заливаемые в шпуры.

кой обработки камня по принципу действия подразделяются на ручные ударные, пневматические и термические, а по назначению — для приближенной и точной обработки.

Серийное производство камнеобрабатывающих станков в СССР осуществляют в основном Ленинградский и Костромской заводы «Строммашина».

Эксплуатируемые в СССР импортные камнеобрабатывающие станки поставляют фирмы: «Карл Майер» (ФРГ), «Бра», «Грегори», «Каппели», «Карло Донатони», «Киеза Милано», «Минали», «Терцаго» (Италия), «Тибо» (Франция), «Ван Ворден» (Голландия) и предприятия «Бланско» (ЧССР) и «Минералмаш» (НРБ).

Станочный парк камнеобрабатывающих предприятий СССР содержит свыше 3000 единиц, в том числе около 1000 распиловочных, 700 фрезерно-окантовочных и 1100 шлифовально-полировальных станков. Он постоянно обновляется путем создания или приобретения новых видов оборудования для обработки камня с улучшенными эксплуатационными показателями.

§ 6. Характеристика основных камнеобрабатывающих предприятий СССР

В подотрасли по добыче и обработке облицовочных материалов из природного камня, как уже отмечалось, действует примерно 200 камнеобрабатывающих предприятий. Около 80 % из них входят в систему Минстройматериалов, а остальные подчинены другим министерствам и ведомствам.

К наиболее характерным камнеобрабатывающим предприятиям относятся Московский камнеобрабатывающий комбинат, комбинат «Саянмрамор», Клинопожский камнеобрабатывающий завод, Бакинский комбинат облицовочных материалов.

Московский камнеобрабатывающий комбинат — крупнейшее предприятие по выпуску облицовочных плит и изделий из природного камня. Комбинат расположен в г. Долгопрудном Московской обл. на берегу канала им. Москвы и связан железодорожной веткой со станцией «Марк» Октябрьской железной дороги. Комбинат работает на привозных блоках (граниты месторождений Украины и Средней Азии, мраморы Урала, известняки Крыма и т. д.).

На комбинате выпускается около 500 тыс. м² облицовочных изделий в год, в том числе из гранита — 100 тыс., мрамора — 250 тыс., известняка, травертина, туфа и других низкотрещиноватых горных пород — 150 тыс. м².

Номенклатура продукции, выпускаемой Московским камнеобрабатывающим комбинатом, включает облицовочные пиленные плиты, архитектурно-строительные изделия, декоративные (орнаментные) плиты, товары народного потребления (детали памятников) и др.

Основной объем указанной продукции потребляют строительные организации Москвы, часть ее направляется в различные города Советского Союза и идет на экспорт.

Структурно Московский камнеобрабатывающий комбинат состоит из трех не специализированных по выпускаемой продукции заводов. Станочный парк комбината насчитывает 150 единиц, включая штробильные распиловочные станки по граниту (КЗМВЧ, 1925, ЛВГ-10, СМР-043) и по мрамору (Диага-40жск, ДМ-75), ортогональные распиловочные (ВР/66), однодисковые распиловочные (277, 3000Г), фрезерно-окантовочные (СМР-015, СМР-014, 310, МП-600), шлифовально-полировальные (303, 320, ЛАУ-8) и другие станки.

На Московском камнеобрабатывающем комбинате внедрена высокоеффективная технология получения тонких плит (толщиной 8—10 мм) из мрамора, туфа, травертина, известняка, разработаны способы производства декоративных орнаментных плит (III группы) из отходов пиленного мрамора, причем оборудование для реализации упомянутых технологических процессов создано на самом комбинате. Для бесперебойного обеспечения всех процессов и операций необходимым камнеобрабатывающим инструментом на комбинате имеется абразивный цех по выпуску шлифовальных (полировальных) кругов с участком изготовления и реставрации алмазного инструмента.

Комбинат «Саянмрамор» (рис. 6) расположен в Саяногорске Хакасской автономной обл. Комбинат работает на местном блочном сырье: его минерально-сырьевой базой являются крупнейшие в СССР Кыбик-Кордонское месторождение розовых и белых мраморов, Нербельское месторождение розовых гранитов, а также разведываемые месторождения облицовочного камня.

Годовой выпуск продукции составляет 450 тыс. м² облицовочных плит и изделий (350 тыс. м² — из мрамора, 50 тыс. м² — из гранита, остальные — из низкотрещиноватых горных пород), в том числе плиты декоративные из отходов камнеобработки.

Изделия, производимые комбинатом, применяют на строительных объектах Сибири и в других регионах и городах Советского Союза, включая Москву, Харьков, Минск и др.

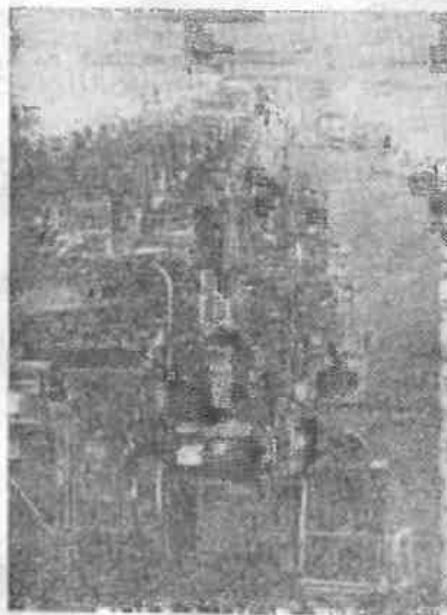
Помимо выпуска облицовочных материалов и изделий, используемых в строительстве, комбинат «Саянмрамор» производит также товары народного потребления широкой номенклатуры (сувениры, изделия культурно-бытового назначения и ритуальные и т. д.).

В состав комбината входят карьероуправление (горный цех), объединенное карьеры по добыче мраморных и гранитных блоков, и камнеобрабатывающий завод, расположенный в главном корпусе и обогревающий пеки (отделения): распиловочный, фрезерно-шлифовочный, абразивный и гашаров народного потребления. Численность станочного парка — 130 единиц технологического оборудования, в том числе штробильные камнераспиловочные станки (Диага-40жск, Супер-Бра и др.), ортогональные (ВР/66), фрезерно-окантовочные (310, МП-600, И-640), шлифовально-полировальные (Минаш-МЦ, ЛТ-8, БКЗ-1с). На комбинате действует первая отечественная автоматизированная поточная линия СМР-034 для обработки гранитных изделий.

Комбинат «Саянмрамор» первый в подотрасли перешел на прогрессивную форму организации труда — бригадный подряд, обеспе-



Рис. 6. Комбинат «Саянмрамор». Главный корпус (вверху) и распиловочный цех (внизу)



чивший резкое повышение эффективности производства. На комбинате успешно работают три сквозные комплексные бригады.

Кондопожский камнеобрабатывающий завод расположен в г. Кондопога Карельской АССР и связан подъездными железнодорожными путями со станцией «Задолье» Октябрьской железной дороги. Завод располагает достаточно мощной местной минерально-сырьевой базой для производства изделий из прочных горных пород (Шальское и Сюсекинсаарское месторождение гранитов, Роп-

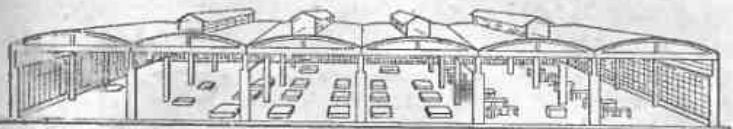


Рис. 7. Главный корпус (макет) Кондопожского камнеобрабатывающего завода

ручейское месторождение габбро-диабазов и др.), а также использует привозное сырье для выпуска изделий из горных пород средней прочности и низкопрочных (коелгинский, уфалейский и газгайский мраморы, жетыбайский известняк, шахтахтинский травертин и др.).

Годовой выпуск продукции — 300 тыс. м², в том числе из прочих горных пород — 80 тыс. м², средней прочности — 130 тыс., низкопрочных — 70 тыс. м² и плиты декоративные из отходов — 20 тыс. м². В паломническую заводскую продукцию входят облицовочные панели и архитектурно-строительные изделия из природного камня, декоративные плиты, товары народного потребления (ритуальные изделия). Продукция завода поступает в самые различные точки Советского Союза.

Парк технологического оборудования Кондопожского завода состоит из 100 станков, в их числе штруцковые распиловочные станки (ДШ-60жек, ЛВС-40, Аладже, 1925), фрезерно-скантовочные (ЛФБ, МЛ-600 и др.) и шлифовально-полировальные (СМР-013, ЖБ-500, ЛТ-8, ЛДУ-8, 322, ДК-9, Р-611). Все технологическое оборудование завода размещено в главном корпусе (рис. 7).

Бакинский комбинат облицовочных материалов в качестве сплошных источников использует блоки облицовочного камня иззербайджанских месторождений (дашкесанского мрамора и шахтахтинского травертина). Годовой выпуск продукции 215 тыс. м² плит облицовочных и декоративных, в том числе из мрамора — 65 тыс. м², гранитов — 135 тыс. м² и плит декоративных из отходов мрамора — 15 тыс. м². Основные потребители продукции комбината — строительные организации республики.

В состав Бакинского комбината входят три производственных и два вспомогательных цеха (энергетический и ремонтно-механический). Станочная парк комбината насчитывает 30 единиц основного технологического оборудования, в его числе штруцковые распиловочные станки (ДШ-1000, ЛХС-220, 1925), ортогональные распиловочные (ШРД-4), фрезерно-скантовочные (ЛД-30, И-630 и др.) и шлифовально-полировальные станки (ЛДУ-8 и др.). На комбинате получила широкое распространение прящая форма организации труда, в соответствии с которой в основных цехах организовано 11 комплексных бригад.

К крупным специализированным предприятиям, выпускающим изделия из гранита, относится камнеобрабатывающий завод «Кузнец», расположенный у одноименной железнодорожной станции в Ленинградской обл. Годовой выпуск продукции, идущей в основном для удовлетворения потребности Ленинграда, составляет: облицовочных изделий 80 тыс. м², в том числе плит пиленых 50 тыс., архитектурно-строительных изделий 30 тыс. м², бортовых камней 30 тыс. м, товаров народного потребления 2,5 тыс. усл. комплектов.

Сырьевой базой завода «Кузнецкое» служат месторождения гранитов «Каарлакхи» и «Возрождение». Завод состоит из двух производственных цехов: пиленой и тесаной продукции.

Цех пиленой продукции включает четыре отделения (распилочное, бучардовочное, фрезерно-окантовочное и шлифовально-полировальное) и укомплектованы штатными распиловочными станками СМР-043, бучардовочными станками СМР-050 и К-З/1, фрезерно-окантовочными станками СМР-014, СМР-015 и СМР-012А, шлифовально-полировальными станками СМР-013 и СМР-030. Цех специализирован на выпуске пиленых плит и архитектурно-строительных изделий с различной фактурой лицевой поверхности.

Цех тесаной продукции состоит из двух рядов последовательно установленных кабин, оборудованных станками-держателями и термобойниками Т-5. В этом цеху осуществляется полный цикл обработки карнизов и деталей памятников, а также обработка заготовок бортовых камней и парapетов, фактурная обработка которых производится в цеху пиленой продукции.

Глава 3. ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА ПРИ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ КАМНЯ

§ 7. Общие положения организации труда

Организация труда — система мероприятий, направленных на рациональное использование рабочей силы и оборудования. В эту систему входят расстановка людей в процессе труда, разделение и кооперация, методы нормирования и стимулирования труда, организация и обслуживание рабочих мест, создание необходимых условий труда.

Организацией труда при обработке камня определяются форма организации труда, нормы обслуживания технологического оборудования (т. е. камнеобрабатывающих станков), система оплаты труда, функциональные обязанности рабочих, оснащение рабочих мест оборудованием, организационной оснасткой, инструментами и приспособлениями, состав технической документации на рабочем месте, организация связи, охрана труда и правила безопасности работ¹.

Форма организации труда применяется индивидуальная или коллективная (бригадная). Норма обслуживания — количество станков, приходящееся на одного рабочего. Она устанавливается в зависимости от вида

станка, его технической характеристики и заданной технологии обработки камня. Система оплаты труда может быть сдельной или повременно-премиальной. Функциональные обязанности рабочих определяются их профессией, а оснащение рабочего места и состав технической документации — характером эксплуатации станка (работа на станке или его техническое обслуживание). Организация связи предусматривает создание и совершенствование связи основных рабочих мест со вспомогательными службами и мастером цеха (начальником смены).

Конкретные положения организации труда установлены раздельно для рабочих основных и вспомогательных профессий.

Основные рабочие камнеобрабатывающих предприятий — распиловщики камня, фрезеровщики камня, шлифовщики — полировщики изделий из камня. Рабочие вспомогательных профессий не заняты непосредственно на работах, входящих в состав технологических процессов обработки камня. Среди них наладчики оборудования по обработке камня, электрослесари (слесари) дежурные по ремонту оборудования, смазчики, такелажники.

Изложенные общие положения относятся в основном к традиционной форме организации труда, наряду с которой в последнее время на камнеобрабатывающих предприятиях внедряется новая форма организации труда на основе бригадного подряда.

§ 8. Традиционная форма организации труда

Традиционную форму организации труда рассмотрим применительно к труду распиловщика камня и наладчика оборудования по обработке камня, т. е. тех профессий, на которые рассчитан учебник.

Форма организации труда распиловщика камня — индивидуальная или узкоспециализированная бригадная, а форма обслуживания оборудования — одностаночная или многостаночная. В соответствии с этим рабочее место распиловщика выбирается в непосредственной близости от станка (при одностаночном обслуживании) или в зоне, наиболее удобной для наблюдения и обслуживания группы станков (при многостаночном обслуживании).

¹ Вопросы охраны труда и правила безопасности работ см. в гл. 4.

ии). Условием организации многостаночного обслуживания является такое соотношение затрат времени, при котором время машинной работы одного станка больше или равно суммарному времени ручной и машинно-ручной работы на всех других обслуживаемых станках и переходов между ними.

На камнераспиловочном производстве наиболее полно реализовано многостаночное обслуживание штрипсовых станков, в зависимости от конструктивных особенностей этого оборудования и степени его автоматизации одним рабочим (бригадой) обслуживается от двух до шести станков. В соответствии с этим устанавливается и норма обслуживания распиловочных станков, например, от двух до шести штрипсовых станков или один дисковый (без автоматической программы).

Система оплаты труда распиловщика камня — сдельная.

На распиловщика камня возлагаются следующие функциональные обязанности: принятие смены, закатывание и выкатывание станочной тележки со ставкой¹ или установка распиливаемого блока на стол станка², участие в установке и снятии постава (комплекта) штрипсовых пил, запуск и остановка станка, активное наблюдение за распиловкой с поддержанием заданных технологической картой рациональных режимов пиления, контроль за состоянием обслуживания станков, выявление и устранение мелких неисправностей в их работе, своевременное оповещение мастера цеха (начальника смены) о возникших авариях, неисправностях или вынужденных простоях, контроль за соблюдением правил безопасности работ, сдача смены.

Рабочее место распиловщика камня должно быть оснащено столом с ящиками для хранения инструмента, стулом, двумя парами комбинированных рукавиц и сигнальными флагжками.

На рабочем месте камнераспиловщика должны быть следующие инструменты и приспособления, отвечающие требованиям соответствующих ГОСТов: металлическая линейка, правилка для неармированных штрипсовых пил, ломик, кувалда, лопата совковая, ключ разводной, отвертки, молоток, плоскогубцы, зубила слесарные,

шприц штоковый, ключи гаечные двусторонние, а также ветошь.

По типовому проекту организации труда в состав технической документации, находящейся на рабочем месте распиловщика камня, должны входить: наряд-заказание, журнал работы распиловочных станков, технологическая карта распиловки ставки (на штрипсовом станке) или блока (на дисковом станке), инструкция по эксплуатации станков.

Кроме того, на некоторых камнеобрабатывающих предприятиях пользуются маршрутными технологическими картами процесса изготовления изделий из камня, включающими его распиловку. В состав маршрутной карты входят: перечень технологической документации для выпуска продукции; принципиальная технологическая схема производственного процесса; карта технологического процесса, содержащая последовательность операций, перечень применяемого оборудования, технологический режим его работы, исполнителей и нормативы времени; таблица контроля технологического процесса с перечнем контролируемых операций, местами и методами контроля, данными о периодичности контроля и его исполнителях.

Связь распиловщика камня с мастером цеха (начальником смены) осуществляется путем непосредственного личного общения, а с такелажником и машинистом крана — зрительно с помощью сигнальных флагжков. Для вызова наладчика оборудования или дежурного электрослесаря (слесаря) предназначен прибор УПИ-1 (установка передачи информации), также может использоваться другое светосигнальное устройство.

Распиловщик камня управляет станком с пульта, где размещается вся необходимая пусковая и контрольно-измерительная аппаратура.

Форма организации труда наладчика оборудования по обработке камня — коллективная (бригада из двух человек). Норма обслуживания — 10 штрипсовых или 20 дисковых станков. Функциональные обязанности наладчика оборудования: изготовление неармированных штрипсовых пил, проверка качества алмазных штрипсовых пил, изготовление деталей для крепления пил, сборка постава, подрезка пил, установка и регулировка дисковых пил.

Рабочее место наладчика оборудования — передвиж-

¹ При работе на штрипсовых станках.

² При работе на дисковых станках.

ное со стационарной частью на выделенном участке распиловочного цеха (отделения). Стационарная часть рабочего места наладчика должна быть оснащена столом-верстаком с ящиком для хранения инструмента, стулом, двумя парами комбинированных рукавиц, а также инструментами и приспособлениями (молотки и зубила слесарные, отвертки, плоскогубцы, ключ разводной, набор гаечных ключей, тиски слесарные, ножницы ручные, сварочный аппарат).

§ 9. Организация труда на основе бригадного подряда

Бригадный подряд — новая перспективная форма организации и стимулирования труда, с которой связаны рост производительности труда, улучшение качества продукции, экономия сырья, материалов, топлива, электроэнергии. Наибольшая эффективность коллективного труда достигается при внедрении в бригадах хозяйственного расчета.

Значительный положительный опыт организации бригадного подряда накоплен на камнеобрабатывающем комбинате «Саянмрамор». Бригадный подряд, внедренный на комбинате, способствовал досрочному выполнению заданий одиннадцатой пятилетки по росту производительности труда. Новая форма организации труда обеспечила повышение эффективности и качества работы всего трудового коллектива.

Суть организации труда на основе бригадного подряда на камнеобрабатывающих предприятиях состоит в создании сквозных комплексных бригад с оплатой труда по конечному результату (с учетом коэффициентов трудового участия). Подрядные бригады заменяют индивидуальную форму труда или узкоспециализированные бригады рабочих одной профессии: распиловщиков камня, фрезеровщиков камня, шлифовщиков-полировщиков изделий из камня. Бригады нового типа выполняют весь комплекс взаимосвязанных работ по обработке камня специализированными звенями. Работают они на основании договора на бригадный подряд, заключенного с администрацией предприятия на определенный срок. По договору за бригадой закрепляется технологическое оборудование и оснастка, выдается наряд-задание на весь подряд и по месяцам, определяется порядок

премирования, рассчитываются трудовые затраты и потребность в материалах. В договоре, кроме того, оговариваются обязательства бригады.

Премии выплачиваются не только членам основных технологических бригад, но и вспомогательным рабочим, обслуживающим эти бригады (машинистам мостовых кранов, водителям электропогрузчиков, рабочим служб главного механика и главного энергетика) в зависимости от размера экономии сырья, материалов и электроэнергии.

Необходимо отметить, что новая форма организации труда приносит успех там, где хорошо проведена инженерная подготовка производства с выделением для бригад обособленных технологических участков, выполнены необходимые организационно-технические мероприятия.

Важное значение имеет совершенствование нормирования труда при обработке природного камня. Необходимы комплексные нормы выработки, охватывающие весь технологический процесс производства облицовочных материалов от подготовки и распиловки блоков до упаковки и сдачи готовой продукции техническому контролю. Этой цели служат «Типовые нормы времени и типовые проекты организации труда на распиловку, шлифовку и полировку изделий из природного камня», разработанные Новокузнецким отделением Уралгипром-проекта. Работа по совершенствованию типовых норм продолжается, они дополняются нормами времени на распиловку камня дисковыми алмазными пилами и на окантовку плит. На основе этих норм может быть определена как индивидуальная норма времени, так и комплексная на бригаду (звено).

В последнее время наметился переход от бригадного подряда к коллективному, который вырабатывает элементы нового хозяйственного механизма, сочетающего преимущества коллективного труда с принципами хозяйственного расчета.

Коллективный подряд характеризуется совокупностью следующих основных принципов: коллективный труд на основе объединения интересов всех трудящихся предприятия; коллективная материальная заинтересованность и ответственность за общие результаты коллективного труда; развитие коллективных форм общественного самоуправления через хозяйственные советы,

действующие на основе Закона о трудовых коллективах.

В условиях коллективного подряда ликвидируется разрыв между личными (групповыми) и коллективными интересами, утверждается хозяйствское отношение к делу и чувство личной ответственности за экономические результаты работы предприятия в целом.

§ 10. Диспетчеризация камнеобрабатывающих предприятий

Под диспетчеризацией понимается централизация оперативного контроля и координация управления производственными процессами для обеспечения согласованной работы отдельных звеньев предприятия или групп предприятий в целях предотвращения простоев оборудования и потерь рабочего времени, ритмичности работы и выполнения производственной программы.

Задачей диспетчеризации камнеобрабатывающего предприятия является централизованный контроль с диспетчерского пункта, осуществляемый в течение всей рабочей смены, за работой технологического оборудования, ходом выполнения сменного задания, обеспечением рабочих мест необходимыми технологическими ресурсами для ведения технологического процесса. Должна быть налажена двусторонняя оперативная связь диспетчерского пункта с рабочими местами.

Современная диспетчеризация — одно из важнейших средств управления в промышленности. Структура диспетчеризации зависит от характера и масштаба объекта управления.

Современная диспетчеризация основана на совершенных методах управления и контроля с помощью новейших средств связи, автоматики, промышленного телевидения, телемеханики и вычислительной техники. На камнеобрабатывающих предприятиях можно использовать автономные диспетчерские установки отечественного производства, например автоматизированные регистраторы производства АРП-1М Апрелевского опытно-экспериментального завода средств автоматики и контроля.

Регистратор АРП-1М имеет до 50 пультов рабочих мест, до 8 табло служб, пульт диспетчера с оперативным запоминающим устройством, блок питания, ленточный

перфоратор ПЛ-80 и клавишную машину АПМ-2М. Он определяет собой циклическую систему с поочередной обработкой всех включенных в нее точек контроля. В каждом цикле производится поочередный опрос всех рабочих мест с накоплением информации в оперативно-запоминающем устройстве. Одновременно с опросом рабочих мест в случаях, когда с данного рабочего места поступает информация или требуется ее вывод, идет обращение к оперативно запоминающему устройству. При простое на перфоленту автоматически вводится кодограмма «Начало простоя», а по окончании его — «Конец простоя», причем перфолента содержит номер рабочего места, причину простоя и шифр кодограммы. По команде оператора на перфоленту вводится информация о выпуске продукции. Информация о неисправности основных узлов и нарушении отдельных функций передается диспетчеру автоматически.

Таким образом, регистратор АРП-1М учитывает выпуск продукции и простой оборудования (с выводом на печать или перфоленту), подает сигналы вызова и выдает произвольную цифровую информацию с клавишного устройства или выводит ее на перфоленту.

Регистратор АРП-1М может контролировать работу не более 50 станков. Простои на каждом станке фиксируются с разделением их по семи основным причинам. Факт простоев устанавливается автоматически в хронологической последовательности; отсчет времени простоя обычно начинается с момента отключения привода оборудования.

Выпуск продукции учитывается также автоматически по сигналам с рабочих мест при изготовлении каждой единицы (партии) продукции. Информация о выпуске продукции и времени простоев оборудования с начала смены выводится на печать по команде диспетчера. Сигналы о причинах простоев и сигналы вызова работников служб вводятся с рабочего места и демонстрируются на табло служб и диспетчера. Максимальное количество каналов вызывной сигнализации — 8.

На крупных камнеобрабатывающих предприятиях таких, как комбинат «Саянмрамор», Кындызский камнеобрабатывающий завод и др., диспетчеризация в первую очередь применяется для отделений (цехов) расшивки.

Глава 4. ОХРАНА ТРУДА НА КАМНЕОБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

§ 11. Основные положения

Охрана труда — совокупность законодательных актов и соответствующих им мероприятий, направленных на улучшение условий труда, ускорение механизации и автоматизации тяжелых и трудоемких работ, устранение причин несчастных случаев и профессиональных заболеваний. Положения охраны труда закреплены Конституцией СССР, Основами законодательства Союза ССР и союзных республик о труде и Кодексами законов о труде (КЗоТ) союзных республик.

Советское трудовое законодательство регулирует трудовые отношения всех рабочих и служащих, способствует росту производительности труда, повышению эффективности общественного производства. Женщинам и молодежи предоставлен ряд дополнительных льгот.

Обеспечение здоровых и безопасных условий труда возлагается на администрацию предприятий. Рабочие и служащие обязаны работать честно и добросовестно, своевременно и точно выполнять распоряжения администрации, соблюдать трудовую и технологическую дисциплину, улучшать качество продукции, соблюдать правила охраны труда, бережно относиться к социалистической собственности.

Законодательством предусмотрены государственный надзор и общественный контроль за охраной труда, которые осуществляют Государственный комитет по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору при Совете Министров СССР (Госгортехнадзор СССР), Государственный санитарный надзор (Госсаннадзор СССР) Министерства здравоохранения СССР, Государственная инспекция по энергетическому надзору (Госэнергонадзор) Министерства энергетики и электрификации СССР, Государственный пожарный надзор (Госпожнадзор) Министерства внутренних дел СССР, технические инспекции труда комитетов отраслевых профсоюзов и советов профсоюзов и правовые инспекции труда, профсоюзные комитеты, представленные общественными инспекторами и комиссиями по охране труда.

Высший надзор за исполнением законов о труде всеми министерствами и ведомствами, предприятиями, учреждениями и организациями и их должностными лицами возложен на Генерального прокурора СССР.

Государственный надзор за охраной труда на камнеобрабатывающих предприятиях осуществляет техническая инспекция ЦК профсоюза рабочих строительства и промышленности строительных материалов.

Одна из основных разделов охраны труда — техника безопасности связана с производственной санитарией, а также с пожарной безопасностью.

Техника безопасности — система организационных и технических мероприятий и средств, направленная на предотвращение воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов. Организационные мероприятия предусматривают пропаганду безопасных методов труда, инструктаж и обучение работающих безопасным приемам труда и пользованию защитными средствами. Технические мероприятия конкретизируются правилами и нормами по технике безопасности и производственной санитарии.

Важное место в системе правил и норм занимают стандарты безопасности труда, которые разделяются на государственные, отраслевые и республиканские.

Вопросы техники безопасности на камнеобрабатывающих предприятиях регулируются «Едиными правилами техники безопасности и промышленной санитарии в промышленности строительных материалов», утвержденными Минстройматериалов СССР и ЦК профсоюза рабочих строительства и промышленности строительных материалов. Эти правила состоят из общей и специальной частей. Специальная часть для конкретных рабочих профессий разрабатывается отраслевыми институтами по единой методике и издается отдельными выпусками.

Администрация камнеобрабатывающих предприятий и их подразделений обязана: обеспечивать безопасные условия работы при выполнении технологических процессов и операций; проводить мероприятия по технике безопасности, производственной санитарии, механизации и автоматизации тяжелых и опасных работ; обеспечивать нормальные температурно-влажностные условия и чистоту воздуха в производственных помещениях; обучать рабочих и инженерно-технический персонал безопасным методам труда, проводить систематический инст-

руктаж и пропагандировать безопасные приемы работы; снабжать рабочих необходимой спецодеждой и средствами индивидуальной защиты.

На предприятиях должны предусматриваться бытовые помещения: гардеробные с индивидуальными закрытыми шкафчиками, сушилки, умывальные, душевые, туалеты, комнаты гигиены женщин и комнаты для приема пищи и отдыха. На каждом предприятии должна быть столовая, а в большом цехе — буфет.

Температура воздуха в производственных помещениях должна быть 18—21°C. Производственные участки необходимо обеспечивать аптечками с набором медикаментов и перевязочных средств. Освещенность рабочих мест распиловщика камня, наладчика оборудования, машиниста мостового крана и смазчика должна быть не менее 200 лк, электрослесаря — 400 лк; такелажника — 50 лк.

Распиловщики камня и обслуживающие их вспомогательные рабочие должны обеспечиваться противошумными наушниками или пластическими заглушками АШ-2. Распиловщику камня и вспомогательным рабочим должны выдаваться комбинезон хлопчатобумажный (срок носки 12 мес) и рукавицы комбинированные (срок носки для распиловщика камня и машиниста крана 2 мес, для наладчика оборудования, электрослесаря, смазчика и такелажника 1 мес).

На каждом камнеобрабатывающем предприятии в соответствии с Типовым положением, утвержденным Минстройматериалов СССР по согласованию с ЦК профсоюзов рабочих строительства и промышленности строительных материалов, должна действовать служба техники безопасности, состоящая в ведении главного инженера предприятия.

Служба техники безопасности контролирует соблюдение законодательства, правил и норм по охране труда; разрабатывает мероприятия по созданию безопасных условий труда, организует инструктаж рабочих и обучение их на курсах по технике безопасности; участвует в работе комиссий по проверке знаний правил техники безопасности инженерно-техническими работниками, по расследованию причин аварий и несчастных случаев на производстве, по рассмотрению проектов строительства, реконструкции, капитального ремонта цехов и оборудования; организует и устраивает учебные кабинеты, уголки,

витрины, стенды, использует плакаты и предупредительные надписи по технике безопасности; ведет учет пострадавших при авариях и несчастных случаях с анализом их причин; отчитывается об освоении средств, выделенных на мероприятия по технике безопасности.

§ 12. Общие правила техники безопасности

Общие правила техники безопасности регламентируют медицинский осмотр и инструктаж рабочих по технике безопасности и производственной санитарии, обучение их безопасным приемам работы, контроль за состоянием рабочих мест, поведение рабочего в процессе труда.

В соответствии с этим рабочие при поступлении на предприятие или переводе на другую работу проходят медицинский осмотр и вводный инструктаж по технике безопасности и производственной санитарии. Затем непосредственно на рабочем месте проводится первичный инструктаж по технике безопасности. Повторный инструктаж всех рабочих независимо от стажа их работы и квалификации должен проводиться через 3 мес.

При изменении технологического процесса, модернизации или замене оборудования, приспособлений и инструмента или других переменах в условиях производства, связанных с безопасностью труда, при нарушении рабочими требований безопасности, которые привели или могли привести к травме, аварии, взрыву, пожару, а также при перерыве в работе в течение 60 дней и более необходим внеплановый инструктаж.

Кроме инструктажа, на предприятиях должно быть наложено обучение рабочих безопасным приемам выполнения работ с соответствующей проверкой полученных ими знаний и выдачей удостоверений.

Каждый вид инструктажа должен регистрироваться в установленном порядке в соответствующей карточке с обязательной распиской рабочего и инструктирующего. Рабочие, не прошедшие инструктаж или не сдавшие испытания по технике безопасности, к работе не допускаются. Все проводимые занятия и инструкции необходимо фиксировать в специальном журнале.

Перед сменой все рабочие места должны осматриваться мастером или бригадиром, а в течение 1 сут — начальником цеха. До устранения выявленных при ос-

мотре нарушений правил техники безопасности приступать к работе нельзя. Кроме того, сам рабочий должен убедиться в безопасном состоянии своего рабочего места и сообщить мастеру или бригадиру о замеченных неисправностях до начала работы.

В процессе работы не следует отвлекаться посторонними делами и разговорами и отвлекать других. На рабочие места не должны допускаться посторонние, а также другие работники цеха, не связанные с выполнением данной работы. Все рабочие должны внимательно следить за световыми и звуковыми сигналами и командами, знать и соблюдать правила строповки блоков камня, плит и других грузов. Необходимо осторожное обращение с заготовками при их установке и креплении перед обработкой.

Все вращающиеся и движущиеся части станка должны быть ограждены. Работа на станке при неисправном или снятом ограждении запрещена. Перед запуском станка или механизма дается предупредительный сигнал. До полной остановки станка нельзя производить его смазку (если масленки не выведены в безопасную зону) и чистку, закрепление и переустановку обрабатываемой заготовки и замену рабочего инструмента.

О несчастном случае на производстве необходимо немедленно сообщить мастеру, который организует первую помощь пострадавшему, направляет его в медпункт и сообщает о случившемся начальнику цеха.

Каждый несчастный случай на производстве должен быть расследован в течение 24 ч, кроме групповых, тяжелых и смертельных случаев, расследуемых немедленно. На несчастный случай, вызвавший потерю трудоспособности, составляется акт, который служит основным документом для учета несчастных случаев, анализа причин травматизма и разработки мероприятий по их устранению.

§ 13. Специальные правила техники безопасности

Распиловщик камня должен пройти специальный курс обучения по технике безопасности, сдать экзамен и получить соответствующее удостоверение. Перед началом работы он должен убедиться в отсутствии вблизи станка посторонних людей, удостовериться в безопасном

состоянии рабочего места, проверить исправность станка.

До включения механизма ввода и вывода станочной тележки распиловщику камня нужно убедиться в отсутствии вблизи нее людей. Перед выводом распиленной ставки из рабочего пространства станка она должна быть надежно закреплена стойками и заклинена между стойками и боковыми гранями блока.

При работе на распиловочных станках необходимо соблюдать инструкцию по монтажу, обслуживанию и ремонту оборудования, разработанную заводом-изготовителем.

Работать без ограждений или снимать их во время работы запрещено. Все виды обслуживания разрешается производить только после полной остановки станка и выключения рубильника, на который должен быть повешен плакат «Не включать — работают люди». Исключение составляет смазка станка, которую можно производить на ходу, если масленки выведены за ограждения и безопасную зону.

В процессе распиловки необходимо следить за боковыми гранями блока, а при их нависании остановить станок и поставить стойки и упоры. При этом нужно соблюдать особые меры предосторожности во избежание падения боковых плит на ноги распиловщика камня.

При выводе станочной тележки с распиленным блоком из рабочего пространства станка запрещается находиться вблизи тележки и на рельсовом пути.

Аварийное отключение станка должно производиться при обрыве штранса, срыве распиливаемого блока со станочной тележки, перегреве подшипников, появлении дыма или огня из электродвигателя или пускорегулирующей аппаратуры. Отключать станок необходимо и при возникновении угрозы травмирования рабочего или поломки станка.

Распиловщик камня обязан следить за сохранностью вывешенных на его рабочем месте плакатов по технике безопасности, предупредительных знаков и надписей; быть внимательным к сигналам машинистов мостового крана, водителей электропогрузчиков и электрокаров и своевременно на них реагировать; немедленно отключать станок в аварийных ситуациях.

Запрещается работать на станках в рваной спецодежде, с незастегнутыми манжетами рукавов, незавя-

занными тесемками и т. п. Волосы распиловщика камня должны быть заправлены под головной убор.

Распиловщик камня должен быть предельно внимательным, устанавливать блоки или заготовки на станок только в рукавицах, при смазке станка следить за тем, чтобы масло не попадало на пол.

Наладчику оборудования запрещается работать неисправным инструментом. Снятие и сборку постава пил он может производить только после обесточения станка при вывешивании на главном рубильнике табличке «Не включать — работают люди!». После окончания сборки постава пил с рабочего места должен быть убран использованный в работе инструмент.

Электрослесарю категорически запрещается работать неисправным инструментом. До начала работы он должен снять напряжение с участка, где будут выполняться обслуживание и ремонт электрооборудования. Перед началом ремонта необходимо принять меры, исключающие возможность ошибочной подачи напряжения к месту работы (снять предохранители, использовать механический запор и др.). Кроме того, на выключателях и рубильниках обязательно следует вывесить плакат «Не включать — работают люди!», а при необходимости установить временные ограждения.

Смазчик не должен производить смазку работающего станка, если масленки не выведены за ограждения в безопасную зону. Пол кладовой запрещается посыпать опилками и песком. Металлическое оборудование и инвентарь (баки, насосы) должны иметь заземляющие устройства. При подогреве смазочного масла для приобретения им необходимой вязкости в холодное время года необходимо соблюдать специальные требования безопасности.

Такелажнику запрещается использовать новое такелажное оборудование, не имеющее заводской маркировки. Техническое освидетельствование всех подъемных механизмов и вспомогательных приспособлений должно проводиться ежегодно, а такелажного оборудования — каждые полгода. Клещи и захваты необходимо осматривать не реже 1 раза в месяц, а чалочные канаты и цепи — через каждые 10 дней. Результаты осмотра должны заноситься в журнал. При подъеме грузов условные сигналы должны подаваться определенным рабочим. Каждый непонятный сигнал следует воспринимать как

сигнал «Стоп». Строповку грузов необходимо производить в соответствии с установленными правилами. Нахождение людей под поднимаемым грузом не допускается. Использование проволоки в качестве растяжек или других чалочных устройств запрещено. Разборку распиленных ставок следует производить особенно тщательно и с большой осторожностью, поскольку упавшая плита или осколки развалившейся плиты могут серьезно травмировать участников в разборке рабочих.

§ 14. Электробезопасность

С электроэнергией в различной степени связаны все работающие. Опасность поражения электрическим током усиливается тем, что он не фиксируется органами чувств человека — зрением, слухом, обонянием. Поражение человека током происходит при замыкании электрической цепи через тело человека, возникающем в случае прикосновения его не менее чем к двум точкам цепи, между которыми имеется напряжение.

Различаются два вида поражения: электрические гравмы, вызывающие местные повреждения тела (ожоги, металлизация кожи, механические повреждения), и электрические удары, затрагивающие внутренние органы, что внешне обычно не проявляется.

Электробезопасность достигается при устройстве и эксплуатации электроустановок в соответствии с Правилами устройства электроустановок, Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

Несоблюдение требований указанных правил приводит к поражению человека электрическим током, непосредственными причинами которого при использовании электроустановок напряжением до 1000 В могут стать: случайное прикосновение к открытым токоведущим частям, случайно оказавшимся под напряжением из-за повреждения изоляции; ошибочная подача напряжения на отключенное электрооборудование во время проведения ремонтных работ; заземление провода и возникновение шагового напряжения на поверхности земли или основания, на котором находится человек.

Исход поражения электрическим током определяет-

ся в основном силой тока. Степень опасности переменного тока характеризуется следующими величинами, мА: пороговый ощущимый ток (вызывает первые ощущимые воздействия, но не травмирует) — 0,6—1,5; пороговый неотпускающий ток (обуславливает невозможность самостоятельного отрыва человека от токонесущих установок) — 10—15; пороговый фибрилляционный ток (вызывает паралич органов дыхания и фибрилляцию сердца) — 100.

На исход поражения током также влияют длительность воздействия тока (при длительном прохождении тока силой 25—50 мА возможен смертельный исход); род и частота тока (наиболее опасен переменный ток частотой 50 Гц); путь прохождения тока через тело человека (отдельные ткани имеют разное сопротивление); состояние здоровья человека (здоровые и физически крепкие люди легче переносят воздействие электрического тока).

Постоянный ток одинаковой величины с переменным вызывает у человека более слабые сокращения мышц и менее неприятные ощущения. Пороговые значения его повышаются до 6—7 мА для ощущимого тока и до 50—70 мА для неотпускающего. Меньшая опасность постоянного тока ограничивается напряжением 250—300 В. Он оказывает на человека в основном тепловое воздействие, однако ожоги могут быть очень тяжелыми вплоть до смертельного исхода. Действующие правила устройства и эксплуатации электроустановок одинаковы для обоих родов тока.

Защита от поражения электрическим током обеспечивается недоступностью токоведущих частей для случайного прикосновения, пониженным напряжением, заземлением и занулением электроустановок, автоматическим отключением. Недоступность токоведущих частей достигается размещением их на необходимой высоте, ограждением от случайного прикосновения, изоляцией токоведущих частей.

Для обеспечения электробезопасности рабочие не должны прикасаться к электрооборудованию, электрораспределительным щиткам, арматуре общего освещения, проводам и кабелям, клеммам и токоведущим частям оборудования. Замена перегоревших электроламп и предохранителей разрешается только при снятом напряжении в сети. Электродвигатели, приборы освещения

и другие токоприемники должны включаться в сеть только с помощью специальных аппаратов и приборов. После окончания работы все токоприемники, кроме светильников дежурного освещения, необходимо выключить, а провода и кабели обесточить.

Спасение человека, пораженного электрическим током, в первую очередь зависит от быстроты освобождения его от действия тока и оказания ему первой доврачебной помощи. Для прекращения действия тока на пострадавшего необходимо выключить рубильник или отделить пострадавшего от токоведущих частей. Оторвать пострадавшего можно за его одежду, если она сухая и отстает от тела. В электроустановках напряжением до 1000 В спасающий для отделения пострадавшего может использовать любой сухой предмет, не проводящий электрический ток — доску, канат, сухую одежду. Применять при спасении мокрые или металлические предметы нельзя. Отрывать пострадавшего от токоведущих частей следует по возможности одной рукой. При необходимости прекращение действия тока на человека достигается перерубанием проводов топором с сухой деревянной рукояткой или другим подобным способом.

Характер оказания первой помощи зависит от состояния потерпевшего после прекращения воздействия на него электрического тока. Если пострадавший находится в сознании или без сознания, но с сохранившимся дыханием его надо ровно и удобно уложить, растегнуть одежду, создать приток свежего воздуха, обеспечить ему полный покой и одновременно вызвать врача.

При отсутствии признаков жизни или плохом дыхании пострадавшему необходимо сделать искусственное дыхание. Наиболее эффективен способ искусственного дыхания «изо рта в рот», при котором спасающий выдыхает воздух из своих легких в легкие пострадавшего. В гигиенических целях вдувать воздух рекомендуется через смоченный водой носовой платок или марлю. Одновременно с искусственным дыханием необходимо делать непрямой массаж сердца для восстановления кровообращения.

§ 15. Пожарная безопасность

Пожар — неконтролируемое горение, наносящее материальный ущерб и создающее опасность для жизни людей.

Пожарная безопасность достигается предотвращением неконтролируемого горения, а при его возникновении — ликвидацией пожара, сопровождающейся ограничением сферы распространения огня и эвакуацией людей и материальных ценностей из горящих помещений.

Пожарная безопасность обеспечивается системами предотвращения пожара и пожарной защиты, включающими в себя комплекс организационных мероприятий и технических средств. Современная пожарная защита располагает системами быстрого обнаружения пожара, совершенной техникой и эффективными средствами тушения.

Для оценки вероятности возникновения пожара или взрыва при выполнении того или иного производственного процесса все производства в зависимости от степени их пожарной опасности подразделены на шесть категорий: А, Б, В, Г, Д, Е.

К категориям А и Б относятся взрыво- и пожароопасные производства, к категориям В — пожароопасные, к категории Е — взрывоопасные. Камнеобрабатывающее производство относится к наименее опасным в пожарном отношении категориям: Г (термическая обработка камня) и Д (абразивная и ударная обработка камня).

Пожарная безопасность объектов закладывается с учетом категории производства еще на стадии проектирования, при котором предусматриваются противопожарные разрывы между зданиями, разделение зданий противопожарными преградами, эвакуационные выходы, устройства для удаления дыма, молниезащита, подъезды к зданиям и источникам водоснабжения.

Предотвращение пожаров — обязанность каждого работника на любом объекте народного хозяйства. Ответственность за пожарную безопасность объекта возлагается на его руководителя.

Пожарная охрана в промышленности организована с учетом важности и пожарной опасности отдельных объектов народного хозяйства. На крупных предприятиях с повышенной пожарной опасностью, а также на

предприятиях, находящихся вне радиуса выезда городских пожарных команд, создаются профессиональные или производственные пожарные команды.

Пожарная охрана предусматривает широкое привлечение инженерно-технического персонала, рабочих и служащих к предупреждению и тушению возникших пожаров путем создания постоянно действующих пожарно-технических комиссий и добровольных пожарных дружин. Каждая такая комиссия создается приказом директора предприятия и работает под председательством главного инженера, поддерживая связь с органом Госспожнадзора, контролирующим данный объект. В функции комиссии входят проведение обследований и решение технических вопросов, связанных с пожарной безопасностью предприятия.

Добровольные пожарные дружины, организуемые на предприятиях, могут быть общеобъемными или цеховыми. Каждый член дружины должен способствовать обеспечению противопожарного режима в цехе и на предприятии, знать свои обязанности по боевому расчету и непосредственно участвовать в тушении пожара.

Знание правил пожарной безопасности, умение принять быстрые меры к вызову пожарной помощи и ликвидации пожара необходимы каждому работнику предприятия. Для этого администрация организует инструктаж по пожарной безопасности, а также проведение занятий по пожарно-техническому минимуму.

Первичный инструктаж о правилах пожарной безопасности на предприятии и порядке пользования средствами пожаротушения и пожарной связи проходят в пожарной охране все вновь поступающие на работу.

Повторный инструктаж проводится на рабочем месте для ознакомления работника с возможными причинами пожара в связи с технологическими особенностями производства в данном цехе. Инструктаж по пожарной безопасности всех работников предприятия необходимо проводить ежегодно.

К первичным средствам пожаротушения на камнеобрабатывающих предприятиях относятся внутренние пожарные краны, пенные (ОХП-10) и углекислотные (ОУ-5 и ОУ-8) огнетушители, ящики с песком и асbestosовые покрывала. Основное средство пожарной связи в цехах и производственных помещениях с технологическими процессами категорий Г и Д — телефонная связь.

Проезды и пути эвакуации на камнеобрабатывающем предприятии должны постоянно находиться в состоянии, обеспечивающем свободную и безопасную эвакуацию людей, имущества и оборудования из загоревшихся помещений или зданий. При этом эвакуационные выходы должны обеспечивать безопасный выход людей наружу кратчайшим путем в минимальное время. Графические планы эвакуации людей при пожаре вывешиваются на видном месте каждого этажа здания.

На каждый случай пожара комиссией в составе представителей пожарной охраны, администрации предприятия и общественной организации составляется акт по установленной форме, в котором указываются дата, точное время и конкретная причина возникновения пожара, условия его ликвидации и последствия пожара (характер и объем повреждения здания, несчастные случаи, размер причиненных убытков и др.).

Глава 5. ОХРАНА ПРИРОДЫ

§ 16. Общие сведения и понятия

Интенсивное развитие промышленности и транспорта во всех технически развитых странах мира сопровождается непрерывным увеличением вредных выбросов, наносящих биосфере¹ в целом громадный, нередко непоправимый ущерб. Биосфера постепенно разрушается: загрязняются атмосферный воздух, водоемы и почвы, уничтожаются флора и фауна.

Вопросами развития биосферы занимается экология (от греческого «*bíkos*» — дом, жилище, местопребывание) — наука об отношениях растительных и животных организмов между собой и с окружающей средой. Современная экология основное внимание уделяет изучению взаимодействия человека с биосферой.

¹ Под биосферой, по определению академика В. И. Вернадского, понимается область активной жизни на Земле, охватывающая верхнюю часть литосферы, гидросферу и нижнюю часть атмосферы.

Термины «биосфера», «природа», «окружающая среда» рассматриваются в настоящей главе как понятия, имеющие одинаковый смысл.

До недавнего времени вопрос о загрязнении биосферы отходами производства практически не возникал, поскольку считалось, что природа обладает неиссякаемой самоочищающей способностью. Однако оказалось, что эта способность природы далеко не безгранична. В этой связи особое значение приобрел поиск разумного компромисса между дальнейшим развитием производственной деятельности человека и ее экологическими последствиями. Традиционная оценка развития технологии различных производств без учета требований охраны природы перестала отвечать долговременным интересам человечества.

В создавшихся условиях охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов стали одной из насущных задач нашего государства. Советский Союз решает эту задачу путем организации планомерной эксплуатации и охраны естественных богатств страны в интересах всего общества в соответствии с Конституцией СССР, постановлениями ЦК КПСС и Совета Министров СССР и другими законодательными и нормативными документами по охране окружающей среды.

В СССР осуществляются мероприятия по всем основным вопросам охраны природы, включая предотвращение загрязнения атмосферного воздуха и воды промышленными выбросами, а почв — промышленными отходами и ядохимикатами, улучшение использования природных ресурсов, повышение личной ответственности граждан за сохранение окружающей среды.

Планы мероприятий по охране природы входят в государственные планы экономического и социального развития СССР. С 1974 г. в стране введена статистическая отчетность по охране природы, с 1975 г. в бюджете государства выделена статья «Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов».

Разработка месторождений полезных ископаемых в СССР, в том числе облицовочного камня, служащего исходным сырьем камнеобрабатывающих предприятий, регулируется Основами законодательства Союза ССР о недрах, законами (кодексами) союзных республик о недрах. Все недры в СССР составляют единый государственный фонд недр, являются исключительной собственностью государства и представляются только в пользование — бессрочное или временное.

Промышленность по добыче и обработке облицовочных материалов из природного камня, не будучи источником существенного загрязнения окружающей среды, относится к сравнительно крупным потребителям воды. В соответствии с этим охрана природы в отрасли сводится в основном к рациональному использованию и охране водных ресурсов.

§ 17. Охрана водных ресурсов на камнеобрабатывающих предприятиях

Одно из важнейших мероприятий по рациональному использованию и охране водных ресурсов — нормирование водопотребления и сброса сточных вод, поэтому для различных отраслей промышленности установлены укрупненные нормы водопотребления и водоотведения, а также требования к качеству потребляемой воды и характеристике сточных вод.

Эти нормы должны применяться при разработке генеральных схем комплексного использования и охраны водных ресурсов, прогнозировании водопотребления для нужд народного хозяйства, проектировании централизованных систем промышленного водоснабжения для вновь строящихся и реконструируемых объектов, а также при установлении лимитов отдельным предприятиям на забор воды и сбор сточных вод в водоемы.

Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для камнеобрабатывающих предприятий и карьеров блочного камня приведены в табл. I. Безвозвратное потребление и потери воды в системе водоснабжения и канализации предприятия определяются как разность между суммарным расходом свежей воды из источника и возвратом сточной воды в водоем.

Сточные воды, образующиеся от промывки систем оборотного водоснабжения, и очищенные сточные воды, качество которых отвечает установленным требованиям непосредственно или после соответствующей доочистки и обработки, могут использоваться повторно для различных целей без выпуска в водоем.

При повторном использовании сточных вод соответственно увеличивается расход оборотной воды, уменьшается потребление свежей (в том числе технической) воды из источника и сброс сточных вод в водоем.

Таблица 1. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения

Показатель	Камнеобрабатывающие предприятия (на 1000 м ² плит)	Карьеры блочного камня (на 1 м ³ блоков)
Система водоснабжения		Оборотная
Среднегодовой расход воды, м ³ :		
обратной, последовательно используемой свежей из источника в том числе:	5400	24
технической питьевой для производственных целей	95	4,5
то же, для хозяйственно-бытовых нужд	70	3
Среднегодовое количество сточных вод, м ³ , выпускаемых в водоемы	15	1
" том числе:	10	0,5
подлежащих очистке производственных	20	1,2
то же, бытовых	2	0,2
не требующих очистки	10	0,5
Безвозвратное потребление и потери воды	8	0,5
	75	3,3

Сточные воды мазутного хозяйства, котельной, ремонтно-механических мастерских подлежат механической очистке и сбросу в канализацию хозяйствственно-бытовых стоков.

Среднегодовой расход воды и количество сточных вод, м³, определяют по формуле

$$W = NQ,$$

где N — годовой объем производства; Q — среднегодовая укрупненная норма расхода воды (или количества сточных вод) на 1000 м² плит или на 1 м³ блоков (см. табл. 1).

Производственные и сточные воды характеризуются количеством и физико-химическими свойствами взвешенных и растворенных веществ, жесткостью (свойством, обусловленным присутствием в воде растворенных солей кальция и магния), щелочностью, кислотностью, запахом, цветом. Массовая концентрация загрязнений в воде обычно измеряется в миллиграммах на литр (мг/л).

Важная характеристика воды — водородный показа-

тель pH, величина которого характеризует степень кислотности водных растворов (показатель pH численно равен отрицательному логарифму концентрации водородных ионов в водном растворе). Химически нейтральная вода имеет pH = 7. Меньшее или большее значение pH указывает соответственно на кислую или щелочную реакцию воды.

Показатели качества воды, используемой на камнеобрабатывающих предприятиях при распиловке, фрезеровке (окантовке), шлифовке, а также при гидроуборке помещений и гидросмыве шламов, должны быть в пределах следующих значений:

температура, °С	До 40
взвешенные вещества, мг/л	50—2000
эфирорастворимые вещества, мг/л	20
запах, балл	3
pH	6,5—8,5
жесткость общая, мг-экв/л	5
сухой остаток, мг/л	1500
Fe ³⁺ , мг/л	1

Объем сточных вод, поступающих ежегодно от камнеобрабатывающих предприятий, примерно составляет 110 тыс. м³. Они имеют следующую характеристику:

	До очистки	После очистки
взвешенные вещества, мг/л	40 000	20—30
pH	7,6—8,5	7,2—8,5
жесткость, мг-экв/л:		
общая	4,5—18,26	5—7
карбонатная	1,1—3,16	1,5—2
HCO ₃ ⁻ , мг/л	28—179	до 150
Cl ⁻	21—1370	до 350
SO ₄ ²⁻	154—525	До 500
Ca ²⁺	47—126	47—126
Mg ²⁺	5,6—171	5,6—171
Na ⁺ +K ⁺	4—42	4—42
сухой остаток	600—2880	До 2000

Современные камнеобрабатывающие предприятия оборудованы оборотными (с возвратом очищенной воды на производство) системами водоснабжения, включающими гидротранспорт шламов.

Оборотную воду для повторного использования с содержанием взвешенных частиц до 2000 мг/л получают из сточных вод камнеобрабатывающих предприятий, от-

стаивая пульпу в шламонакопителях или отстойниках. При содержании в оборотной воде гашеной извести (компоненте абразивной пульпы для дробовой распиловки камня) и повторном ее использовании для шлифовки-полировки требуется контроль показателя pH и подкисление воды.

На большинстве предприятий система оборотного водоснабжения предусматривает прямоточную подачу сточной воды в горизонтальные отстойники, которые периодически очищают от шлама различными механизмами (кран козловой, грейферы, скрепы и др.). Некоторые зарубежные фирмы, например «Киеза» (Италия), решают проблему очистки сточных вод иначе: сточная вода подается в вертикальный отстойник, где с помощью флокулянта происходит осаждение твердых частиц, после этого осветленная вода возвращается в технологический процесс. Эти установки небольшие по размерам и достаточно экономичны. Уплотненный осадок прессуется на пресс-фильтре в брикеты, которые затем вывозят в отвалы.

На Ташкентском камнеобрабатывающем заводе используется система очистки сточных вод на базе вертикального фильтровального аппарата с трубчатыми керамическими фильтрами конструкции ВНИПИИстромсыре. Технологическая линия очистки оборотной воды состоит из фильтровального аппарата с площадью фильтрации 21 м², снабженного запорной арматурой; насосной станции сточной воды с двумя насосами ГРТ-160/31; насосной станции оборотной воды с двумя насосами К45/30, ЗК-6; пульта автоматического управления.

Сточная вода по шламовому каналу поступает в зумпф насосной станции сточной воды, после его заполнения вода подается насосом в фильтровальный аппарат, работающий циклически в трех режимах (очистка сточной воды, регенерация трубчатых фильтров путем подачи противотоком воды или воздуха, выгрузка сгущенного осадка). Воздух для регенерации фильтров подается с помощью компрессора с ресивером, а вода — насосом оборотного водоснабжения.

Осадок выгружается из фильтровального аппарата специальным устройством в самосвал. При наличии системы горизонтальных отстойников осадок по трубопроводу транспортируется в отстойник. Производительность

установки (по осветленной воде) при давлении 0,3 МПа — 35 м³/ч. Осветленная вода (фильтрат) поступает по трубопроводу в камеру чистой воды, откуда насосом станции обратной воды возвращается в технологический процесс.

Применение этой системы очистки сточных вод позволяет довести содержание взвеси в осветленной воде до 0,240 г/л, улучшить санитарное состояние территории предприятия, сократить забор водопроводной воды на 89 %, полностью исключить сброс сточных вод.

Часть 2. СТАНКИ И ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РАСПИЛОВКИ КАМНЯ

Глава 6. КАМНЕРАСПИЛОВОЧНЫЕ СТАНКИ

§ 18. Назначение и классификация станков

Камнераспилювочные станки предназначены в основном для распилювки блоков и брусков-заготовок облицовочного камня на плиты и другие плоские детали. Некоторые виды станков служат для разделки монолитов на блоки, опиливания граний блоков (пассировки), распилювки крупногабаритных блоков на более мелкие, выпиливания из блоков утолщенных брусков-заготовок.

По виду исполнительного органа (рабочего инструмента) камнераспилювочные станки подразделяют на четыре класса: штрипсовые, дисковые, с кольцевыми пилами и с гибким рабочим органом.

Штрипсовыми называют станки с рабочим инструментом в виде штрипсовых (полосовых) пил, совершающих в процессе пиления возвратно-поступательное движение (рис. 8). Значительные достоинства этих станков — высокая жесткость и устойчивость пил, возможность распилювки крупногабаритных блоков, сравнительно невысокая энергоемкость процесса пиления, небольшие потери камня — обусловили их преобладающее применение.

Штрипсовые станки в зависимости от конструктивного выполнения разделяют на две группы: рамные и специальной конструкции.

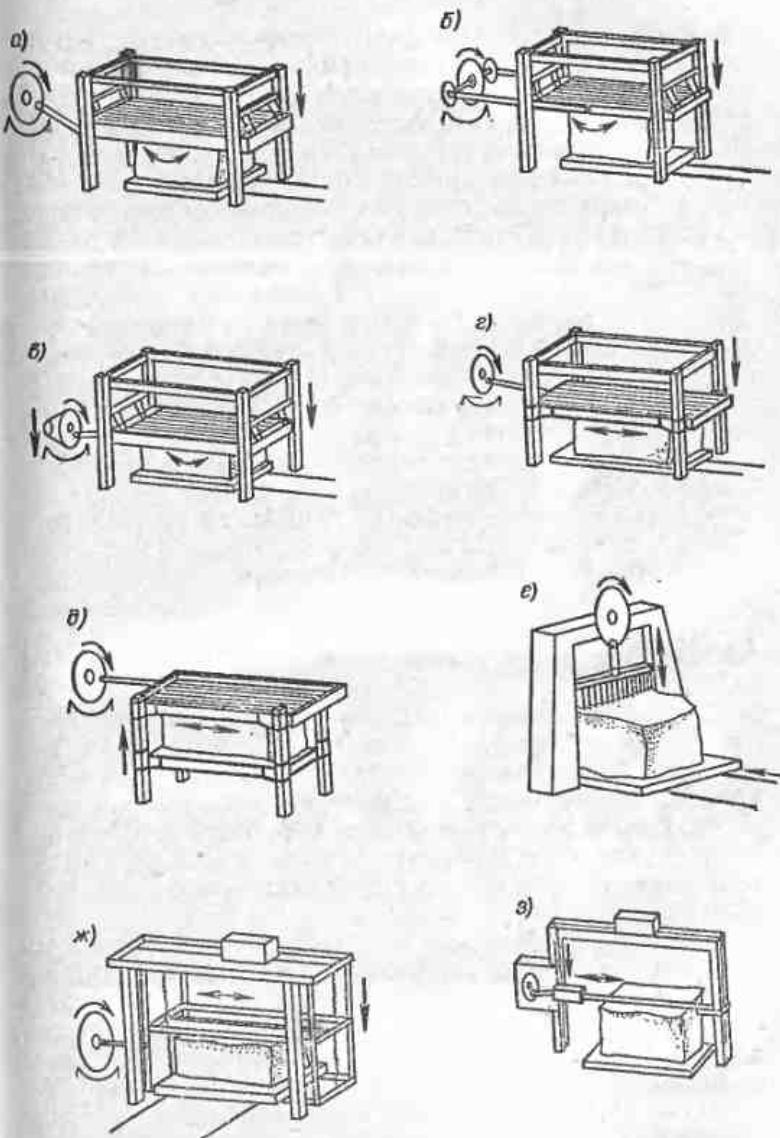


Рис. 8. Штрипсовые станки
 а—е — рамные; а—в — с криволинейным движением рамы; г—е — с прямолинейным движением рамы; г, д — горизонтально-распилювочные; е — вертикально-распилювочный; ж, з — специальной конструкции; ж — поперечно-распилювочный; з — одноштрипсовый

Рамные штрипсовые станки имеют исполнительный орган в виде прямоугольной рамы с укрепленным внутри нее комплектом штрипсовых пил, называемым поставом. Их назначение — распиловка блоков камня различной прочности на плиты-заготовки. По сравнению с другими штрипсовыми станками они более распространены благодаря таким преимуществам, как возможность установки на станке сравнительно большого числа пил, относительно высокая производительность распиловки, возможность получения плит небольшой толщины.

Рамные станки в зависимости от траектории движения пильной рамы с инструментом делятся на станки с криволинейным и с прямолинейным движением рамы.

Станки с криволинейным движением рамы (рис. 8, а—в) предназначены для распиловки блоков прочного камня штрипсовыми неармированными стальными пилами со свободным абразивом — дробью.

Станки с прямолинейным движением рамы (рис. 8, г—е), наоборот, служат для распиловки блоков камня преимущественно средней прочности и низкопрочного штрипсовыми алмазными пилами. Эти станки в зависимости от расположения пильной рамы подразделяются на горизонтально-распиловочные и вертикально-распиловочные.

Горизонтально-распиловочные станки (рис. 8, г, д) ориентированы на распиловку вдоль длины блока, для чего их пильная рама располагается и совершает возвратно-поступательное движение в горизонтальной плоскости. В зависимости от способа рабочей подачи они разделяются на станки с опусканием пильной рамы на блок (рис. 8, г) и станки с подъемом рабочего стола с блоком (рис. 8, д).

Вертикально-распиловочные станки (рис. 8, е) ориентированы на распиловку вдоль высоты блока (по принципу лесопильной рамы). Их пильная рама располагается и совершает возвратно-поступательное движение в вертикальной плоскости (или с небольшим наклоном по отношению к вертикали), а стол (тележка) с блоком поддается в ходе распиловки в горизонтальном направлении.

Станки специальной конструкции характеризуются ограниченным количеством пил (от 1 до 15 при установке их внутри рамы или всего одна пила при установке ее без рамы). Эти станки в основном используют для

пассировки блоков, распиловки крупногабаритных блоков на более мелкие и выпиливания из блоков утолщенных брусков-заготовок. На таких станках, как правило, можно распиливать камень любой прочности, применяя для этого штрипсовые алмазные пилы. Преимущество станков — возможность распиловки крупногабаритных блоков, ширина которых практически не ограничивается.

Станки специальной конструкции подразделяются на поперечно-распиловочные (рис. 8, ж) или «треннзеге» (в переводе с немецкого — резать поперек, делить) и на одноштрипсовые (рис. 8, з) или «монолама» (итальянское значение этого слова). Среди одноштрипсовых станков лучковые и параллелограммные, а также с pnevmaticheskim natyazheniem pily.

Дисковыми называются станки с рабочим инструментом в виде дисковых пил, установленных на рабочем (пильном) валу и совершающих в процессе пиления вращательное движение (рис. 9). Большинство этих станков оснащается алмазным режущим инструментом в виде дисковых алмазных сегментных пил (отрезных кругов) и лишь незначительная часть — твердосплавными пилами. К преимуществам дисковых станков относится значительная скорость резания и соответственно повышенная производительность распиловки, возможность осуществления непрерывного процесса пиления, конструктивная простота и небольшая металлоемкость, уравновешенность всех инерционных сил в работающем станке. Недостатки этих станков связаны с незначительным коэффициентом использования диаметра пилы (до 0,35—0,38), ограничивающим высоту распиливаемых блоков и соответственно получаемых из них заготовок, и с повышенной энергоемкостью процесса пиления.

Дисковые станки в зависимости от конструктивного выполнения (по количеству устанавливаемых пил) и назначения разделяются на однодисковые и многодисковые.

Однодисковые станки (рис. 9, а—в) обычно оснащаются пилами большого диаметра — 2000—3500 мм. Они служат для пассировки блоков камня различной прочности и выпиливания из них различных заготовок обычно в виде утолщенных пластин. По конструкции различаются порталные (рис. 9, а), мостовые (рис. 9, б) и консольные (рис. 9, в) однодисковые станки.

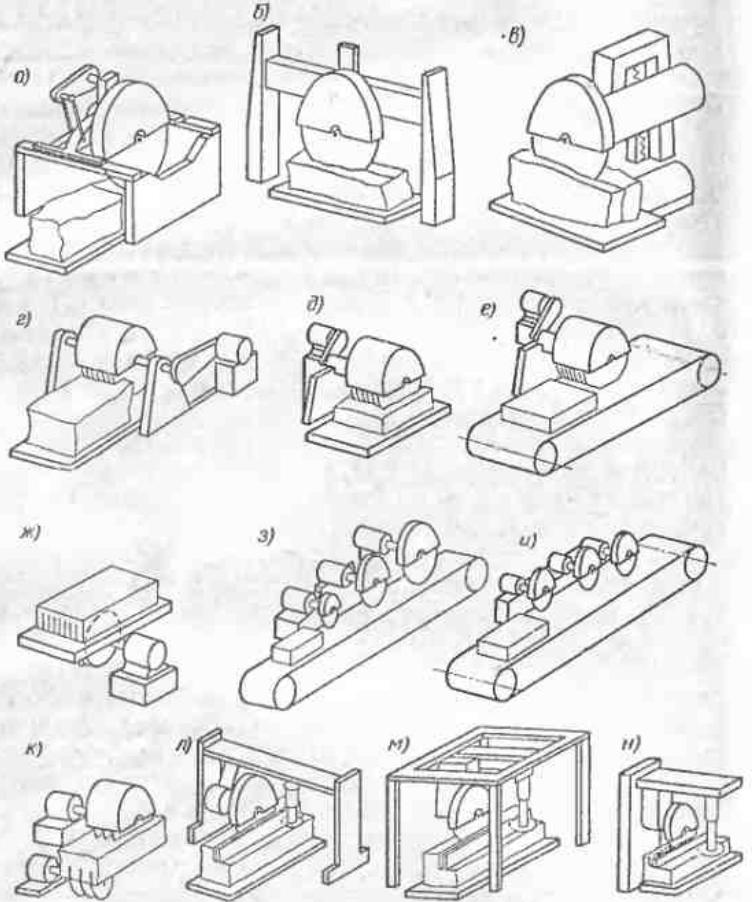


Рис. 9. Дисковые станки
а—в — однодисковые; г—и — многодисковые; ж—ж — одновальные;
з—к — многовальные; л—н — ортогональные

Многодисковые станки имеют исполнительный орган в виде рабочего вала с установленным на нем комплексом пил диаметром 1250 мм (до 25—30 шт.). В основном они предназначены для распиловки блоков и брусков-заготовок камня различной прочности на плиты-заготовки. Преимущества этих станков — простота конструкции, повышенная производительность распиловки за счет высокой скорости резания.

Многодисковые станки в зависимости от конструктивного выполнения делятся на одновальные, многовальные и ортогональные (от греческого «*orthogónios*» — прямоугольный).

Одновальные станки оснащаются комплектом дисковых пил, расположенным на одном рабочем валу. В зависимости от особенностей крепления вала в опорах различают порталные или двухпорные (рис. 9, г—ж) и консольные (рис. 9, д—ж) одновальные станки. По способу рабочей подачи они разделяются на позиционные и конвейерные. **Позиционные** станки (рис. 9, г—ж) имеют рабочий стол, перемещаемый вместе с распиливаемой заготовкой относительно неподвижного исполнительного органа. **Конвейерные** станки (рис. 9, е) оснащаются ленточным или пластинчатым конвейером, который обеспечивает непрерывно-поточную подачу заготовок.

Многовальные станки (рис. 9, з—к) имеют несколько (обычно два или три) параллельных рабочих валов с комплектом дисковых пил. Разновидность многовального станка — двухъярусный, у которого валы с дисковыми пилами размещаются один над другим (рис. 9, к). Эти станки, как и одновальные, делят на порталные и консольные, позиционные и конвейерные.

Ортогональные станки (рис. 9, л—н) отличаются сочетанием одной или нескольких вертикальных дисковых пил, размещенных на горизонтальном рабочем валу, с подрезной горизонтальной дисковой пилой, установленной на вертикальном рабочем валу. Такая конструкция позволяет выпиливать плиты из крупногабаритных блоков (в том числе блоков неправильной формы) даже при относительно небольшом диаметре пил. По конструкции различают мостовые (рис. 9, м), порталные (рис. 9, л) и консольные (рис. 9, н) ортогональные станки.

Станки с кольцевыми пилами (фрезами) оснащаются исполнительным органом в виде одной или нескольких кольцевых пил, приводимых во вращение зубчатой передачей наружного зацепления. Назначение их — разделка монолитов и крупных блоков пород средней и низкой прочности на более мелкие блоки, пассировка блоков, распиловка блоков на толстомерные заготовки. Преимущество станков с кольцевыми пилами (по сравнению с дисковыми станками) — высокий коэффициент использования диаметра инструмента (до 0,76). Основной их

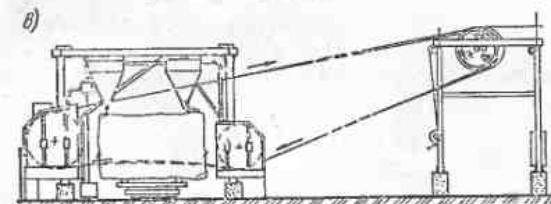
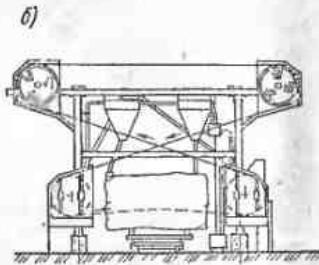
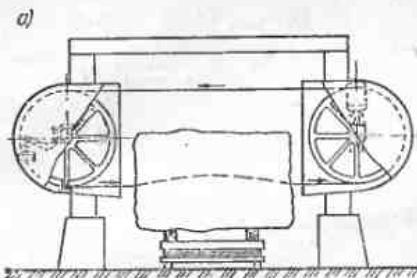


Рис. 10. Канатопильные станки

а — с укороченным рабочим контуром; б — с удлиненным рабочим контуром и с дополнительными шкивами над рабочей зоной; в — с удлиненным рабочим контуром и с дополнительным шкивом, удаленным от рабочей зоны

недостаток — значительная толщина пил, приводящая к повышенным потерям сырья на пропил.

Конструктивно эти станки подразделяются на порталные и мостовые, а в зависимости от количества используемого инструмента — на однопильные и многошарнирные.

Станки с гибким рабочим органом характеризуются наличием гибкого режущего инструмента, приводимого в движение посредством шкивов. Они служат для разделки монолитов и крупногабаритных блоков на более мелкие блоки и заготовки, а также для пассировки блоков.

Станки с гибким рабочим органом в зависимости от вида режущего инструмента разделяются на три группы: канатопильные, ленточнопильные и баровые.

Канатопильные станки (рис. 10) оснащены канатными пилами различной конструкции (алмазными, абразивными, твердосплавными). Они отличаются конструктивной простотой, небольшой металлоемкостью, несложностью эксплуатации, возможностью распиливать монолиты и блоки значительных размеров, невысоким

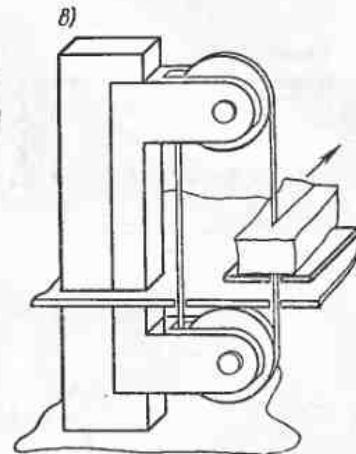
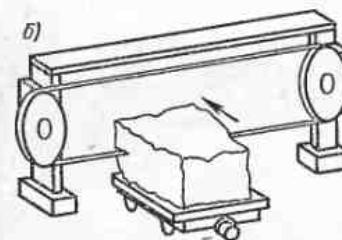
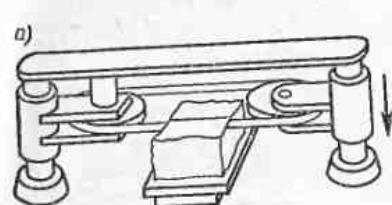


Рис. 11. Ленточнопильные станки

а — с горизонтальными шкивами и вертикально-режущей пилой; б — с вертикальными шкивами и горизонтально-режущей пилой; в — с вертикальными шкивами и вертикально-режущей пилой

уровнем создаваемого шума. Кроме того, на станках, работающих с алмазным канатом, можно легко обеспечить высокую скорость резания. Существенные недостатки канатопильных станков — малая жесткость канатных пил, вызывающая появление стрелы прогиба и часто приводящая к отклонениям каната от плоскости пропила, ограничение числа (до 4—6) одновременно работающих канатов.

Канатопильные станки делятся на стационарные и передвижные. Стационарные станки используются в основном на камнеобрабатывающих заводах для пасировки блоков и распиловки их на утолщенные заготовки. В зависимости от числа одновременно устанавливаемых канатных пил их подразделяют на однострунные и многострунные.

Передвижные установки служат для разделки монолитов на блоки и пасировки блоков на карьерах и в учебнике не рассматриваются.

Ленточнопильные станки (рис. 11) работают с ленточными алмазными пилами, привод которых осуществляется посредством пары шкивов большого диаметра.

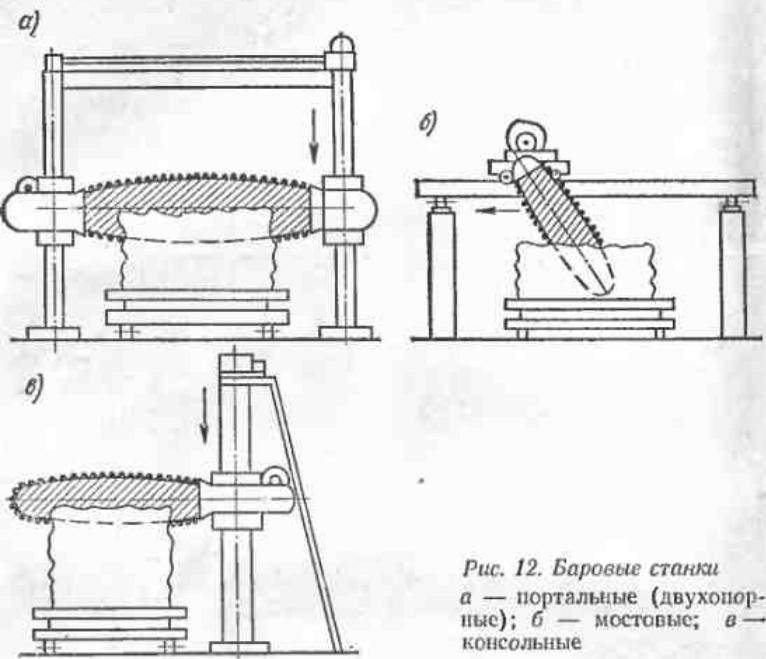


Рис. 12. Баровые станки
а — порталные (двухстоечные); б — мостовые; в — консольные

Это позволяет, как и при распиловке на канатопильных станках, сравнительно легко обеспечить высокую скорость резания. На конструкцию этих станков определяющее влияние оказывает пространственная ориентация инструмента с рабочими шкивами относительно распиливаемого блока. По этому признаку различают станки с горизонтальными шкивами и вертикально режущей пилой (рис. 11, а), с вертикальными шкивами и горизонтально режущей пилой (рис. 11, б) и с вертикальными шкивами и вертикально режущей пилой (рис. 11, в). У станка первого варианта рабочая подача в процессе распиловки имеет вертикальное направление и осуществляется путем опускания пилы со шкивами (или подъема стола с блоком), в станках остальных вариантов — горизонтальное направление реализуется за счет подачи стола (тележки) с блоком.

Ленточные пилы обладают значительно большей жесткостью, чем канатные при минимальной толщине пропила, что способствует применению их для высоко-

производительной распиловки прочного камня. Недостаток этих станков — относительно невысокая эксплуатационная надежность ленточных пил.

Баровые станки (рис. 12) оснащены баровыми (цепными) пилами. Конструктивно их подразделяют на портальные (рис. 12, а), мостовые (рис. 12, б) и консольные (рис. 12, в). Существенное влияние на конструкцию этих станков оказывает характер используемого рабочего инструмента. Баровые станки в основном снабжены пилами с твердосплавными режущими элементами. Такое оборудование получило распространение в некоторых европейских странах и, в первую очередь, во Франции. Его применяют преимущественно для распиловки низко-прочного камня, поскольку на этой операции оно имеет высокую производительность. К недостаткам баровых станков с твердосплавным инструментом, ограничивающим их распространение, можно отнести повышенную ширину пропила, относительно высокую энергоемкость распиловки, недостаточную эксплуатационную надежность рабочего органа.

В последние годы в СССР, Бельгии, ФРГ, Италии, Швейцарии разработаны конструкции станков с баровыми алмазными пилами, позволяющими в значительной мере предотвратить перечисленные недостатки станков с твердосплавным инструментом.

§ 19. Штрипсовые станки

Рамные штрипсовые станки с криволинейным движением рамы наиболее распространены на отечественных камнеобрабатывающих предприятиях.

Станки этого типа отличаются от других наличием подвесок рамы, сочленяющих ее с механизмом рабочей подачи и придающих раме криволинейное движение. Такие станки оборудуются системой подачи абразивной пульпы, необходимой при распиловке высокопрочного камня штрипсовыми неармированными пилами.

Практическое использование имеют три вида криволинейных траекторий, определяемых конструкцией подвесок: маятниковая, выпуклая и спрямленная.

Маятниковая траектория (рис. 13, а) получается при использовании простых параллельных подвесок (К-3М, СМР-043, Адидже, Тимаво, Империал). Она имеет характер дуги окружности с радиусом, равным длине под-

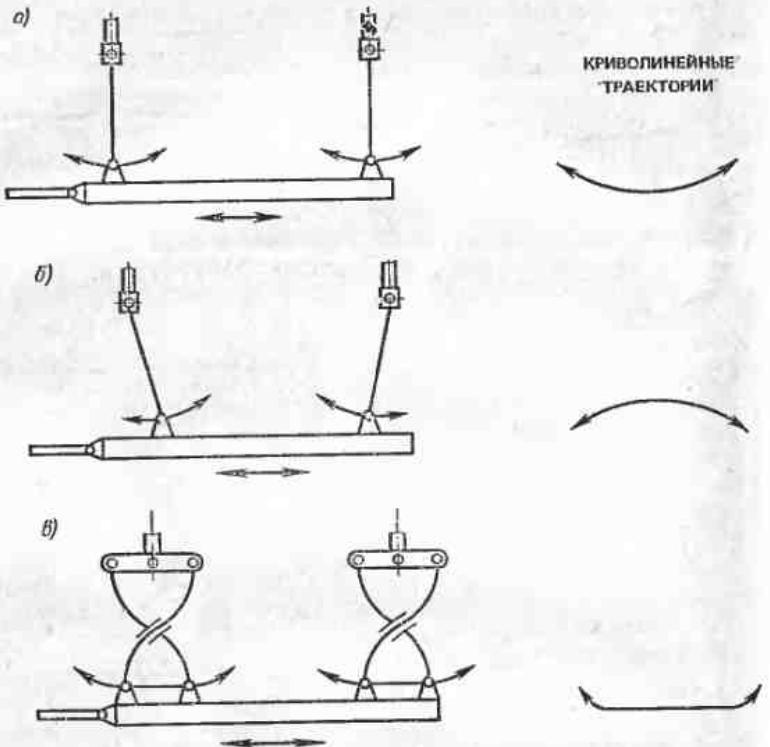


Рис. 13. Схемы подвесок и криволинейные траектории пильной рамы
а — маятниковая; б — выпуклая; в — спрямленная

вески, обращенной выпуклостью вниз. Это обеспечивает кратковременный контакт пил с камнем и подъем их над дном пропила в крайних точках рамы, благодаря чему снижается энергоемкость процесса распиловки и улучшается доступ абразива в пропилы.

Выпуклая траектория (рис. 13, б) создается путем применения простых подвесок, нижние оси крепления которых к раме сближены к центру (Супер-Бра, Супер-Макс). При движении рамы слева направо левый конец рамы поднимается, а правый опускается и наоборот, в результате чего траектория приобретает характер дуги, обращенной выпуклостью вверх. Пилы при такой траектории как бы перекатываются по дну пропила, вступая лишь в кратковременный контакт с камнем на

Рис. 14. Четырехзвенная подвеска пильной рамы



непрерывно перемещающемся участке пропила, что положительно влияет на процесс распиловки. Прежде всего создается возможность для повышения давления распиловки при сравнительно невысокой энергоемкости процесса, улучшаются условия работы пил за счет эффективной очистки пропилов от шлама и значительного снижения ударных нагрузок, повышается качество распила, улучшается снабжение пропилов абразивом. Опыт показывает, что выпуклая траектория весьма эффективна при распиловке прочного камня штробсовыми пилами со свободным абразивом.

Спрямленная траектория (рис. 13, в) образуется при использовании четырехзвенных подвесок (рис. 14), например на станках МЗС-2 и некоторых исполнениях

станка 1925, или применении простых подвесок, сочлененных с пильной рамой посредством эксцентриков. Центральная часть такой траектории представляет собой отрезок прямой с округлениями на концах. Это обеспечивает пилам достаточно длинный контакт с камнем при хорошем питании пропилов абразивом за счет подъема рамы в крайних точках ее движения. Спиральная траектория позволяет использовать для распиловки также штраповые алмазные пилы. Однако из-за невысокой эксплуатационной надежности четырехзвенных подвесок станки с ними имеют лишь ограниченное применение.

Каждый станок с криволинейным движением рамы состоит из станины, пильной рамы с комплектом пил, закрепленной на подвесках, главного привода с кривошипно-шатунным механизмом; механизма рабочей подачи пильной рамы, станочной тележки, системы подачи абразивной пульпы и устройств управления.

Станина выполняется в виде четырех колонн, связанных поверху распорными балками. Пильная рама в современных станках состоит из пары продольных и пары поперечных балок, образующих полый прямоугольник. В поперечных балках предусматриваются проемы для установки комплекта (постава) пил. Главный привод (привод движения пильной рамы) посредством кривошипно-шатунного механизма преобразует вращательное движение электродвигателя в возвратно-поступательное движение рамы. Механизм рабочей подачи, т. е. опускания пильной рамы с заданной скоростью, должен также обеспечивать холостое (ускоренное) перемещение рамы — опускание и подъем. Станочная тележка служит для транспортирования блоков (ставок) в рабочее пространство станка и выкатке из него распиленных блоков для передачи их в зону разборки. Система подачи абразивной пульпы в значительной мере зависит от способа подачи, который может быть эжекторным или более экономичным насосным.

Станки с криволинейным движением рамы различаются по конструкции главного привода и системе подачи пильной рамы. Одни из них имеют одношатунный привод (К-ЗМ, Империал, Супер-Бра, Супер-Макс) с шарнирным креплением шатуна к кронштейну задней поперечины рамы (см. рис. 8, а), другие (1925, СМР-043) — двухшатунный привод с креплением шатунов к пальцам

по обе стороны передней части рамы (см. рис. 8, б). Вторая конструкция, с одной стороны, позволяет уменьшить длину станка путем сближения главного привода со станиной и сплзить нагрузки на головку шатуна, а с другой, — приводит к увеличению ширины станка и требует особой точности как его сборки, так и регулировки длины шатунов.

Станки К-ЗМ, МЗС-2, 1925, СМР-043, Адидже, Тимаво имеют систему принудительного опускания пильной рамы, а станки Империал, Супер-Бра, Супер-Макс — систему свободного опускания пильной рамы. Различие двух систем связано с характером сочленения подвесок рамы с ходовыми гайками подачи: при принудительном опускании рамы подвески жестко связаны с ходовыми гайками, а при свободном опускании — лежат на них без соединения.

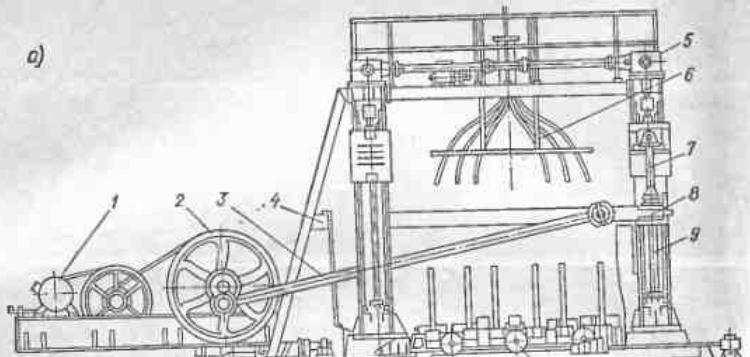
Принудительное опускание пильной рамы обеспечивает передачу повышенных давлений в процессе пиления, что способствует увеличению скорости рабочей подачи и соответственно повышению производительности станка. Вместе с тем свободное опускание пильной рамы предотвращает перегрузки на станок и пильы, позволяя исключить брак из-за увода пил. Скорость подачи у таких станков зависит только от массы пильной рамы. Недостаточно высокую скорость обычно компенсируют увеличением рабочих габаритов, позволяющих распиливать крупноразмерные блоки большим количеством пил.

На камнеобрабатывающих предприятиях страны чаще всего используются станки 1925, СМР-043, СМР-043А, Супер-Бра, Супер-Макс. Наиболее типичен станок СМР-043 с двухшатунным приводом пильной рамы (рис. 15).

Станки Супер-Бра и Супер-Макс выполнены с одношатунным приводом. Характерная особенность этих станков — нижнее размещение вариатора механизма рабочей подачи, который связан системой валов и конических передач с ходовыми винтами.

Общий недостаток рассмотренных станков — наличие дезоксиала (смещение оси качания пильной рамы), величина которого в точках ее подъема и опускания может достигать 30—40 мм. Дезоксиал обусловливает неравномерный износ пил из-за сокращения хода пильной рамы, в результате чего образующиеся на пилах уступы наносят удары по распиливаемому блоку. Уменьшение

а)



б)

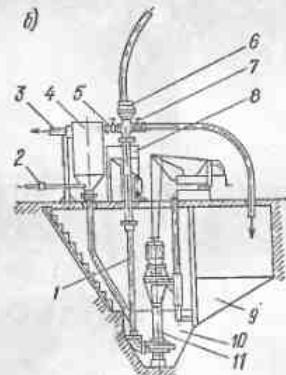
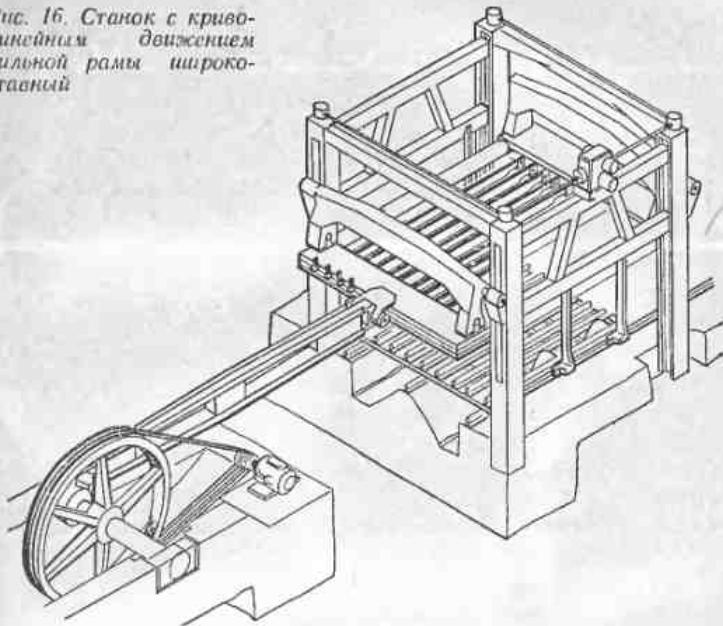


Рис. 15. Станок с криволинейным движением пильной рамы СМР-043

а — схема станка: 1 — электродвигатель главного привода; 2 — маховик; 3 — шатун; 4 — ограждение; 5 — механизм рабочей подачи; 6 — распределитель абразива; 7 — пильная рама; 8 — ходовые винты; 9 — станочная тележка; 10 — привод станочной тележки; б — схема насосной подачи абразивной пульпы: 1 — трубопровод; 2, 5—7 — краны-заслонки; 3 — слив классификатора; 4 — классификатор; 8 — питатель; 9 — рекуперационная емкость; 10 — зумпф (нижний приемник); 11 — насос

дезоксиала обычно достигается удлинением шатуна. С этой целью некоторые исполнения станка Империал имеют сборную конструкцию шатуна с механизмом автоматического изменения его длины в зависимости от положения пильной рамы по высоте. Однако такое регулирование длины шатуна очень сложно и поэтому широкого распространения не получило. Длину шатуна чаще всего регулируют посредством винтового механизма, сочленяющего его части (станки Супер-Бра, Супер-Бра ТЖ и др.), при периодических остановках станка. Для точной корректировки длины шатуна в зависимости от положения пильной рамы ПО «Житомирспрудпром» разработано приспособление из мерной линейки и указателя, смонтированных на шатуне, с их помощью определяется требуемое изменение его длины.

Рис. 16. Станок с криволинейным движением пильной рамы широкоставный



Следует отметить, что станки Супер-Макс, а также другие аналогичные модели итальянских фирм — Джумбо (фирма «Гаспари»), Бизонте-80 (фирма «Маринони»), Мек СБ (фирма «Фругони») (рис. 16) — отражают общую современную тенденцию создания высокопроизводительных суперширокоставных станков, способных осуществлять распиловку ставок объемом до 18—25 м³. Их характерная особенность — значительные рабочие габариты (прежде всего, ширина), большое число одновременно работающих пил (до 100—125), высокая жесткость пильной рамы и прочих узлов, надежная защита подвижных частей от влаги и абразивного шлама, высокий уровень автоматизации. Благодаря повышенной жесткости основных узлов, производительность таких станков практически прямо пропорциональна габаритам распиливаемых ставок, вследствие чего рациональной комплектацией ставок можно довести этот показатель при распиловке гранита до 2,5—4 м²/ч.

Станки К-ЗМ, 1925, МЗС-2 отличаются конструкцией механизма подачи рамы, предусматривающего использование параллелограмма — четырехзвенника (панто-

графа) для передачи синхронного вращения на все четыре ходовые винта. Этот узел характеризуется конструктивной простотой и невысокой стоимостью, однако он имеет ряд существенных недостатков по сравнению с узлом, состоящим из системы валов и конических передач: повышенные габариты, меньшая плавность движения, невысокая эксплуатационная надежность при передаче на ходовые винты значительных усилий.

У станков Адиже, Тимаво, Макрум главный привод смонтирован на отдельно стоящей колонне и синхронно опускается вместе с пильной рамой. Вал главного привода на подвижных салазках с эксцентриками и опорный узел шкивов с электродвигателем установлены на этой же опоре. Указанная система, удерживаемая двумя гайками с проходящими через них ходовыми винтами, плавно перемещается по вертикали вверх или вниз в зависимости от направления вращения винтов. Такая конструкция исключает дезоксиаил, что позволяет уменьшить длину шатуна и соответственно общую длину станка. Кроме того, подвески этих станков имеют укороченную длину, приводящую к более высокому подъему пил над дном пропилов, что позволяет улучшить снабжение пропилов абразивом.

В состав конструкции большинства станков с криволинейным движением рамы, работающих с неармированными пилами, входит система подачи абразивной пульпы. У станков с замкнутым циклом обращения пульпы такая система включает следующие элементы (см. рис. 15, б): насос, классификатор, лозатор дроби, верхний и нижний зумпфы (приямки), рекуперационную емкость, трубопроводы с кранами и распределитель абразива. Принцип действия и особенности эксплуатации системы подачи пульпы подробно описаны в главе 10. Важнейший элемент этой системы — распределитель абразива характеризуется большим конструктивным разнообразием. Опыт показывает, что наиболее рациональна конструкция распределителя в виде бака, смонтированного на каретке над пильной рамой. Бак совершает вместе с тележкой поперечное возвратно-поступательное движение под действием электромеханического привода. Пульпа в пропилы подается через резиновые или каплоновые рукава, соединенные с баком и распределяющие абразив по всей ширине распиливаемого блока.

Техническая характеристика рамных станков с криволинейным движением рамы приведена в табл. 2.

Рамные штريповочные станки с прямолинейным движением рамы — также широко распространены на наших камнеобрабатывающих предприятиях. Среди них советские станки моделей 2992, КС-2, СМР-032, СМР-069, СМР-077 и импортные станки Диага, СВГ, ЛВГ-С, ДМ-75, ДМ-1000, ДМС-500, Диабретон, Рапидор.

Горизонтально-распиловочные станки с опусканием пильной рамы (см. рис. 8, г) конструктивно схожи со станками с криволинейным движением рамы, но отличаются тем, что рама не имеет подвесок, а перемещается в специальных прямолинейных направляющих, размещенных в двух суппортиных балках. Как и станки с криволинейным движением рамы, они могут иметь одношатунный (ДМ-75, ДМС-500, ЛВГ-С, Диабретон и др.) или двухшатунный (СМР-032, СМР-069, Диага, СВГ) главный привод. Все они, кроме ЛВГ-С, имеют систему принудительного опускания пильной рамы.

Для большинства станков с двухшатунным приводом характерна компоновка станины со смещением задних колонн внутрь на размер, соответствующий сумме толщин шатуна и супортной балки.

Конструкция станка СМР-032 с двухшатунным приводом движения пильной рамы показана на рис. 17.. Часть его узлов и деталей унифицирована с соответствующими узлами и деталями станка СМР-043.

Станок СМР-069, имеющий увеличенное рабочее пространство, относится к группе широкоставных. Этим советским станкам конструктивно аналогичны импортные станки, эксплуатируемые на отечественных камнеобрабатывающих предприятиях: Диага, СВГ, СВН и др. На широкоставных станках Диага180Жск, СВГ-В и др. можно устанавливать до 70—80 штрупсовых алмазных пил.

Горизонтально-распиловочные станки с опусканием пильной рамы и одношатунным приводом ДМ-75, ДМС-500, ДМЖ, ЛВГ-С также являются широкоставными.

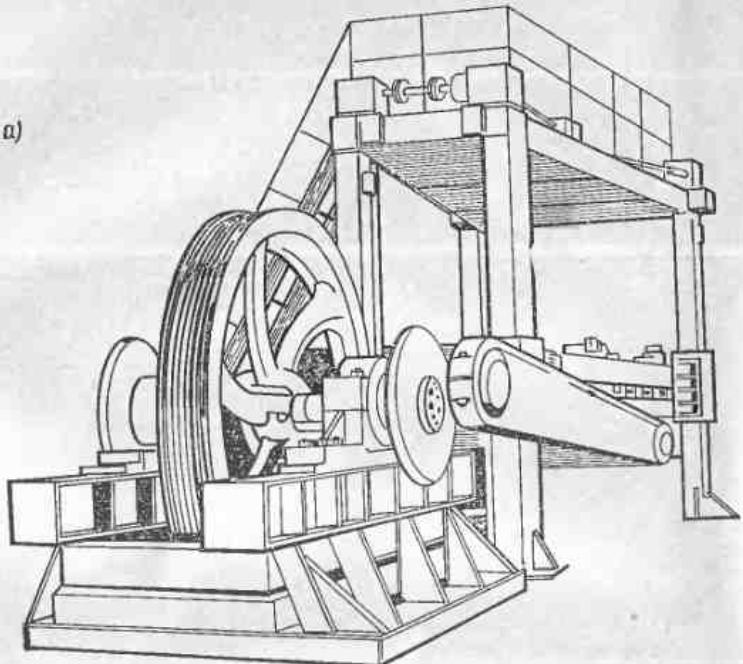
Горизонтально-распиловочные станки с подъемом рабочего стола (см. рис. 8, д) отличаются характером рабочей подачи, которая обеспечивается подъемом стола с распиливаемым блоком к пильной раме. К достоинствам этих станков относятся отсутствие у них дезоксиаила и высокая жесткость и точность работы пильной рамы.

Таблица 2. Техническая характеристика штрыпсовых рамных станков с криволинейным движением рамы

Показатель	К-3М Тольяттинского машиностроительного завода	МЭС-2 Московского завода «Стромма-шин»	1925 Выксунский завода ДРО и Ли-чековского механического завода	СМР-043 Выксунского завода ДРО и «Геоди-нажинской фабрики «Строумашин»	Импирод А-2КН фирмы «Грегори» (Италия)	Супер-Брау фирмы «Брау» (Италия)	Супер-Макс фирмы «Брау»	ТЖ-60 фирмы «Брау»	Бионико-60 фирмы «Марлони» (Италия)	Адидже фирмы «Капелли» (Италия)	ПР-23 (ЧССР)
Максимальные размеры распиливаемого блока, мм:											
длина	2500	2800	2800	2800	4000	3000	3500	3500	4000	3500	3000
ширина	1400	1500	1400	2000	2000	2000	3500	3500	3300	2000	1900
высота	1250	1450	1400	1600	2000	2000	2000	2000	2100	2000	1500
Эксплуатационная производительность по гравиту, м ² /ч	0,3—0,5	0,5—0,7	0,6—0,7	0,8—1,1	0,8—1,2	0,9—1,5	1,5—3	1,5—3	1,5—3	0,7—0,9	0,65—0,8
Максимальное количество пил, шт.	40	60	40	60	80	60	125	125	116	60	40

Длина хода пильной рамы, мм	360	380	400	400	400	380	380	430	400	400	400
Частота качаний пильной рамы, двойной ход /мин	70	100	90	75	75	80	80	80	80	80	80
Скорость рабочей подачи, мм/ч	8—400	15—500	30—1000	7—400	—	0—40	0—40	0—50	0—40	15—780	0—150
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	28	40	55	40	13,5	18,7	30	45	35	15	25
Установленная мощность (с насосной установкой), кВт	47	60	75	64	25	36	66	66	72	34	43
Размеры станка, мм:											
длина	11 250	10 200	10 300	11 800	13 400	14 000	14 400	15 400	15 500	9000	10 000
ширина	3340	4000	4790	6900	3750	4000	5600	5320	5000	3800	3000
высота	4400	4600	5340	5250	3900	4800	4800	5000	4700	4800	3700
Масса станка, т	11,5	37	54	47	13,9	25	45	46	45,3	27	10

а)



б)

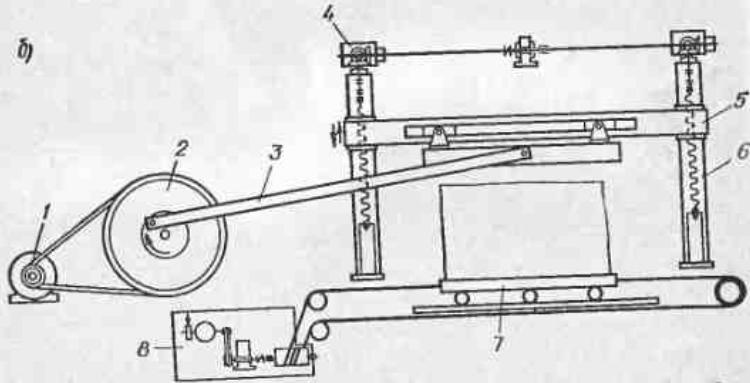


Рис. 17. Общий вид (а) и схема (б) станка с прямолинейным движением пильной рамы СМР-032
1 — электродвигатель главного привода; 2 — маховик; 3 — шатун; 4 — узел привода подачи; 5 — суппортная рама; 6 — колонна; 7 — станочная тележка; 8 — механизм перемещения станочной тележки

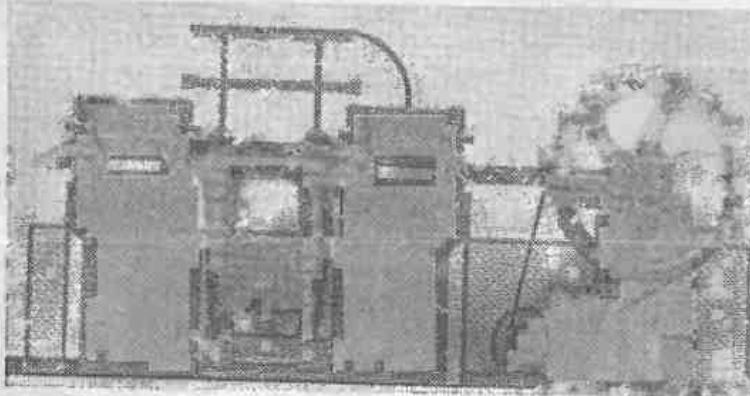


Рис. 18. Станок с прямолинейным движением пильной рамы СМР-077

Среди таких станков (СМР-077, Рапидор, Тэ-солл, ТЛ-15 и др.) наиболее распространен станок Рапидор в различных исполнениях. Станина его выполнена в виде опорной П-образной рамы, закрепленной неподвижно в железобетонных опорах. В направляющих рамы под действием привода, находящегося на индивидуальной железобетонной тумбе, перемещается в горизонтальном направлении пильная рама. Механизм рабочей подачи станка состоит из электродвигателя, вариатора и системы валов и конических передач, смонтированных на опорной раме, а также из ходовых винтов, маточных гаек и суппортов. Тележка-платформа с распиливаемым блоком закатывается на поперечные балки-держатели, соединенные попарно с суппортами, и поднимается к пильной раме действием механизма подачи.

Станку Рапидор конструктивно аналогичны станки КС-2 и ТЛ-15. Новый отечественный станок этой группы — СМР-077, осваиваемый в серийном производстве, характеризуется гидравлическим приводом подъема рабочего стола (рис. 18).

Вертикально-распиловочные станки (см. рис. 8, а) имеют облегченную пильную раму с укороченными пилами, что способствует увеличению скорости ее движения и соответственно повышению производительности станков. Это происходит за счет сокращения примерно вдвое длины пил и поперечных балок рамы с уменьшением их сечения при пилении вдоль высоты блока, которая в 2 раза

за меньше его длины. К преимуществам таких станков относятся благоприятные условия работы алмазных пил из-за легкости удаления шлама из пропилов, поточный характер работы, небольшие потери сырья. Однако вертикально-распиловочные станки не получили широкого применения, главным образом, из-за сложного крепления распиливаемого блока.

Станок НВД-60 (фирма «Морденти», Италия) с пильной рамой, установленной под углом 10° к вертикали, имеет главный привод с двумя маховиками и одним шатуном. Оригинально решена конструкция механизма рабочей подачи: распиливаемый блок перемещается по гладкой поверхности неподвижного стола под действием торцевого толкателя, скорость движения которого регулируется вариатором.

Техническая характеристика вертикально-распиловочного станка НВД-60

Максимальные размеры распиливаемого блока, мм:

длина	4000
ширина	1650
высота	1700

Эксплуатационная производительность по мрамору, м³/ч 10—14

Максимальное количество пил, шт. 60

Длина хода пильной рамы, мм 600

Частота качаний пильной рамы, двойной ход/мин 120 (94)

Мощность электродвигателя главного привода, кВт 95

Установленная мощность, кВт 105

Размеры станка, мм:

длина	10 500
ширина	3700
высота	3700

Масса станка, т 35

Технические характеристики наиболее распространенных рамных станков с прямолинейным движением рамы приведены в табл. 3, 4.

Станки специальной конструкции — сравнительно небольшая группа штريпсового оборудования, представленная поперечно-распиловочными и одноштрипсовыми станками.

Поперечно-распиловочные станки (см. рис. 8, ж) отличаются исполнительным органом в виде вертикальной рамы, совершающей возвратно-поступательное движение в горизонтальном направлении под действием главного привода. Внутри рамы устанавливаются одна или несколько штрипсовых пил, концы которых крепятся к ка-

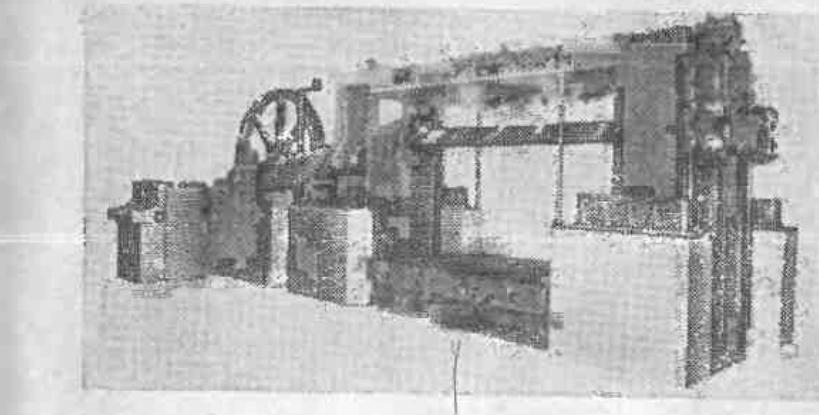


Рис. 19. Поперечно-распиловочный станок Нельсон

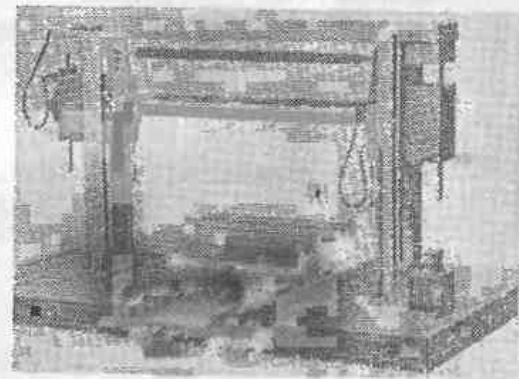


Рис. 20. Одноштрипсовый станок СМР-078

реткам, синхронно перемещающимся по вертикальным направляющим рамы вместе с пилами под действием ходовых винтов механизма подачи. Типичным примером такой конструкции может служить станок Нельсон фирмы «Тема-Лонджинотти» (Италия) (рис. 19).

Одноштрипсовые станки (см. рис. 8, з) выполняются без рамы. Исполнительным органом в зависимости от типа станка служат: лучок в виде П-образной скобы, между нижними свободными концами которой натянута штрипсовая пила (РКБ-1, СМР-078), параллелограмм, нижняя сторона которого образована штрипсовой пилой (МРМ-1), пневмоцилиндры в суппортах, между штоками которых натянута штрипсовая пила (МО-350).

Таблица 3. Техническая характеристика штريпсовых рамных горизонтально-распиловочных станков с опусканием пильной рамы

Показатель	СМР-032 выпускаемого запола ДРО	СМР-039 Ле- нинградского завода «Стромма- шина»	«Днага» фирмы «Карл Майер (ФРГ)»			СВГ-У фирмы «Карл Майер»	ЛВГ-С фирмы «Карл Майер»		ДМ-75 фирмы «Брез» (Гта- лия)	ДМС-500 фирмы «Браз»	ДМ-1000 фирмы «Браз»	«Диабретон I XC» фирмы «Бретон» (Италия)	
			20ж	40жск	80жск		I	V				110	330
Максимальные размеры распили- ваемого блока, мм:													
длина	2800	2800	3000	3500	3500	3250	3250	3250	3000	3400	3400	3000	3500
ширина	1400	2000	1300	1500	2000	1800	1500	1800	2000	2000	2000	1600	2000
высота	1400	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	2000	2000	2000	2000	2000
Эксплуатацион- ная производи- тельность по ма- мору, м ² /ч	4—7	8—14	4—5	6—8	10—14	9—12	0,3— 0,6*	0,7— 1,2*	9—12	10—14	10—15	8—11	10—15
Максимальное ко- личество пил, шт.	40	65	20	40	80	70	10	50	80	88	88	64	80
Длина хода пиль- ной рамы, мм	500	700	500	500	(700)	700	540	500	500	520	500	520	520

Частота качаний пильной рамы, двойной ход/мин	100	88	80	120 (105)	105	110	80	80	80	80	80	115	100
Скорость рабочей подачи, мм/ч	20— 400	20— 380	60— 600	60— 600	60— 600	60— 400	10—80	10—80	0—300	0—300	0—300	60— 450	60— 450
Мощность элект- родвигателя глав- ного привода, кВт	75	110	22	75	142,5	130	22	80	45	75	75	90	90
Установленная мощность, кВт	83,4	120	30	84	151	138	30	89	53	83,6	83,6	97	97
Размеры станка, мм:													
длина	12 150	12 500	15 500	16 000	16 000	16 200	16 500	16 500	14 000	16 500	16 500	15 500	16 000
ширина	4510	6000	4200	4500	5000	4500	4500	4500	3500	4600	4600	4600	5000
высота	4645	5000	4200	4200	4200	4350	4500	4500	4000	4200	4100	4200	4200
Масса станка, т	43,1	52	14,7	33,8	62	35	19,9	22,5	25	37	40	51	53

* Показана производительность при распиловке гранита.

Примечание. В скобках даны показатели для отдельных модификаций станков.

Таблица 4. Техническая характеристика штريпсовых рамных горизонтально-распиловочных станков с подъемом рабочего стола

Показатель	КС-2 (СССР)	СМР-077 Ленинградского завода «Стром- машин»	Райдор фирмы «Карл Майер» (ФРГ)		ТЛ-15 фирмы «Терцаго» (Италия)
			I	II	
Максимальные размеры распиливаемого блока, мм:					
длина	2500	1200	3000	3000	3200
ширина	1300	1100	1200	2000	1500
высота	1400	1100	1800	1800	2000
Эксплуатационная производительность по мрамору, м ² /ч	3—5	6—8	6—9	10—14	9—12
Максимальное количество пил, шт.	37	40	30	80	60
Длина хода пильной рамы, мм	400	500	540	700	500
Частота качаний пильной рамы, двойной ход/мин	70	120	120	105	120
Скорость рабочей подачи, мм	20—500	40—600	90—650	90—650	0—600
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	55	50	55	150	55
Установленная мощность, кВт	62	55	62	158	62
Размеры станка, мм:					
длина	5470	8000	13 250	13 250	12 130
ширина	3365	3500	3300	4200	5300
высота	4010	3200	4500	4500	4500
Масса станка, т	13,5	15	31	62,5	22

Станок СМР-078 (рис. 20) имеет скобу-лучок, между нижними концами которой натянута штрипсовая пила. Кривошипо-шатунный или кулисный привод скобы размещается на одном из суппортов, в направляющих которых и перемещается скоба-лучок с пилой. Суппорты передвигаются по направляющим колонн станины под действием ходовых винтов механизма подачи.

У станка МРМ-1 (рис. 21) рабочим органом служит параллелограммное звено, нижняя горизонтальная сто-

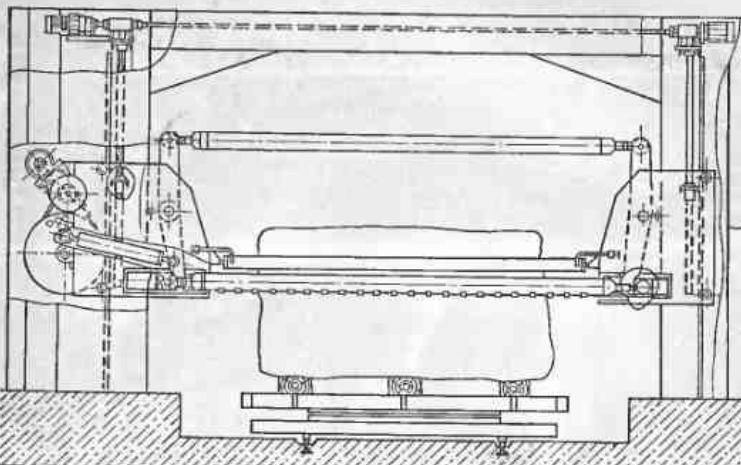


Рис. 21. Одноштрупсовый станок МРМ-1

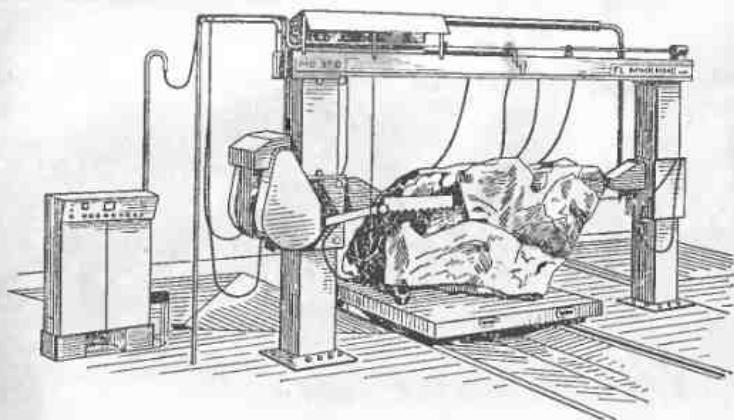


Рис. 22. Одноштрупсовый станок МО-350

роны которого образована штрипсовой пилой, верхняя — натяжной полосой, а боковые стороны — коромыслами, поворачивающимися на осях под действием кривошипо-шатунного или кулисного привода.

Станок МО-350 (рис. 22) отличается наличием в конструкции рабочего органа пневматической натяжной си-

стемы. Станина станка состоит из двух массивных колонн, связанных поверху горизонтальной балкой. На колоннах установлены суппорты, синхронно перемещающиеся по вертикали под действием ходовых винтов механизма подачи. В суппортах размещены пневмоцилиндры, снабженные сжатым воздухом и связанные между собой воздухопроводом через распределительный реверсивный золотник. Между штоками пневмоцилиндров в специаль-

Таблица 5. Техническая характеристика штрупсовых станков специальной конструкции

Показатель	Поперечно-распилювочные		Одноштрупсовые			
	ВЖР-2 фирмы «Финикорт» (ФРГ)	Нельсон-25 фирмы «Томо-Лонгжи-нотти» (Италия)	СМР-078 Ленинградского завода «Строймаш»	ММР-препаратор «Минерал-маш» (НБР)	Пила фирмы «Грегори» (Италия)	МО-300 фирмы «Мордант» (Италия)
Максимальные размеры распиливаемого блока, мм:						
длина	1000	3000	3000	3500	3500	3500
ширина	1450	1800	2000	2200	2000	2200
высота	1,5—2,5	4—6	1—2,5	0,9—1,5	0,9—1,3	0,9—1,6
Эксплуатационная производительность по мрамору, м ² /ч						
длина	3	25	1	1	1	1
ширина	450	700	400	500	400	400
высота	70	85	100	100	120	130
Частота качаний, двойной ход/мин						
Скорость рабочей подачи, мм/ч	0—600	—	20—1000	—	—	—
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	24	34	14	13	11,2	15
Установленная мощность, кВт	30	39,5	18,5	18	16	16
Размеры станка, мм:						
длина	10 000	10 000	7000	7800	—	7000
ширина	2600	3000	1000	1425	—	800
высота	2600	3300	4800	4200	—	5000
Масса станка, т	10	19,5	7,8	7,3	—	7,5

ных держателях натянута штрупсовая пила, возвратно-поступательное движение которой обеспечивается спиральным кривошипо-шатунным механизмом с приводом от электродвигателя. Пила перемещается по направляющим роликам, укрепленным в верхней части держателей пилы и перекатываемым по обработанной поверхности кронштейнов. Распиливаемый блок устанавливается на столе-тележке, верхняя платформа которого может поворачиваться на 90°.

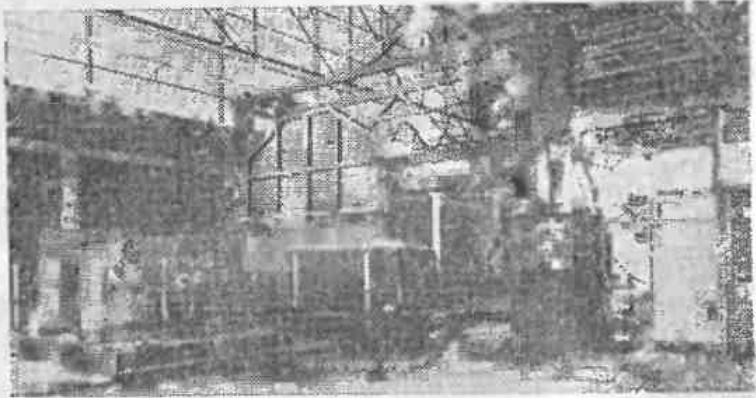
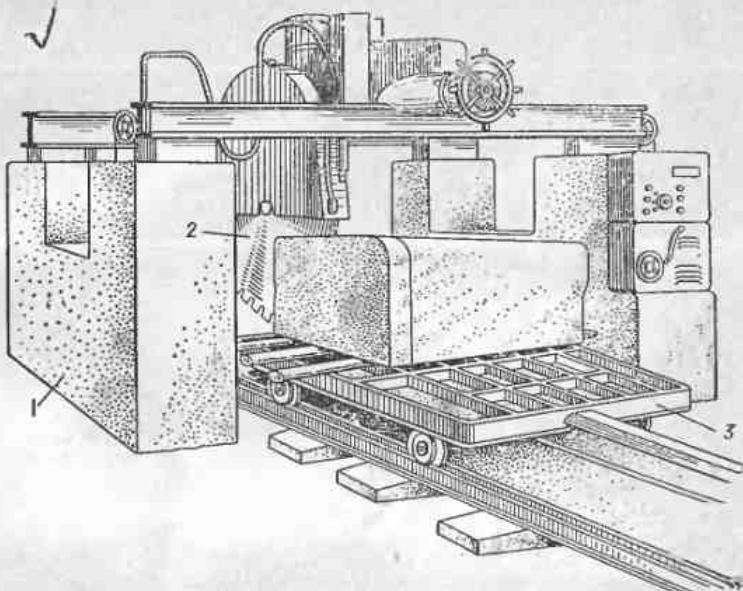
Техническая характеристика станков специальной конструкции приведена в табл. 5.

§ 20. Дисковые станки

Однодисковые станки обычно оснащают одной дисковой пилой. Однако в отдельных случаях для повышения производительности распиловки на них устанавливают вторую пилу за счет увеличения габаритов станков. К ним относятся импортные станки моделей 277, 2000Г, 2500Г, 2500/2700Г, 3000Г, Т-30, Т-35, С-2500, Диад-МА-3000 и др. Однодисковый станок состоит из станины, исполнительного органа с приводом резания, механизма подачи, рабочего стола, системы охлаждения и устройств управления. Рабочий инструмент — дисковая пила укрепляется на валу станка с помощью фланцев. Вал приводится во вращение посредством клиноременной передачи от электродвигателя главного привода.

Станину однодисковых станков выполняют в виде портала (портальные станки), моста (мостовые станки) или стойки (консольные станки).

Портальные станки (см. рис. 9, а и 23, вверху) имеют станину 1 — две массивные железобетонные опоры, на которых размещена мощная сварная рама, несущая исполнительный орган 2 с приводом вращения. Рабочая подача у таких станков обеспечивается передвижением рабочего стола 3 с распиливаемым блоком под действием механизма подачи, а исполнительному органу придаются только поперечные (установочные) перемещения. Характерной особенностью типичного однодискового портального станка модели 277 является размещение главного привода на специальной качающейся люльке, что полностью исключает передачу вибрации от электродвигателя на дисковую алмазную пилу. Станку 277 кон-



структурно аналогичны станки 2500/2700Г и 3000Г, специально предназначенные для распиловки гранита. Все эти станки имеют механизм вертикального (установочного) перемещения пилы для обеспечения многопроходного резания.

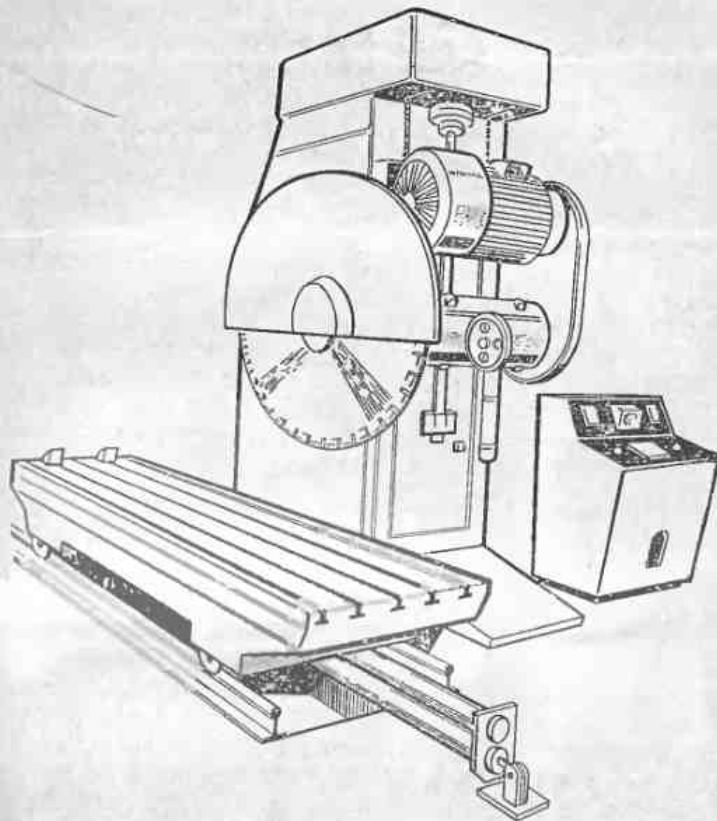


Рис. 23. Порталный 277 (верхний слева), мостовой Т-30 (нижний слева) и консольный С-2500 (правый) однодисковые станки

У мостовых станков (см. рис. 9, б) станина представлена двумя мощными литыми колоннами или бетонными опорами, на которых установлен литой мост (траперса). Исполнительный орган с приводом резания передвигается под действием механизма подачи по направляющим моста. Рабочий стол остается неподвижным или имеет привод поперечного (установочного) перемещения, как, например, у станка Т-30.

Станок Т-30 (рис. 23, нижний слева) характеризуется линией литым мостом, установленным на колоннах, по направляющим которого под действием гидроцилиндра

перемещается режущая головка с дисковой пилой и приводом вращения. Установочные перемещения производятся путем передвижения самоходного стола-тележки с распиливаемым блоком в направлении, перпендикулярном линии пропила. Станок может быть укомплектован одной или несколькими самоходными тележками, каждая из которых, благодаря автономному электроприводу и устройству для автоматической намотки кабеля, может удаляться от станка на значительные расстояния для производства погрузочно-разгрузочных работ. Глубина резания на станке регулируется путем вертикального перемещения моста с пилой.

Станку Т-30 аналогичны другие модели — МА-3000 и Т35с (последняя может работать с пилой диаметром до 3500 мм). Станки Т-30 и Т35с имеют программное управление, позволяющее выполнять процесс распиловки в автоматическом режиме без участия распиловщика камня.

Другой мостовой станок — Диа-З отличается наличием поднимающегося поворотного стола (для регулирования глубины резания). Установочные (поперечные) перемещения исполнительного органа осуществляются передвижением моста с пилой по железобетонным стенкам-опорам.

Консольные (одностоечные) станки имеют станину в виде стойки-колонны, несущей консоль с исполнительным органом. У станка модели С-2500 (рис. 23, справа), рабочая подача реализуется путем перемещения рабочего стола под действием гидроцилиндра. Глубина резания регулируется вертикальным перемещением консоли с дисковой пилой, а толщина выпиливаемых изделий — горизонтальным (поперечным) перемещением консоли.

Техническая характеристика однодисковых станков приведена в табл. 6.

Среди многодисковых станков различают одновальные, многовальные и ортогональные.

К многодисковым одновальным станкам с исполнительным органом в виде удлиненного рабочего вала с комплектом дисковых пил относятся советские станки СМР-004А, 3360, БКС-3М, КРС-1, СМР-056А, СМР-059, СМР-062, 3970-А, К-062 и импортный станок ММ-1200.

Станки СМР-004А, СМР-059, СМР-062 и др. имеют порталное исполнение с двухсторонним креплением обоих концов пильного вала. В консольных станках КРС-1,

СМР-056А один конец вала остается свободным, количество пил на нем ограничено. Вал вращается при помощи электродвигателя через клиноременную передачу, реже прямую через муфту сцепления.

Серийно выпускаемые одновальные станки оснащаются дисковыми алмазными пилами. Одновальные станки с дисковыми твердосплавными пилами, изготовленные силами камнеобрабатывающих предприятий, отличаются низкой скоростью резания, что обусловлено условиями эксплуатации твердосплавного режущего инструмента. Это оказывает определенное влияние на конструктивное решение главного привода станков, который обычно выполняется с редуктором.

Рабочий стол одновальных позиционных станков СМР-004А, 3360, СМР-062, 3970-А вместе с распиливой заготовкой совершают челночные перемещения относительно неподвижного исполнительного органа под действием гидравлического или электромеханического привода подачи.

Вал одновальных станков обычно располагается над рабочей поверхностью стола или конвейера, что обуславливает использование в работе нижней части дисковых пил (см. рис. 9, е). Это обеспечивает лучшие условия охлаждения алмазных пил и повышает надежность базирования распиливаемых заготовок за счет прижима их пилами в процессе резания. В отдельных случаях вал находится ниже рабочей поверхности стола, тогда рабочей является верхняя часть дисковых пил (см. рис. 9, ж). При этом улучшаются условия труда, снижается уровень шума при пилении и облегчается очистка пропилов от шлама.

Конструкция одновального позиционного станка СМР-004А показана на рис. 24. Его исполнительный орган — рабочий (пильный) вал с комплектом дисковых алмазных пил. Он приводится в движение от электродвигателя через клиноременную передачу, ведущий шкив которой установлен на автономном валу, соединенным с электродвигателем через муфту. Привод рабочего стола осуществляется посредством двух плунжерных гидроцилиндров.

На некоторых одновальных позиционных станках, предназначенных для многопроходной распиловки прочных горных пород, можно регулировать глубину резания, что достигается обычно периодическим подъемом

Таблица 6. Техническая характеристика однодисковых станков

Показатель	27а фирмы «Карл Майер» (ФРГ)	«Г» фирмы «Карл Майер»				Т-30 фирмы «Тер- цаго» (Италия)	Т-35 фирмы «Тер- цаго»	МА-3000 фирмы «Макрон» (Финляндия)	С-2500 фирмы «Морден- ти» (Италия)	Диа-З фирмы «Бра» (Италия)
		2000Г	2500Г	2500/2700Г	3000Г					
Максимальные размеры распиливаемого блока, мм:										
длина	3000	3500	3500	3500	3500	2580	4000	4000	4000	3300
ширина	1500	1500	1500	1500	1500	5000	2300	1500	4000	3300
высота	1000	800	1025	1125	1235	1250	1900	1250	2500	1250
Эксплуатационная производительность, м ² /ч, при распиловке:										
мрамора	2—3	—	—	—	—	—	—	—	2,5—3,5	2,5—3,5
гранита	—	0,8—1,1	0,9—1,3	0,9—1,3	0,9—1,4	0,9—1,3	0,9—1,3	0,9—1,3	—	0,9—1,3
Диаметр дисковой пилы, мм	2500	2000	2500	2700	3000	2000—3000	3000, 3500	2000—3000	2000, 2500	2500, 3000
Частота вращения пилы, мин ⁻¹	270	300	260	260	210	205	175	240	300	250
Скорость рабочей подачи, м/мин	0—10	0,1—11	0,1—11	0,1—11	0,1—11	0—10	0—10	0,5—6	0—1,7	0—10
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	35	45,7	56,5	56,5	75	45	45	55	90	56
Установленная мощность, кВт	42	53	64	64	83	56	56	68	98	61
Размеры станка, мм:										
длина	9000	8000	8000	8000	8000	10 000	10 800	8035	9000	8000
ширина	7000	7000	7000	7000	7000	6450	6150	2000	6000	4800
высота	3000	3000	3000	3500	3600	5000	4950	2860	5000	5100
Масса станка, т	7,5	12,4	15,9	17	22,6	12	12	16,5	13	15

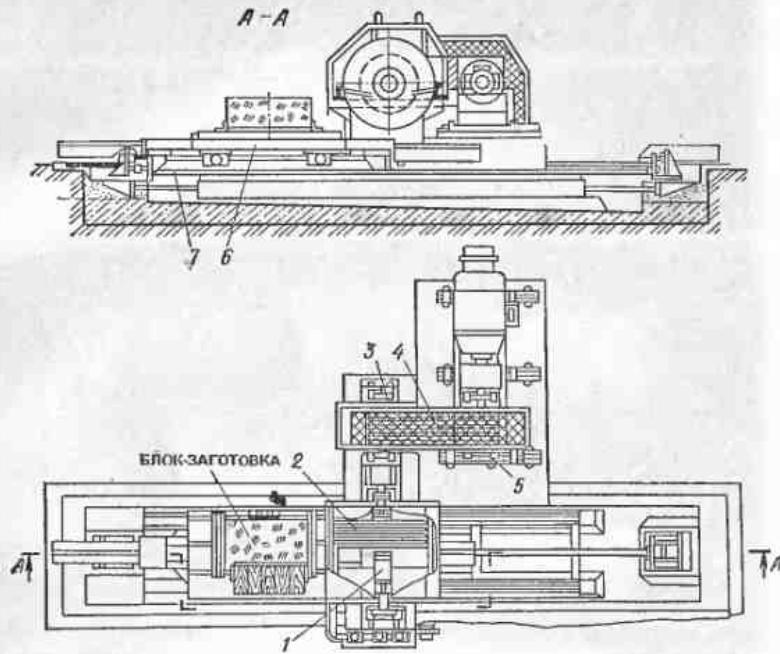


Рис. 24. Многодисковый одновальный станок СМР-004А

1 — рабочий вал; 2 — комплект пил; 3 — приводной вал; 4 — клиноременная передача; 5 — ведущий вал электропривода; 6 — рабочий стол; 7 — гидроцилиндр подачи стола

верхней части стола с заготовкой (СМР-062, 3970-А). У станка 3970-А подъем верхней части стола относительно нижней (ходовой) части осуществляется по наклонным направляющим, а у станка СМР-062 — по вертикальным.

Основное преимущество станков с поднимающимся рабочим столом связано с повышенной динамической жесткостью их исполнительного органа благодаря тому, что рабочий вал с приводом установлен неподвижно в опорах на железобетонном основании. Это позволяет повысить качество поверхности распила при сокращении расхода алмазного инструмента. Характерная особенность станка СМР-062 (рис. 25), как и большинства других аналогичных станков многодискового резания, — способность работать в автоматическом режиме, при ко-

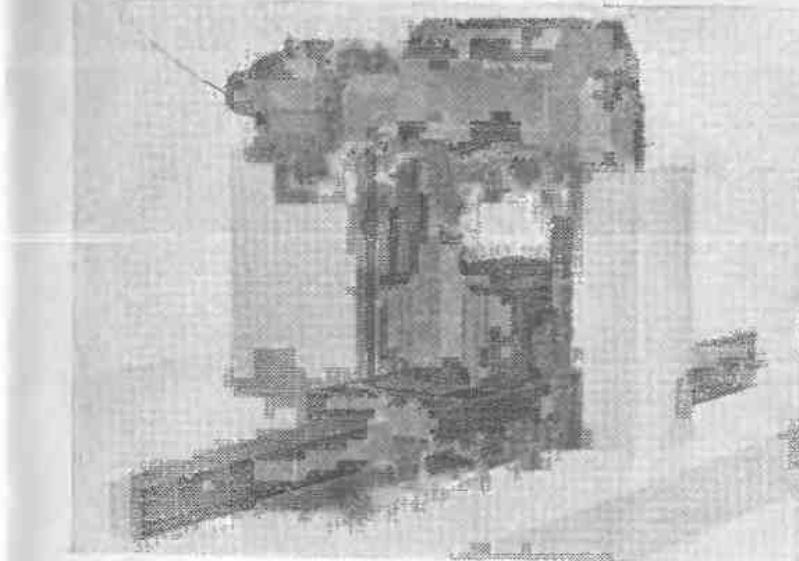


Рис. 25. Многодисковый одновальный станок СМР-062

тором челночное перемещение стола осуществляется по схеме: к пилам → резание (первый пропил) → отвод заготовки от пил → подъем заготовки на заданную высоту (глубину резания) → возврат заготовки к пилам → резание (второй пропил) → отвод заготовки от пил и т. д. (до полной распиловки заготовки). Привод подачи рабочего стола выполнен в виде двух плунжерных гидроцилиндров.

Одновальные конвейерные станки могут иметь как порталное (СМР-059, СМР-081, К062, ММ-1200 и др.), так и консольное исполнение (СМР-056А).

На отечественных камнеобрабатывающих предприятиях широко распространен конвейерный станок СМР-056А (рис. 26, вверху). Станок СМР-059, включенный в состав поточной линии СМР-058, отличается от станка СМР-056А более жесткой конструкцией исполнительного органа за счет двухпоршневого рабочего вала.

Характерная особенность станка К 062 (рис. 26, внизу) — наличие рольганга-накопителя, стыкующегося с выходной частью конвейера и оснащенного съемным магазином, использование которого позволяет избежать

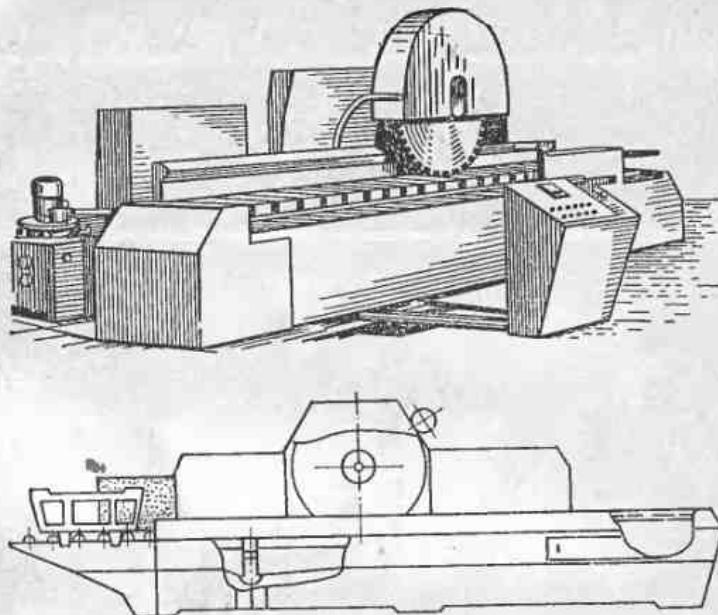


Рис. 26. Многодисковые одновальные станки СМР-056А (вверху) и К062 (внизу)

поломки плит из-за их разваливания после распиловки и соответственно повысить выход продукции.

Большинство многодисковых одновальных конвейерных станков предназначено для распиловки камня низкотвердого и средней прочности, так как распиловка заготовки производится на всю ее высоту за один проход. Исключение составляет станок ММ-1200 (рис. 27), конвейер которого обладает способностью реверсивного хода (вперед — назад), а исполнительный орган — вертикального (установочного) перемещения. На станке можно распиливать заготовки за один проход, а при распиловке камня прочных пород — работать многопроходным методом с периодическим понижением дисковых пил и челночным возвратно-поступательным перемещением конвейера с заготовками.

Краткая техническая характеристика наиболее распространенных многодисковых одновальных станков приведена в табл. 7. Следует отметить, что все перечис-

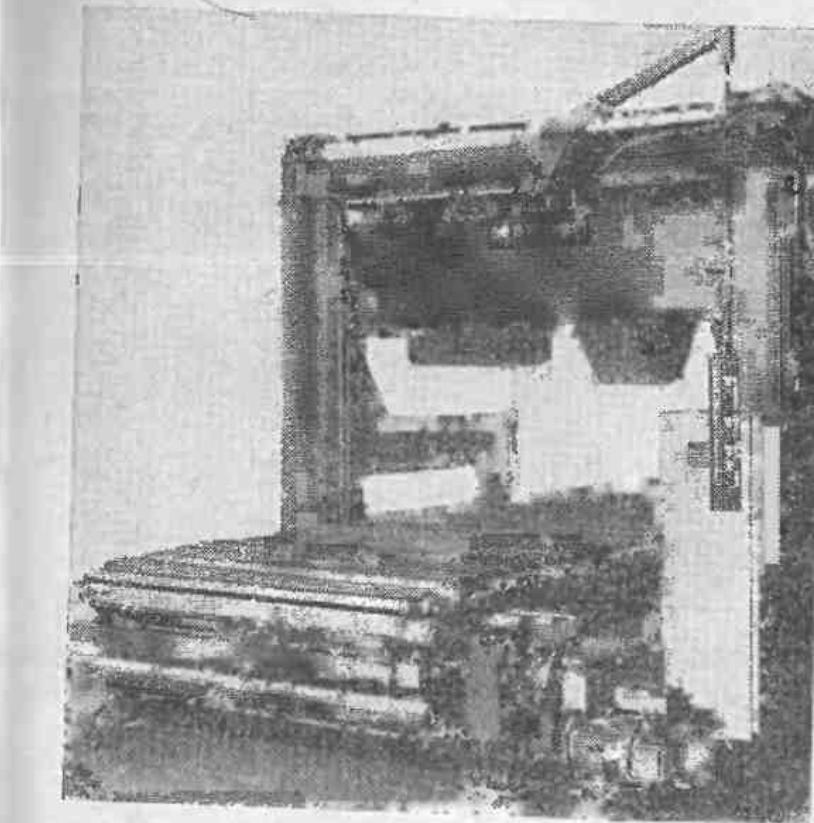


Рис. 27. Многодисковый одновальный станок ММ-1200

ленные в табл. 7 станки работают с алмазным инструментом. Станки с дисковыми твердосплавными пилами, не получившие широкого распространения в промышленности, в учебнике не рассматриваются.

Многодисковые многовалочные станки оснащены комплектами дисковых пил диаметром до 1400 мм, установленных таким образом, что каждая пила первого вала расположена в одной плоскости с соответствующими пилами других валов. К ним относятся, в частности, советский станок СМР-017 и итальянские станки СЦМ 60/3, Дубретон и др.

В зависимости от взаимоположения рабочих валов различаются станки: с расположением всех валов при-

Таблица 7. Техническая характеристика многодисковых одновальных станков

Показатель	СМР-004А Ленинград- ского завода «Стромма- шина»	СМР-081 Ленникан- ского завода «Стромма- шина»	КРС-1 Ленни- канского завода «Стром- машин»	СМР-059 Ленин- канского завода «Стром- машин»	СМР-052 Ленин- канского завода «Стром- машин»	КБ62 Гатч- инской стреми- тельной машине	НМ-1200 Франции «Макрон»
Максимальные размеры распиливаемого блока, мм:							
длина	1200	1200	1100	1200	1100	1200	2500
ширина	1000	600	800	400	400	1000	3000
высота	400	400	400	450	400	400	1500
Эксплуатационная производительность, м ² /ч:							
по мрамору	10—15	15—25	10—12	15—22	15—25	15—25	3000
по граниту	—	—	—	—	—	—	1500
Диаметр дисковых пил, мм	1100, 1250	1250	1100	1250	1100, 1250	1100	800—1200
Количество дисковых пил, шт.	20	20	6	7	9	20	10—15
Частота вращения пил, мин ⁻¹	660	585	750	580	580	580	500
Скорость рабочей подачи, м/мин	0,1—1,5	0,1—1,5	0,1—1,5	0,1—2,5	1—1,5	0,1—1,2	0,2—5,8
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	200	200	55	55	110	160	200
Установленная мощность, кВт	202,2	205,5	58	58	112,2	170	207,5
Размеры станка, мм:							
длина	8600	8600	4945	5400	5700	8440	8600
ширина	5275	5200	3000	2200	3300	5000	4200
высота	2430	3200	1935	2300	2200	3420	3500
Масса станка, т	13	16,5	3,5	5,5	9	12,4	10,3

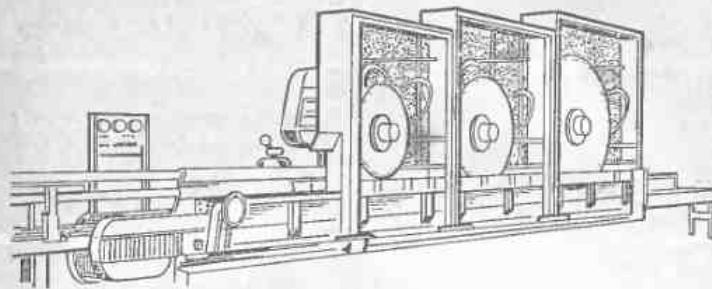


Рис. 28. Многодисковый многовальный станок СЦМ 60/3

мерно на одном уровне и постепенным увеличением диаметра пил каждого последующего вала (СЦМ 60/3, Дубретон, 478; см. рис. 9, з); с постепенным понижением валов, имеющих пилы одного диаметра (см. рис. 9, и); с расположением двух рабочих валов один над другим — двухъярусные станки (СМР-017; см. рис. 9, к).

Станки первого типа обеспечивают некоторое снижение энергоемкости процесса распиловки и рост производительности труда; второго типа — позволяют организовать непрерывно-поточную распиловку камня прочных пород; третьего — создают возможность распиловки заготовок значительной высоты при ограниченном диаметре пил.

В зависимости от особенностей крепления рабочего вала различаются порталные (СМР-017) и консольные (СЦМ 60/3, Дубретон, 478) станки.

Привод вращения вала многовальных станков аналогичен приводу одновальных станков. Большинство многовальных станков имеет конвейерный привод подачи и лишь некоторые из них, например СМР-017, выполняются позиционными.

Наиболее распространены станки с расположением рабочих валов на одном уровне. Основная область применения станка СЦМ 60/3 и других аналогичных станков этого вида — разрезка заготовок в виде брусков ограниченной ширины из камня средней прочности и низкопрочного на плиты-заготовки. Его используют в составе технологических линий с ортогональным станком на первой операции.

Станок СЦМ 60/3 (рис. 28) состоит из станины, трех

консольных валов с дисковыми пилами, ленточного конвейера и системы охлаждения. Каждый вал смонтирован в суппорте, на котором укреплен автономный электродвигатель, приводящий вал во вращение через клиноременную передачу. Суппорты могут вертикально перемещаться в направляющих станины, что обеспечивает эксплуатацию пил разного диаметра и их ступенчатое расположение. Скорость рабочей подачи ленты конвейера плавно регулируется вариатором. Распиливаемая заготовка прижимается к боковым роликовым направляющим, смонтированным вдоль этой ленты.

Техническая характеристика наиболее распространенных многовалочных станков приведена в табл. 8.

Многодисковые ортогональные станки — самый молодой вид дискового камнераспиловочного оборудования: начало его промышленного освоения относится к 1966 г. (первый разработчик — итальянская фирма «Тэ-ма»). Исполнительный орган ортогональных станков имеет два взаимно перпендикулярных вала: горизонтальный с одной или несколькими вертикальными пилами (отрезными) и вертикальный с горизонтальной пилой (подрезной). Привод вращения горизонтального вала аналогичен приводу одновальных станков; вертикальный вал вращается с помощью фланцевого электродвигателя.

К ортогональным станкам относятся советский станок модели СМР-072 и импортные станки моделей ВР/66, МПЖ, Струма-1200, БК-1200, Д-600, Т-14ж, ЖП-800, Булл-4ж и др.

До последнего времени ортогональные станки использовались только для распиловки камня средней прочности и низкопрочного. Сейчас их начали применять также для распиловки гранита, габбро и другого прочного камня, что связано с появлением станков, соответствующих этому виду распиловки. На универсальных станках СМР-072 и БК-1200 можно распиливать как мрамор, так и гранит. Станки Т-14ж, ЖП-800, ВРЖ-900 и др. предназначены специально для распиловки гранита.

Ортогональные станки могут быть мостовыми (Т-14 и ВР/66, см. рис. 9, м), порталными (СМР-072, ЖП-800, см. рис. 9, л) или консольными (Д-600, см. рис. 9, н).

Рабочая подача мостовых станков осуществляется путем перемещения исполнительного органа с приводом по направляющим моста под действием гидравлического

Таблица 8. Техническая характеристика многодисковых многовалочных станков

Показатель	СМР-017, Ленинград- ского завода «Строммашин»	СЦМ «Мордент»		Дубретон, фирмы «Бретон»		478 «Фирма «Карла Маркса» (ФРГ)
		40/2	40/3	60/3	2AE-5-30	
Максимальные размеры распилываемого блока, мм:						
длина	2000	2000	2000	2000	2000	2000
ширина	1300	200	200	200	200	200
высота	850	400	600	300	400	300
Эксплуатационная производительность по мрамору, м ² /ч	9—15	8—10	9—12	8—10	10—12	8—10
Количество рабочих валов, шт.	2	2	3	3	2	2
Количество дисковых пил, шт. на каждом валу	4	3	4	5	6	5
Диаметр дисковых пил, мм:						
на первом валу	1400	1000	725	1000	750	750
» втором »	1400	1200	900	1400	1200	800
» третьем »			1200	1800	—	1200
Скорость рабочей подачи, м/мин	0,1—0,5	0—2	0—2	0,2—1,1	0,2—1,1	0,2—1,1
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	220	54	75	150	187,5	225
Установленная мощность, кВт	223	56	77	152	189	226,5
Размеры станка, мм:						
длина	12700	7500	7500	4550	4550	5450
ширина	6230	1500	1500	1750	1800	1750
высота	2870	2300	2300	2800	3050	2950
Масса станка, т	19,2	4,5	6,5	7	7,9	9,2

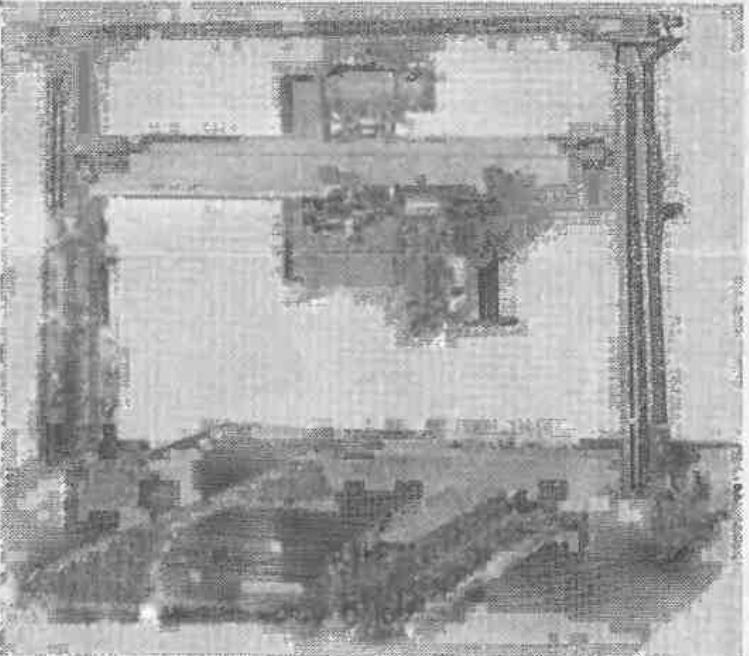


Рис. 29. Многодисковый ортогональный станок СМР-072

или электромеханического привода подачи. При этом стол с распиливаемым блоком в процессе работы остается неподвижным. Портальные и консольные станки имеют подвижный рабочий стол с гидравлическим приводом подачи.

Ортогональный станок СМР-072* (рис. 29) имеет портальную двухстоечную конструкцию и характеризуется наличием автономных рабочих головок с вертикальными и горизонтальной пилами, смонтированных на траверсе. Рабочая подача в процессе распиловки обеспечивается путем перемещения стола-тележки с распиливаемым блоком под действием плунжерных гидроцилиндров. Установочные перемещения (вертикальные) осуществляются движением траверсы с исполнительными органами.

* Опытный образец.

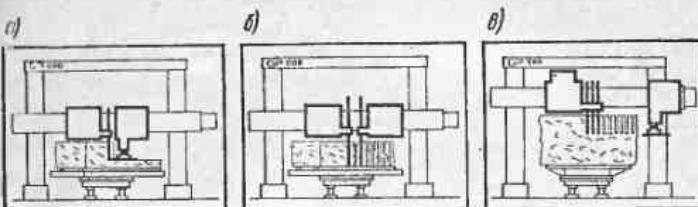


Рис. 30. Многодисковый ортогональный станок ЖП-800 (а, б, в — варианты распиловки)

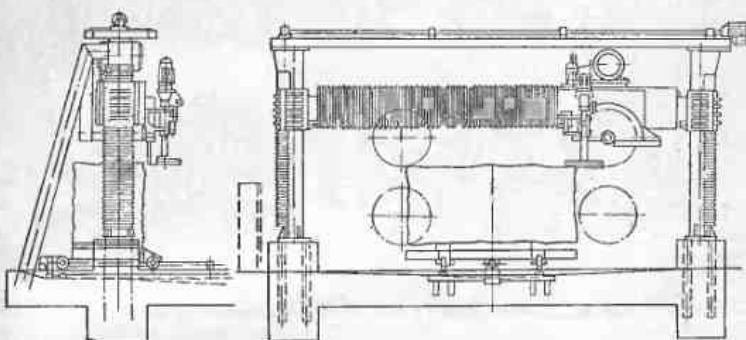


Рис. 31. Многодисковый ортогональный станок БК-1200

Станку СМР-072 конструктивно аналогичен станок ЖП-800, одна из двух автономных рабочих головок которого имеет возможность фиксированного поворота на 90°. Благодаря этому станок можно применять для выпиливания брусков-заготовок и плит из блоков камня средней и низкой прочности (рис. 30, а), распиловки заготовок на плиты (рис. 30, б) и выпиливания плит из блоков прочного камня (рис. 30, в).

У другого станка портального типа — БК-1200 в отличие от рассмотренных станков головки с вертикальными и горизонтальной пилами связаны между собой, причем плоскости вертикальных пил ориентированы параллельно поперечной оси станка (рис. 31). При такой компоновке рабочая подача при резании обеспечивается не перемещением тележки с блоком, а движением рабочей головки по траверсе (перемещения тележки имеют установочный характер). Этим легко реализуются вы-

а)

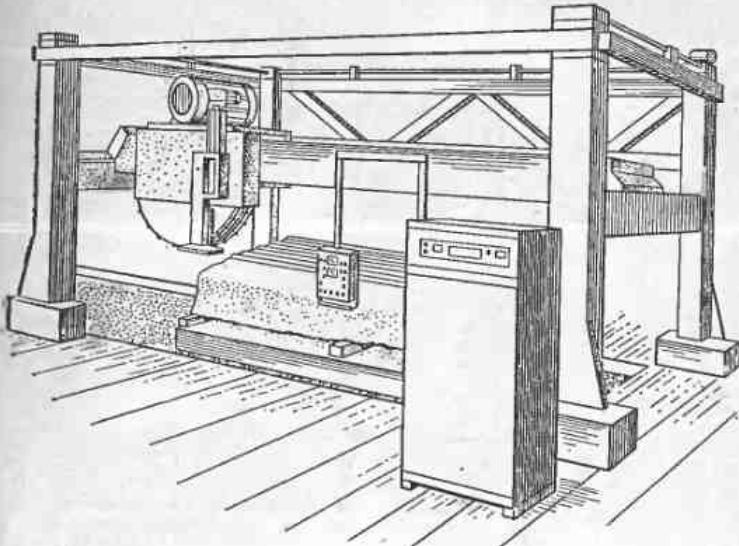
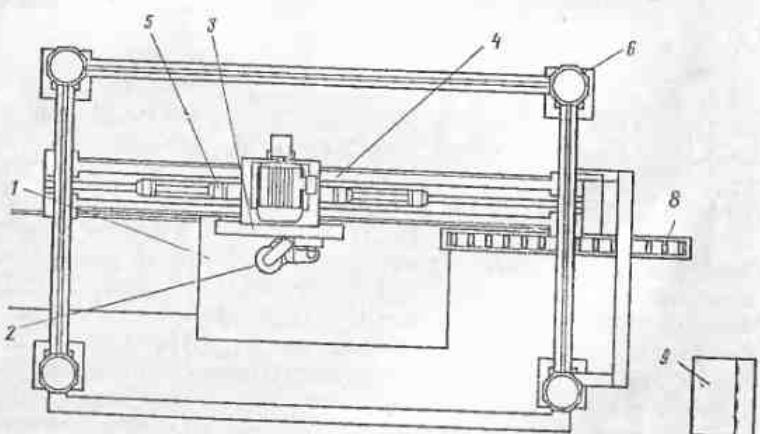
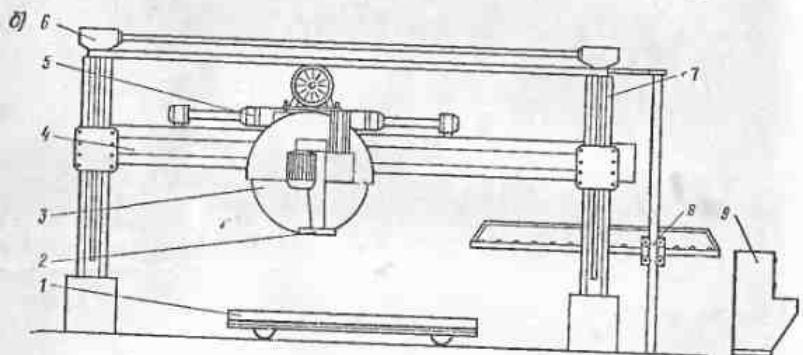
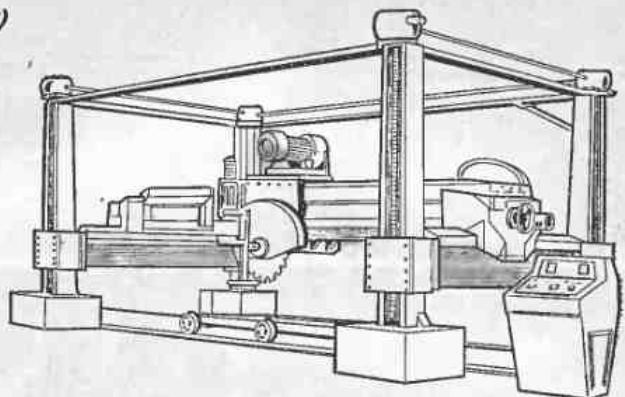


Рис. 33. Многодисковый ортогональный станок Т-14Ж

сокие значения рабочих подач, необходимые при многоходовом резании прочного камня, чего практически невозможно достичь перемещением тележки с блоком из-за их значительной массы.

Среди мостовых ортогональных станков наиболее распространены модели ВР/66 и Т-14ж.

Массивная станина станка ВР/66 (рис. 32) состоит из четырех литых колонн, по ходовым винтам которых могут передвигаться по вертикали поперечины с мостом. По направляющим моста под действием гидроцилиндра перемещается каретка, несущая исполнительный орган в виде двух сочлененных рабочих головок с горизонтальным валом и одной-двумя вертикальными пилами и с вертикальным валом и одной горизонтальной пилой. Каждый вал имеет свой привод вращения. При этом корпуса обеих рабочих головок шарнирно соединены

Рис. 32. Общий вид (а) и схема (б) многодискового ортогонального станка ВР-66

1 — станочная тележка; 2 — горизонтальная пила; 3 — вертикальная пила; 4 — мост; 5 — каретка; 6 — механизм привода вертикальной подачи моста; 7 — колонна; 8 — разгрузочное устройство; 9 — пульт управления

Таблица 9. Техническая характеристика многодисковых ортогональных станков

Показатель	СМР-072 ленинградского завода «Строммашин»				ВРС-16 фирмы «Браз» (Италия)				ВР/66 Универсал фирмы «Браз»				ВРЖ-900 фирмы «Браз»				Т-12Ж фирмы «Терцаго» (Италия)		Т-12Ж фирмы «Терцаго» (Италия)		Т-16 см фирмы «Терцаго»		Струма-1200 предпринятия «Минералмаш» (НРБ)		БК-1200 фирмы «Карл Майер» (ФРГ)			ЖП-800 фирмы «Мирдегит» (Италия)				
																	Н		Л						1			2			3	
Максимальные размеры распиливаемого блока, мм:																																
длина	2800	3500	4200	3500	3700	3700	3700	3700	4000	4000	3000	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500		
ширина	1800	2000	2000	2000	2000	2800	2800	2800	2800	2800	2400	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500		
высота	1800	2200	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2200	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600		
Эксплуатационная производительность по мрамору, м ² /ч	8—10	8—10	7—9	2—3*	2—3*	6—8,5	6—8,5	2,5—3,5*	8—10	6—8,5	6—8	6,5—8,5	7,9	7,5—10																		
Количество вертикальных дисковых пил, шт.	6	1	1; 2	9	8	1; 2	1; 2	12	1; 2	1; 2	1	2	3	1—8																		
Максимальный диаметр дисковых пил, мм:																																
вертикальных	1250	1600	1600	900	1100	1200	1200	1200	1600	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200		
горизонтальных	500	500	500	400	350	400	400	350	400	450	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600			
Скорость рабочей подачи, м/мин	0—6	0—10	0—10	0—10	0—13	0—13	0—13	0—13	0—13	0—10	0,2—11	0,2—11	0,2—11	0,2—11	0,2—11	0,2—11	0,2—11	0,2—11	0,2—11	0,2—11	0,2—11	0,2—11	0,2—11	0,2—11	0,2—11	0,2—11	0,2—11	0,2—11	0,2—11			
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	90	93,7	105	85	56	80	80	86	125,6	80	22	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30		
Установленная мощность, кВт	102	102,5	116,8	93	62,8	—	—	92,8	133	92	26	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36		
Размеры станка, мм:																																
длина	13 080	8800	8000	8000	6700	6700	6700	7070	7080	6400	10 500	10 500	10 500	10 500	10 500	10 500	10 500	10 500	10 500	10 500	10 500	10 500	10 500	10 500	10 500	10 500	10 500	10 500				
ширина	7060	5100	5000	5000	5800	5800	6600	6700	6600	4800	4100	4100	4100	4100	4100	4100	4100	4100	4100	4100	4100	4100	4100	4100	4100	4100	4100	4100	4100			
высота	5000	5000	4500	5000	3900	3900	4200	4200	4450	4800	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200			
Масса станка, т	18	26,2	20	20	11,1	11,1	12	13,8	13,5	12	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

* Показана производительность распиловки гранита

между собой, что обеспечивает разворот головки с горизонтальной пилой в горизонтальной плоскости и, следовательно, отвод горизонтальной пилы из зоны резания после выполнения пропила. Станку ВР/66 конструктивно аналогичны станки МПЖ и Струма 1200, также эксплуатируемые на отечественных предприятиях.

Ортогональный мостовой станок Т-14Ж (рис. 33) предназначен для распиловки прочного камня. Конструкция станины и узла резания отличается повышенной жесткостью. Корпус рабочей головки с горизонтальной пилой жестко связан с корпусом головки вертикального резания и может перемещаться вверх-вниз по направляющим под действием индивидуального электромотора. При выполнении серии вертикальных пропилов головка с горизонтальной пилой находится в крайнем верхнем положении, не препятствуя работе вертикальных пил. После этого она опускается в нижнее положение, что делает возможным горизонтальную подрезку плит. Станок Т-14Ж работает в автоматическом режиме по заданной программе (см. главу 10).

Техническая характеристика наиболее распространенных многодисковых ортогональных станков приведена в табл. 9.

§ 21. Станки с кольцевыми пилами [фрезами]

Станки с кольцевыми пилами (фрезами) применяют на камнеобрабатывающих предприятиях и в прикарьерных цехах благодаря простоте конструкции, эксплуатационной надежности, высокому коэффициенту использования диаметра инструмента, повышенной устойчивости исполнительного органа. Станки с кольцевыми пилами, как правило, изготавливаются силами механических служб камнеобрабатывающих предприятий. При этом часто за основу станка (исполнительный орган с приводом) берутся узлы карьерного добычного оборудования — камнерезных машин СМ-177А, СМ-428, СМР-028 и др. Конструктивно станки рассматриваемого класса делятся на порталные и мостовые.

Портальные станки (рис. 34) имеют станину в виде четырехстоечного портала, в верхней части которого расположен исполнительный орган с приводом. Такие станки могут быть одно- или многопильными. Количество

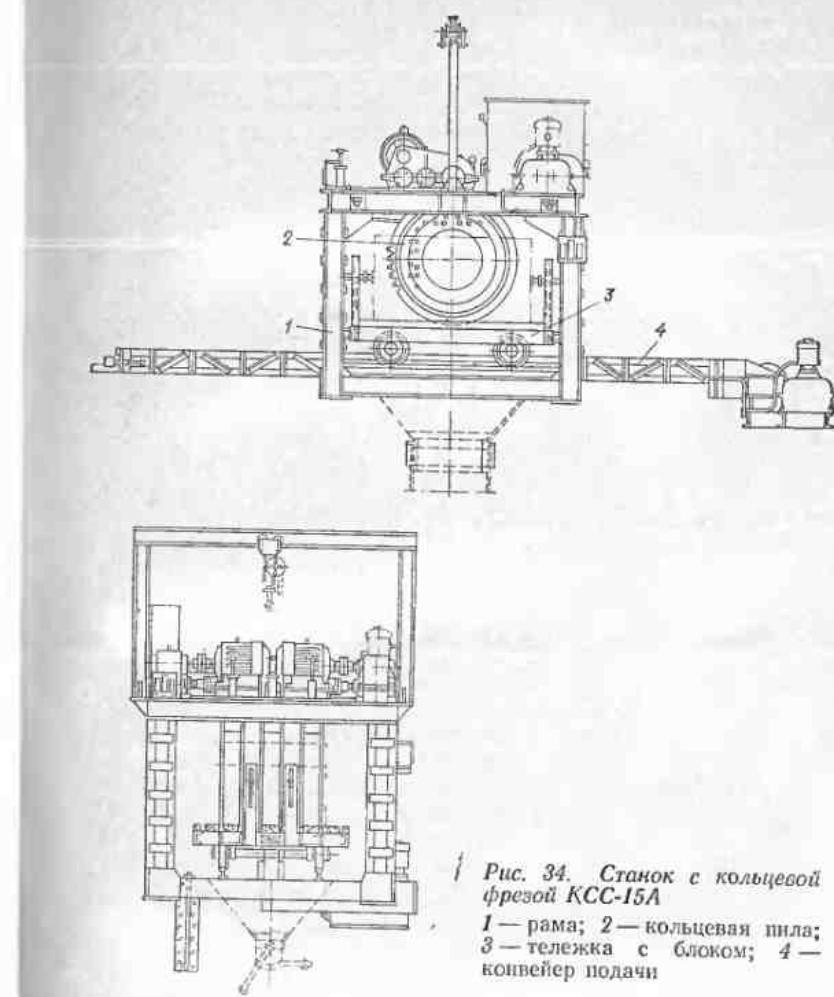


Рис. 34. Станок с кольцевой фрезой КСС-15А
1 — рама; 2 — кольцевая пила;
3 — тележка с блоком; 4 — конвейер подачи

во кольцевых пил (с автономным приводом) может доходить до четырех (станок КСС-15А). Рабочая подача станков обеспечивается обычно перемещением тележки с камнем под пилами под действием электромеханического либо гидравлического привода.

Мостовые станки (чаще всего однопильные) обычно выполняют двухпоршневыми, при этом опоры могут иметь

вид железобетонных стенок, по направляющим которых перемещается мост с исполнительным органом (рабочая подача). Иногда мостом с исполнительным органом служит добывная камнерезная машина (СМ-177А, СМ-428, СМР-028 и др.), непосредственно устанавливаемая на опоры.

Общая техническая характеристика станков с кольцевыми пилами

Максимальные размеры распиливаемого блока, мм:

длина	2500
ширина	1500—2000
высота	1050
Диаметр пилы (фрезы), мм	1380
Количество пил, шт.	1—4
Эксплуатационная производительность (на мраморе), м ² /ч	1÷2
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	28; 40
Установленная мощность, кВт	32—46
Скорость резания, м/с	0,65; 1; 1,3
Скорость рабочей подачи, м/мин	0,006—0,126
Размеры станка, мм:	
длина	7200
ширина	4600
высота	4300
Масса станка, т	10—15

§ 22. Станки с гибким рабочим органом

Канатнопильные (стационарные) станки выпускают в однострунном и значительно реже — в многострунном исполнениях. Каждый станок состоит из П-образной станины в виде двух стоек-колонн (или двух пар стоек), связанных стяжкой, исполнительного органа — шкивов с рабочим инструментом, привода исполнительного органа, патронного механизма, привода подачи и рабочего стола-тележки.

На конструкцию станка существенно влияет вид используемого инструмента. Станки, предназначенные для работы с пеармированными пилами, оснащаются дополнительными шкивами, размещаемыми в верхней части станины над рабочими шкивами или на значительном удалении от станка — на специальных выносных стойках. Таким образом, увеличивается длина рабочего контура, а следовательно, повышается износстойкость инструмента (станок Певел 5 фирмы «Пеллегрини» и др.).

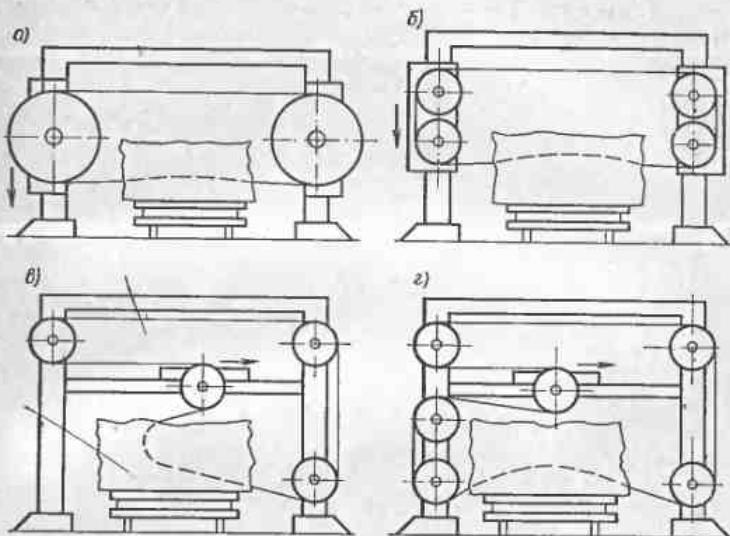


Рис. 35. Канатнопильные станки с алмазными пилами
а — с прямолинейной рабочей частью и парой шкивов увеличенного диаметра; б — то же, с двумя парами шкивов уменьшенного диаметра; в — с параболической рабочей частью (для распиловки мрамора); г — модификация станка варианта в для распиловки гранита

Более производительны станки с канатными армированными пилами (главным образом, алмазными). Конструкция таких станков характеризуется компактностью, обусловленной ограниченной длиной рабочего контура и отсутствием системы подачи абразивной пульпы. В зависимости от компоновочной схемы и способа реализации рабочей подачи (рис. 35) канатнопильные станки с алмазными пилами можно подразделить на три основные группы: первая — с прямолинейной рабочей частью контура и парой шкивов большого диаметра (ПАК-306А, ДСС, ДФ-2000); вторая — то же, но с двумя парами шкивов уменьшенного диаметра (ФД-220); третья — с петлевидным (параболическим) рабочим контуром (Монодиам).

Станки первой группы (рис. 35, а; 36) характеризуются относительной простотой и благоприятными условиями эксплуатации алмазного каната, изгиб которого незначителен ввиду большого диаметра шкивов. К недо-

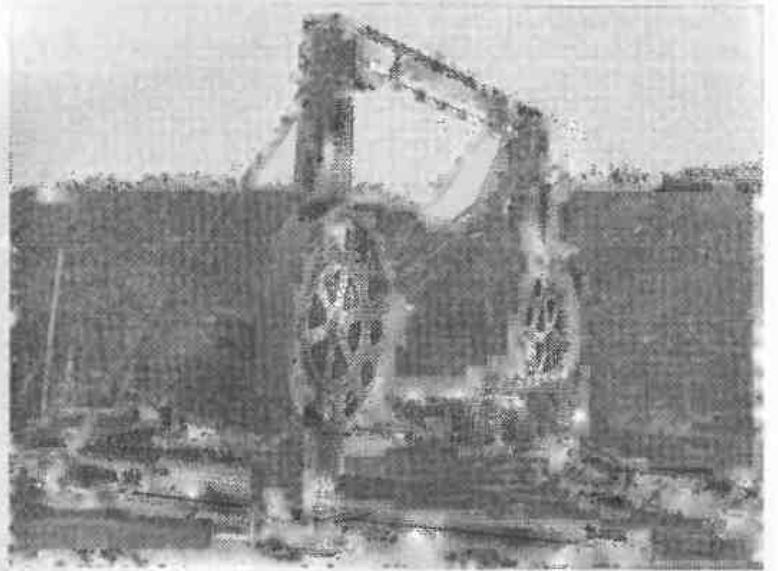


Рис. 36. Канатнопильный станок с алмазной пилой ПАК-306 (вверху). Канатная алмазная пила в работе (внизу)

стакам этих станков следует отнести ограниченность высоты распиливаемых блоков (она всегда должна быть меньше диаметра шкивов, чтобы холостая ветвь каната не вступала в контакт с камнем), а также сложность балансировки крупногабаритных шкивов, что препятствует повышению скорости резания.

Этот недостаток устранен в конструкции станков второй группы (см. рис. 35, б), где использованы две пары шкивов уменьшенного диаметра (один из них приводной), смонтированных на общей траверсе, которая имеет вертикальное регулирование перемещения для обеспечения рабочей подачи. В то же время алмазный канал станков рассматриваемой конструкции имеет меньший радиус перегиба, что несколько ухудшает условия эксплуатации инструмента. Станки первой и второй групп могут использоваться для распиловки камня разной степени прочности.

Станки третьей группы, конструктивный принцип которых заимствован у карьерных алмазно-канатных установок, характеризуются параболической формой рабочей части контура, что обеспечивает благоприятные условия работы алмазного каната вследствие наилучшего распределения сил резания и подачи, а также большого радиуса кривизны дуги контакта инструмента с камнем (см. рис. 35, в). Рабочая подача в данном случае обеспечивается горизонтальным перемещением по траверсе каретки с неприводным (направляющим) шкивом. Траверса, в свою очередь, имеет возможность вертикальных (установочных) перемещений, регулирующих ее положение в зависимости от высоты распиливаемого блока.

Благодаря этим преимуществам производительность канатнопильных станков с параболическим рабочим контуром на распиловке камня низкой и средней прочности на 40–50 % выше производительности других канатнопильных станков с алмазными пилами.

Для распиливания прочного камня такая конструкция неприемлема из-за сложности бокового запиливания камня в блок прямоугольного сечения, поэтому фирмой «Пеллегрини» разработана другая модификация станка Монодиам с дополнительным шкивом, преобразующим параболический участок рабочего контура в прямолинейный (рис. 35, г).

Краткая техническая характеристика канатнопильных станков приведена в табл. 10.

Таблица 10. Техническая характеристика канатно-пильных станков

Показатель	ПАК-300A плотный (СССР)	ДСС фирмы «Карл Майер» (ФРГ)	ДФ-2000 фирма «Поллерфриз» (Италия)	Монодиско- МВ-4000 фирмы «Пелле- грини»	ФД-220 фирмы «БТР» (Италия)	Лазер 90 МЖ фирмы «Минчеллини» (Италия)
Максимальные размеры распиливаемого блока, мм:						
длина	3000	4000	4000	4000	4000	3500
ширина	1600	1800	2000	2000	2200	2300
высота						
Эксплуатационная производительность, м ² /ч:						
по мрамору	3—4	2,5—3	3—4	5—8	1,5—2	3—4
по граниту	—	8—10	8—10	1,5—2	1,5—2	1—1,5
диаметр каната, мм	8—10	16	16,2	6—8	6	8
Длина рабочего контура, м	12,6	1600	2000	20	18,5	30
Диаметр шкивов, мм	1600	1650	30	500; 600	1000	800; 400
Скорость резания, м/с	25	25	100—3000	10—45	26	30; 40
Скорость рабочей подачи, мм/ч	200—1000	200—1500	100—210 000	100—60 000	100—60 000	—
Мощность главного привода, кВт	28	14	22,5	22,8	11,3	22,5
Установленная мощность, кВт	31	18	25	26,2	14	27
Размеры станка, мм:						
длина	6300	7400	8500	6700	7800	6300
ширина	2000	1800 (3500)*	1500 (2500)*	990	1500	1300
высота	3510	5500	3250	4200	5200	4300
Масса станка, т	4,6	4,5	3	3,6	3,1	4

* Станок оборудован станочной тележкой.

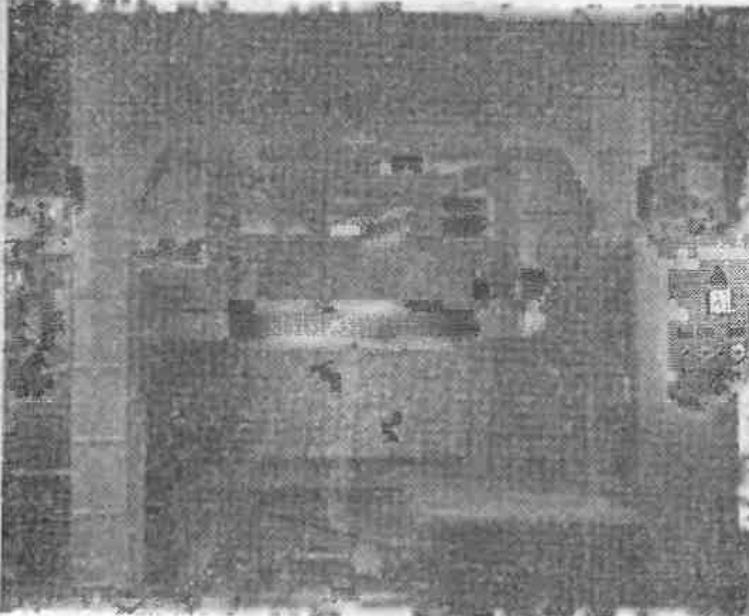


Рис. 37. Ленточнопильный станок с алмазной пилой 463

Ленточнопильные станки имеют лишь опытно-промышленное применение на некоторых предприятиях в ФРГ, Италии и Японии. Разработка таких станков в нашей стране находится в стадии экспериментальных исследований.

По конструктивному решению они во многом подобны стационарным канатнопильным станкам с алмазным канатом. Исполнительным органом служит бесконечная алмазная лента, натянутая, как и канат, с помощью двух шкивов, приводящих ее в движение. Шкивы ленточнопильных станков оснащены ребордами, предотвращающими смещение ленты от усилий подачи.

Как уже отмечалось, по ориентации исполнительного органа в пространстве можно выделить три группы ленточнопильных станков (см. § 18). К первой группе можно отнести модели БС-2000 и 463 фирмы «Карл Майер», БМ-151020-НМ2 фирмы «Санва» и Аш СБС-200 фирмы «Хирота» (Япония), Max-1 фирмы «Канали» (ФРГ) и др. Станки второй (модель 263 фирмы «Карл Майер»)

и третьей (модель СН-200 фирмы «Альпе», Италия) групп распространения не получили.

Станок первой группы — модель 463 (рис. 37) имеет станину в виде колонн на бетонном фундаменте, по направляющим которых под действием механизма рабочей подачи могут перемещаться суппорты со шкивами и ленточной пилой. Вращение на ведущий шкив передается от электродвигателя через клиноременную передачу. Кинематика станка позволяет использовать обе ветви ленты, благодаря чему можно одновременно распиливать два блока или выполнять два пропила в блоке за одну рабочую подачу.

Станок 463 отличается возможностью совершать незначительные качательные движения стола с амплитудой до 38 мм при частоте качания до 25—30 двойных ходов в минуту, что в сочетании с рабочим движением ленты создает повышенные давления резания и подачи при распиловке прочного камня и способствует работе алмазной

Таблица 11. Техническая характеристика ленточнопильных станков

Показатель	БС-2000Г фирма «Карл Майер»	463 фирма «Карл Майер»	БМ-1000- НМ2 фирмы «Санваль»	БМ-1500- НМ2 фирмы «Санваль»	Аш СВС-300 фирмы «Хи- ротек»
Максимальные размеры распиливаемого блока, мм:					
длина	2200	2800	1825	3800	3300
ширина	2000	2000	1100	1500	2500
высота	1600	1200	1600	2400	1900
Общая длина ленты, м	14,7	15,9	9,7	16,4	18,1
Диаметр шкивов, мм	2000	2000	—	—	2000
Скорость резания, м/с	8—26	10—35	—	—	10—35
Скорость подачи, мм/ч	0—6000	0—6000	—	—	300—3500
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	16	36	15	37	40
Установленная мощность, кВт	30	50	22,7	67	60
Размеры станка, мм:					
длина	6500	6500	4800	7100	9000
ширина	6500	6000	5100	7600	6000
высота	5100	5400	3220	3550	6000
Масса станка, т	—	—	25	70	—

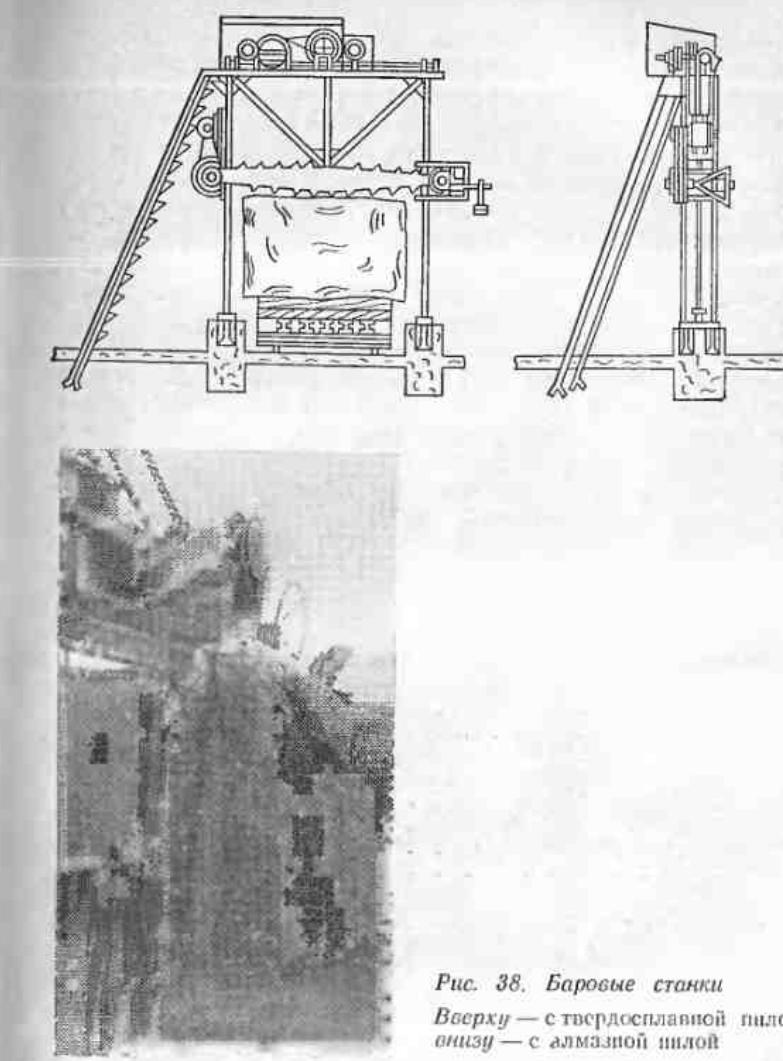


Рис. 38. Баровые станки
Вверху — с твердо сплавной пилой;
внизу — с алмазной пилой

ленты со своевременным обнажением ее рабочей поверхности. Вращение на ведущий шкив передается от электродвигателя постоянного тока с плавным регулированием частоты вращения.

Техническая характеристика некоторых ленточнопильных станков приведена в табл. 11.

Баровые станки (см. рис. 12) производят в основном французские фирмы «Фернан Перре» и «Вамо». Наибольшее применение получили баровые порталные станки. Портальный (двуихорный) баровый станок (рис. 38, вверху) состоит из станины, исполнительного органа с приводом, механизма рабочей подачи с приводом и рабочего стола-тележки. Станина образована двумя спаренными стойками, соединенными поверху перемычкой. Исполнительный орган представляет собой плоскую шину — бар, по периферии которой в направляющей канавке движется бесконечная цепь, армированная твердосплавными режущими элементами. Движение цепи передается от электродвигателя через ведущую звездочку. Оба конца бара могут перемещаться по вертикальным направляющим стоек с помощью двух ходовых винтов механизма подачи.

Краткая техническая характеристика баровых порталных станков

Гильотина фирмы «Вамо»	СФ-450 фирмы «Фернан Перре»
------------------------------	--------------------------------------

Максимальные размеры распиливаемого блока, мм:

длина	Не ограничена
ширина	2300 2300
высота	1700 1800
Эксплуатационная производительность по известнику, м ² /ч	10—12 10—12
Мощность главного привода, кВт	7,5 8
Установленная мощность, кВт	9 9,5
Масса станка, т	2,5 2,7

На рис. 38, внизу представлен опытный баровый станок мостового типа с алмазным режущим инструментом, разработанный ВНИПИИстромсыре (см. § 25).

Краткая техническая характеристика станка с баровой алмазной пилой

Максимальные размеры распиливаемых блоков, мм:

длина	Не ограничена
ширина	3000
высота	1600
Ширина (толщина) пропила, мм	22
Скорость резания, м/с	25
Скорость рабочей подачи, мм/ч	100—15 000

Мощность главного электропривода, кВт	40
Установленная мощность, кВт	44
Эксплуатационная производительность, м ² /ч:	
по мрамору	5—8
по габбро	0,6—1

§ 23. Производительность станков

Производительность станка (машины) — важнейший технико-экономический показатель, характеризующий технический уровень оборудования и предопределяющий производственную мощность предприятия. Под производительностью станка понимают количество продукции (в натуральных либо условных единицах), произведенное данным станком в единицу времени. Производительность оборудования определяется его конструктивными особенностями, видом используемого инструмента, свойствами обрабатываемого материала, режимами обработки, принципиальными технологическими схемами обработки, уровнем автоматизации оборудования и многими другими факторами.

Различают три вида производительности: технологическую, цикловую и фактическую (эксплуатационную).

Технологическая производительность станка (иногда ее называют расчетной или теоретической) — производительность, вычисленная без учета потерь времени на вспомогательные операции, холостые ходы, простон оборудования и т. д.¹.

Технологическая производительность штрапеевых распиловочных станков Π_t^W , м²/ч, вычисляется по формуле

$$\Pi_t^W = 3600 l_{\max} v_n n_{\max}, \quad (1.1)$$

где l_{\max} — максимальная длина распиливаемого блока (ставки), м; v_n — оптимальная скорость рабочей подачи, м/с; n_{\max} — максимальное количество штрапеевых пил, устанавливаемых на станке, шт.

Технологическую производительность дисковых распиловочных станков Π_t^D , м²/ч, определяют по формуле:

$$\Pi_t^D = 3600 h_{\max} v_n n_{\max}, \quad (1.2)$$

где h_{\max} — максимальная допустимая глубина резания, м; v_n — оптимальная скорость рабочей подачи при глубине резания h_{\max} , м/с;

¹ Технологическая производительность основных видов камне-распиловочных станков и методы ее расчета приведены в отраслевом стандарте ОСТ 22-1597-83 «Оборудование камнедобывающее и камнеобрабатывающее. Система показателей качества продукции».

n_{\max} — максимальное количество дисковых пил, устанавливаемых на станке, шт.

Очевидно, что технологическая производительность распиловочного станка при распиловке разных видов камня будет также различной, поэтому для удобства сопоставления технического уровня различных типов оборудования часто пользуются понятием эталонного материала, в качестве которого обычно принимают хорошо изученный и широко распространенный камень, например кобелгинский мрамор, янцевский гранит.

Технологическая производительность — идеализированный показатель, которого нельзя достичь на практике из-за неизбежных потерь рабочего времени. Тем не менее знание этого показателя важно для оценки технической возможности станка, а также для выявления резервов дальнейшего роста его фактической производительности.

Цикловая производительность станка (иногда ее называют конструктивной) — производительность, определяемая по продолжительности рабочего цикла без учета потерь времени на внецикловые операции. Таким образом, при расчете цикловой производительности учитывают только те потери времени на вспомогательные операции, которые входят в рабочий цикл¹.

Цикловую производительность распиловочного станка $\Pi_{\text{ц}}$, $\text{м}^2/\text{ч}$, находят по формуле

$$\Pi_{\text{ц}} = 60Q/T_{\text{ц}}, \quad (1.3)$$

где Q — количество продукции (пиленых плит), произведенное за 1 рабочий цикл, м^2 ; $T_{\text{ц}}$ — длительность рабочего цикла, мин;

$$T_{\text{ц}} = t_p + t_{\text{всп}}, \quad (1.4)$$

где t_p — время, затрачиваемое непосредственно на распиловку (запиливание, собственно распиловка, допиливание), мин; $t_{\text{всп}}$ — время, затрачиваемое на вспомогательные операции рабочего цикла, мин.

К вспомогательным операциям относятся: при обслуживании штруссовых станков — подготовка станка к работе, запуск станка, проверка натяжения пил, подрезка пил (для станков с неармированными пилами), расклинивание ставки, остановка станка, уборка рабочего и околостаночного пространства (некоторые операции, например комплектация ставки, разборка ставки, не включаются в рабочий цикл, так как выполняются одновременно с основными операциями процесса распиловки); при об-

¹ Структура рабочего цикла различных распиловочных станков подробно описана в главе 10.

служивании дисковых ортогональных станков — подготовка станка к работе, планировка верхней грани блока, установка станка, уборка рабочего и околостаночного пространства.

Для определения Q пользуются выражением:

$$Q = H_{\max} I_{\max} (n - 1), \quad (1.5)$$

где H_{\max} и I_{\max} — соответственно максимальные высота и длина распиливаемых блоков (заготовок), м; n — максимальное количество пил, устанавливаемых на станке, шт.

Анализ формул показывает, что на цикловую производительность станка существенное влияние оказывает длительность рабочего цикла $T_{\text{ц}}$. В структуре рабочего цикла на долю вспомогательных операций приходится в среднем от 10 до 30 % (в том числе при обслуживании штруссовых станков с неармированными пилами — 12,3 %, алмазно-штруссовых — 25,6 %, дисковых ортогональных по граниту — 21,4 %). Это свидетельствует о наличии существенного резерва для роста производительности распилочных станков, так как сокращая длительность вспомогательных операций можно уменьшить общее время рабочего цикла и тем самым в обратной пропорции увеличить цикловую производительность.

Отношение цикловой производительности станка к его технологической производительности называют коэффициентом производительности $\eta_{\text{п}}$: $\eta_{\text{п}} = \Pi_{\text{ц}}/\Pi_{\text{т}}$.

Коэффициент $\eta_{\text{п}}$ характеризует степень непрерывности процесса и использования станка по времени.

Фактическая (эксплуатационная) производительность станка — производительность, определяемая количеством продукции, произведенной в единицу времени, с учетом всех потерь времени и сырья. Фактическая производительность распиловочного станка $\Pi_{\text{ф}}$, $\text{м}^2/\text{ч}$, может быть определена делением количества продукции (пиленых плит), выпущенной за определенный календарный отрезок времени на суммарное рабочее время на этом отрезке:

$$\Pi_{\text{ф}} = A_{\text{г}}/\Phi, \quad (1.6)$$

где $A_{\text{г}}$ — количество пиленых плит, произведенных станком в течение года, м^2 ; Φ — годовой фонд рабочего времени (с учетом режима работы), ч.

Фактическая производительность значительно ниже цикловой не только из-за цикловых, но и внецикловых потерь времени, связанных с заменой и регулировкой отдельных механизмов, переналадкой станка, техническим

Таблица 12. Значения расходного коэффициента K_p

Распиловка	Распиливаемый камень	K_p
Штрыпсовыми неармированными пилами	Гранит и другие прочные породы	0,85
Штрыпсовыми алмазными пилами	Мрамор белый, доломит	0,75
	Мрамор цветной, мраморизованный известняк	0,6
Дисковыми алмазными пилами	Мрамор белый, доломит	0,7
	Мрамор цветной, мраморизованный известняк	0,55

обслуживанием рабочего места, организационным обслуживанием, перерывами на отдых и т. д. Внецикловые потери времени как бы удлиняют рабочий цикл станка, снижая тем самым его цикловую производительность. Коэффициент снижения производительности станка из-за внецикловых потерь η_p называют также коэффициентом использования оборудования по времени. Нормативное значение этого показателя при двухсменном режиме работы равно 0,9, при трехсменном — 0,85.

На фактическую производительность также влияет качество блочного сырья. При распиловке недостаточно монолитных горных пород выход продукции сокращается, что приводит к снижению производительности станка. Коэффициент снижения производительности из-за потерь сырья называют расходным коэффициентом K_p . Его ориентировочные значения зависят от способа распиловки и вида распиливаемого камня (табл. 12).

Кроме того, на производительности распилочного станка отрицательно сказываются незначительные размеры блока (заготовки) или некратность его размеров рабочим габаритам станка, что обусловливает низкий коэффициент заполнения K_a . Приблизительно можно считать, что производительность распилочного станка прямо пропорциональна коэффициенту заполнения его рабочих габаритов, поэтому уменьшение K_a приводит к соответствующему снижению производительности станка. Обычно $K_a=0,3..0,8$.

Таким образом, фактическую производительность распилочного станка можно вычислить по его цикловой производительности с учетом понижающих коэффициен-

Таблица 13. Производительность распиловочных станков

Станок	Производительность $m^3/\text{ч}$		
	техноло- гическая	цикловая	фактическая
Штрыпсовый широкоставный с неармированными пилами (на граните)	5—6	3—4	1—1,5
Штрыпсовый с алмазными пилами (на мраморе)	35—40	25—30	8—12
Дисковый одновальный с алмазными пилами (на мраморе)	100—150	80—120	15—25 (25—40)
Дисковый ортогональный с алмазными пилами:			
на мраморе	12—15	10—12	6—8
на граните	6—8	4—6	1,5—3

Примечание. В скобках приведена производительность станков с конвейерной подачей заготовок.

тов:

$$\Pi_F = \Pi_C \eta_p K_p K_a. \quad (1.7)$$

Сравнительные данные по всем трем рассмотренным видам производительности различных распиловочных станков приведены в табл. 13.

Данные табл. 13 свидетельствуют о том, что значения фактической производительности для разных видов станков в 2—4 раза ниже цикловой производительности и в 5—8 раз ниже технологической производительности. Из этого можно сделать вывод о существовании значительных резервов повышения производительности камнераспиловочного оборудования. Практический опыт передовых предприятий, а также опытно-экспериментальные и конструкторские работы последних лет позволяют наметить основные направления повышения производительности распиловочных станков.

Прежде всего это совершенствование конструкции распиловочного оборудования. Интенсификация рабочих параметров станков обеспечивается увеличением жесткости основных узлов, расширением диапазона регулирования скоростей резания и подачи, повышением уровня автоматизации. Для сокращения времени рабочего цикла станка путем снижения длительности вспомогательных операций либо их совмещения по времени с основными

операциями станки оборудуют средствами механизации (съемниками-укладчиками, механизированными станочными тележками и т. п.). Дисковые станки с этой же целью оснащают конвейерным механизмом подачи блоков-заготовок (вместо стола). Повысить производительность штрипсовых распиловочных станков можно в результате увеличения рабочих габаритов станков, мощности привода, числа одновременно устанавливаемых пил.

Существенное влияние на производительность станков оказывает их работоспособность и долговечность, поэтому при создании нового камнераспиловочного оборудования большое внимание должно уделяться эксплуатационной надежности отдельных деталей и узлов, что достигается выбором рациональных конструктивных, кинематических и компоновочных схем, применением в конструкции станков высококачественных материалов, унификацией узлов и деталей, созданием совершенных систем смазки подвижных частей, обеспечением надежной защиты узлов и деталей от воды, шлама и т. д.

Мероприятия по повышению производительности камнераспиловочных станков в процессе их эксплуатации не менее важны, чем при конструировании и изготовлении оборудования. Анализ показывает, что и здесь имеются значительные резервы для существенного роста производительности станочного парка. Для этого необходимо: четкое соблюдение рациональной технологии распиловки и требований технической эксплуатации станка; научная организация труда распиловщиков камня; рациональные подбор блоков и комплектация ставок, обеспечивающие максимальное заполнение рабочих габаритов станка (коэффициент заполнения — не ниже 0,75) и исключение распиловки трещиноватого камня; правильная организация ремонтно-профилактических работ и т. д.

Глава 7. КАМНЕРАСПИЛОВОЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

§ 24. Классификация

Инструмент (от латинского «instrumentum» — орудие) — орудие ручного труда или рабочий элемент исполнительного органа машины (станка), предназначенный, в частности, для непосредственной механической

обработки различных материалов. Под камнераспиловочным инструментом, получившим название пила, соответственно понимается рабочий элемент, режущая часть которого непосредственно воздействует на камень в процессе его пиления (резания) на станке.

Напомним, что исполнительным органом большинства штрипсовых станков служит пильная рама с комплексом полосовых пил, дисковых станков — пильный вал с дисковыми пилами (комплектом или одной пилой), канатнопильных и ленточнопильных станков — шкивы с одноименными пилами, баровых станков — шина-бар, по периферии которой движется бесконечная цепь.

Пилы для резания камня могут быть классифицированы по ряду признаков: виду несущей основы пилы — корпуса, разновидности используемых в работе пилы режущих элементов, жесткости корпуса пилы и др.

По виду корпуса пилы подразделяют на штрипсовые (полосовые), дисковые, канатные, ленточные и баровые. Общим для них является то, что в процессе непрерывного воздействия пилы на камень и ее перемещения происходит отделение стружки от забоя, сопровождающееся образованием сравнительно тонкого направленного профиля. Работа каждой пилы складывается из двух ее основных движений: резания — в направлении, параллельном забою, и подачи — в направлении, перпендикулярном забою.

Камнераспиловочный инструмент в зависимости от разновидности используемых режущих элементов подразделяется на абразивный, алмазный и твердосплавный. Абразивным инструментом называют штрипсовые и канатные пилы с неармированным стальным корпусом, работающие со свободным абразивом. Алмазный и твердосплавный инструмент представляет собой стальной корпус, армированный режущими элементами соответственно из алмазных или твердосплавных материалов.

Штрипсовые и дисковые пилы являются жестким инструментом с основой-корпусом в виде полосы или диска. Канатные, ленточные и баровые пилы относятся к гибким инструментам, поскольку несущей основой-корпусом у них служит гибкий элемент — канат, лента или цепь.

Преобладающее применение в современной распиловке камня получили штрипсовые и дисковые пилы различных конструкций.

Штрипсовые (или полосовые) пилы (от английского

«strip» — полоса) отличаются конструктивной простотой, повышенной жесткостью за счет их значительного осевого натяжения при установке на станке, возможностью распиловки крупноразмерных блоков, а также незначительной шириной пропила (до 4—5 мм).

Среди штрипсовых пил различают неармированные или абразивные (работающие со свободным абразивом), алмазные (с алмазными режущими элементами), твердосплавные (с твердосплавными режущими элементами).

Штрипсовые неармированные пилы, служившие инструментом для распиловки камня со свободным абразивом еще первобытному человеку, продолжают широко использовать в наше время.

Штрипсовые твердосплавные пилы из-за отсутствия централизованного изготовления, необходимости периодическихerezаточек в мастерских с демонтажем и монтажом пил и невозможности эффективной эксплуатации при распиловке камня с твердыми включениями практически вытеснены штрипсовыми алмазными пилами.

Дисковые пилы в отличие от штрипсовых армируют, как правило, алмазными режущими элементами. Исключение составляют дисковые твердосплавные пилы, ограниченно применяющиеся на камнеобрабатывающих предприятиях.

Расширение производства и применения дисковых алмазных пил связано с развитием методов порошковой металлургии в 50-х годах XX в., когда вместо крупных алмазов, вчеканиваемых в корпус, в инструменте начали использоваться алмазные порошки, спекаемые в режущие элементы.

Дисковые алмазные пилы — один из наиболее распространенных видов камнераспиловочного инструмента. Они отличаются высокими скоростями резания, простотой установки, несложностью эксплуатации и высокой эксплуатационной надежностью.

Канатные пилы, как и штрипсовые, могут быть неармированными и армированными (алмазными или твердосплавными). Неармированные пилы применяют в основном на импортных стационарных канатопильных станках при пассировке блоков и распиловке их на утолщенные плиты-заготовки. Преимущества этого инструмента — небольшая стоимость, простота эксплуатации, возможность распиловки крупноразмерных блоков при незначительных потерях сырья на пропил, невысокий уро-

вень шума — обеспечил ему широкое использование в некоторых зарубежных странах. Недостаток канатных непримородных пил — сравнительно невысокая износостойкость каната.

Канатные алмазные пилы в последнее время получают все большее распространение, постепенно вытесняя другие виды канатных пил. Их успешно применяют как при распиловке монолитов на блоки на карьерах, так и при пассировке блоков и распиловке их на заготовки на стационарных канатопильных станках.

Канатные твердосплавные пилы применяются редко.

Ленточные пилы используются только в алмазном варианте на стационарных ленточнопильных станках при распиловке блоков на заготовки (ФРГ, Япония). Широкого распространения они не получили из-за невысокого ресурса корпуса пилы, несмотря на значительную скорость резания и небольшую ширину пропила.

Баровые пилы выполняются главным образом в твердосплавном варианте и используются при распиловке блоков низкопрочного камня на стационарных станках во Франции и Италии. Преимущество их — высокая производительность распиловки, недостатки — ограниченная область применения, значительная ширина пропила, достигающая 30—40 мм и относительно высокая энергоемкость процесса.

§ 25. Характеристика, конструкции и область применения пил

Штрипсовые (полосовые) неармированные пилы, работающие со свободным абразивом, служат рабочим инструментом рамных станков с криволинейным движением рамы. Неармированные пилы, несмотря на широкое распространение алмазных пил, продолжают оставаться наиболее экономичным инструментом для распиловки крупноразмерных блоков гранита и другого прочного камня и плиты толщиной 20—30 мм.

Неармированная пила (рис. 39, а) — металлическая полоса, длина которой 3000—4000 мм (в зависимости от длины пильной рамы), ширина 100—180, а толщина — 3,3—6 мм. На отечественных предприятиях обычно используют неармированные пилы сечением (140—180) × (4—6) мм, изготавливаемые из стандартной стальной полосы и работающие с абразивом в виде чугунной или

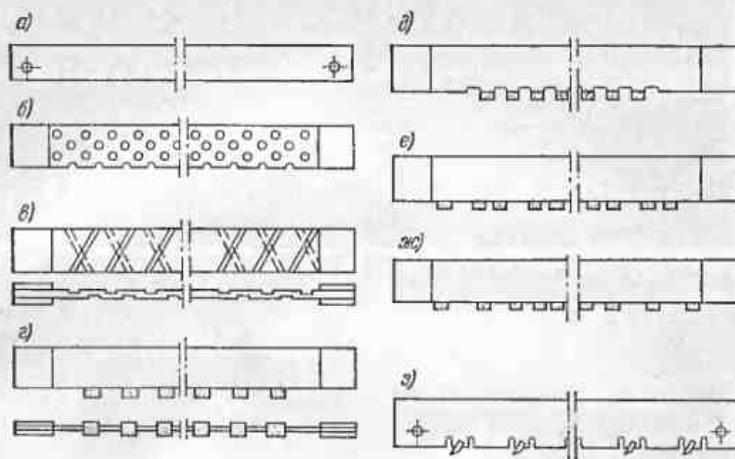


Рис. 39. Штрипсовые пилы

а — неармированная; б — то же, перфорированная; в — то же, с канавками; г — алмазная с нормальным шагом режущих элементов; д — то же, с температурными пазами; е — то же, с чередующимся шагом режущих элементов; ж — то же, с шагом, увеличивающимся от центра пилы к периферии; з — твердосплавная

стальной дроби. На концах такой пилы просверлены отверстия для ее шарнирного крепления.

Разновидность рассмотренной пилы — неармированная пила с перфорацией (рис. 39, б), работающая с дробью, — используется на некоторых рамных станках с прямолинейным движением рамы (например, ЛВГ-С, ДМЖ). Отверстия диаметром 30—40 мм расположены в полотне пилы толщиной не менее 6 мм с шагом 180—220 мм в шахматном порядке так, чтобы отверстия каждого последующего ряда перекрывали отверстия ряда предыдущего. Такая конструкция обеспечивает равномерный доступ свободного абразива к поверхности пропила при прямолинейном движении пильной рамы. Однако перфорация корпуса пилы приводит к необходимости его утолщения (чтобы избежать ослабления сечения), что ведет к увеличению потерь сырья на пропил, росту энергоемкости и удельного расхода металла. В связи с этим на многих предприятиях Италии и других стран при работе на станках с прямолинейным движением рамы используют штрипсовые пилы с боковыми наклонными канавками

(рис. 39, в), ослабляющими корпус пилы в меньшей степени, чем перфорация.

Иногда для устранения или снижения вредного влияния дезоксиала, приводящего к возникновению ударов инструмента о камень, по краям неармированных штрипсовых пил вырезают сегменты, которые исключают образование уступов при износе полотна пилы. Это конструктивное усовершенствование, однако, имеет смысл только при условии соблюдения определенной длины распиливаемых ставок l_6 , которая должна находиться в следующем соотношении с длиной хода рамы l_x и расстоянием между центрами сегментов l_c : $l_c = l_6 + l_x$.

При выборе неармированного штрипсового инструмента следует иметь в виду, что толщина пил для станков с криволинейным движением рамы должна быть 3,5—4 мм, а для станков с прямолинейным движением — 6 мм. Материал пил — сталь марок 65Г или 45 (ГОСТ 103—76 и ГОСТ 82—70). Диаметр дроби основной фракции, используемой в качестве свободного абразива (ГОСТ 11964—81Е), должен составлять 0,7—1,2 мм для пил толщиной до 4 мм и 1,2—1,6 мм — для пил толщиной 6 мм. При распиловке пород повышенной прочности предпочтительно использовать более мелкую дробь и наоборот. Рекомендуемые марки дроби ДЧЛ, ДЧК, ДСЛ, ДСК, ДСР, ДСЛБ. Распиловка протекает наиболее эффективно, если твердость дроби примерно в 2 раза выше твердости материала самой пилы.

Штрипсовые алмазные пилы являются рабочим инструментом рамных станков с прямолинейным движением рамы и станков специальной конструкции (поперечно-распиловочных и одноштрипсовых), предназначенных в основном для распиловки блоков камня средней прочности и низкопрочного на плиты-заготовки и архитектурно-строительные изделия.

Алмазная пила (рис. 39, г—ж) представляет собой стальную полосу, на рабочей периферии которой напаяны алмазные режущие элементы. Для установки в станке корпус пилы имеет утолщенные за счет боковых накладок крепежные концы. Крепление может быть жестким типа «ласточкин хвост» или шарнирным.

Основные размеры серийных алмазных пил (табл. 14) установлены ТУ 2-037-102—82 (для инструмента из природных алмазов) и ТУ 2-037-290—80 (для инструмента из синтетических поликристаллических алмазов).

Таблица 14. Основные размеры штрапсовых алмазных пил

Тип (обозна- чение) штрапс- овой пиль	Общая длина пиль, мм	Длина рабо- чей части, мм	Толщина алмазных элементов, мм	Шаг элемен- тов, мм	Общее коли- чество алмаз- ных элемен- тов, шт.	Содержание алмазов в пиле, карат (0,2 г), при концентрации, %	
						25	50
По ТУ 2-037-102-82							
3405-0001	2000	1624	7	50	33	29,7	59,4
3405-0002	2000	1624	7	70; 100	20	18	36
3405-0003	2000	1624	8	70; 100	20	22	42
3405-0011	3500	2439	7	35	70	63	126
3405-0012	3500	2439	8	35	70	55	105
3405-0013	3500	2474	7	50	50	45	90
3405-0014	3500	2474	8	50	50	45	90
3405-0016	3500	2474	5	50	50	35	65
3405-0021	3800	2439	7	35	70	77	147
3405-0022	3800	2439	8	35	70	77	147
3405-0023	3800	2474	7	50	50	45	90
3405-0024	3800	2474	8	50	50	55	105
3405-0026	3800	2474	5	50	50	35	65
3405-0031	4000	2814	7	70; 100	34	30,6	61,2
3405-0032	4000	2814	8	70; 100	34	37,4	71,4
3405-0033	4000	2814	7	70; 100	34	30,6	61,2
3406-0034	4000	2814	5	70; 100	34	22	43,7

Корпус штрапсовых алмазных пил выполняется из стали 65Г или 60Г толщиной 4—5 и высотой 160—200 мм (ТУ 2-037-102-82) или 180—200 мм (ТУ 2-037-290-80). По согласованию с потребителем допускается изготовление пил с корпусом толщиной 3 и 3,5 мм из стали 9ХФ.

Пилы типа 3405-0002, 3405-0003, 3405-0031, 3405-0032, 3405-0034 отличаются переменно-чередующимся шагом алмазных элементов, что позволяет исключить вредные резонансные явления в процессе распиловки, которые могут возникать из-за совпадения вынужденных колебаний пил от сил резания.

Размеры алмазных элементов (брюсков), установленные действующими техническими условиями, приведены в табл. 15.

Помимо рассмотренных конструктивных видов штрапсовых алмазных пил, серийно изготавляемых на предприятиях Минстанкпрома, применяют некоторые другие виды усовершенствованного инструмента (импортного

Таблица 15. Основные размеры алмазных элементов штрапсовых пил

Тип (обозна- чение) брюска	Высота элемента, мм	Ширина (толщи- на), мм	Длина, мм	Масса алмазов в бруске, карата	Армируемый инструмент (толщина корпуса, мм)
-------------------------------------	---------------------------	------------------------------	--------------	---	--

По ТУ 2-037-101-82

2768-0292	7 (2)	7	24	1,8	5
2768-0293	7 (2)	8	24	2,1	5
2768-0291	7 (2)	5	24	1,3	3,5—4
2768-0294	7 (2)	4	20	0,9	3
2768-0295	7 (2)	4,5	20	1	3
2768-0296	7 (2)	5	20	1,1	3,5—4

По ТУ 2-037-288-80

2768-0294	7 (2)	4	20	0,8	3
2768-0295	7 (2)	4,5	20	1,0	3
2768-0296	7 (2)	5	20	1,1	3,5—4
2768-0297	7 (2)	7	20	1,5	5
2768-0298	7 (2)	5	24	1,3	3,5—4
2768-0299	7 (2)	7	24	1,8	5

Примечания: 1. В скобках указана высота базалмазного слоя.
2. Масса алмазов в бруске приведена для концентрации 50 %.

или изготавляемого силами самих предприятий с использованием серийных алмазных элементов). К такому инструменту можно отнести, например, штрапсовую пилу, шаг алмазных элементов которой увеличивается от центра к периферии (рис. 39, ж). У пил подобной конструкции все алмазные элементы имеют равномерный износ (у обычных пил центральные элементы изнашиваются быстрее периферийных), в результате достигается снижение удельного расхода алмазов. Иногда (при распиловке окварцеванных мраморов, песчаников и т. д.) используют штрапсовые пилы комбинированной конструкции с алмазными элементами на мягкой и твердой связке, чередующимися на корпусе в определенной последовательности. Такой инструмент обеспечивает сокращение удельного расхода алмазов на 15—25 %.

Для рационального использования алмазных штрапсовых пил по возможности необходимо осуществлять

распиловку экономичными тонкими пилами (ширина алмазных брусков 4—5 мм) и лишь при их отсутствии применять утолщенные пилы (ширина брусков 7—8 мм), которые наиболее приемлемы для распиловки камня повышенной прочности (например, габбро). распиловки блоков на одноштريповых станках и станках с криволинейным движением рамы (в последнем случае предпочтительны пилы с укороченным шагом алмазных брусков — 35 мм).

Алмазоносный слой брусков выбирают в зависимости от вида и свойств распиливаемого камня. Для низкопрочных пород (известняки, туфы, гипсовые камни) могут использоваться алмазы марок А1, А2, ХХI и ХХХV групп, АРС 3 зернистостью 800/630—630/500, концентрацией 25—50%; связки М2-01, М6-10, М3 для низкоабразивных пород и М6-02 — для высокоабразивных пород. Для низкоабразивных пород средней прочности (мраморы, доломиты) применяют алмазы марок А2, А3, XV и ХХХV групп, АРС 3, АРК 4; зернистостью 630/500—500/400; концентрацией 25—50%; связки М2-01, М6-09, М6-10, М3. Для распиловки низкоабразивных пород средней прочности с включениями твердых минералов (окварцеванные мраморы) необходимы алмазы марок А2, А3, XV и ХХХV групп, зернистостью 630/500—500/400, концентрацией 50%; связки М6-10, М3, МОЗ (возможны комбинации брусков на «твердых» и «мягких» связках). При распиловке высокоабразивных пород средней прочности (плотные травертины, песчаники) используют алмазы марок А2, А3, XV и ХХХV групп, АРС 3, АРК 4; зернистостью 500/400; концентрацией 25—50%; связка М6-02. Для распиловки прочных низкоабразивных бескварцевых пород (габбро, базальт) служат алмазы марок А3, А5, А8, XV и ХХХV групп, АС65; зернистостью 500/400—400/315; концентрацией 50%; связки М6-03, МОЗ (возможны комбинации брусков на «твердых» и «мягких» связках).

Штрипповые твердосплавные пилы — рабочий инструмент рамных станков с прямолинейным движением рамы при распиловке блоков известняка, доломита, травертина и другого низкопрочного камня без твердых включений.

Твердосплавная пила (рис. 39, з) выполняется в виде корпуса-полосы из стали 65Г, на рабочей периферии которого в специальных монтажных пазах напаиваются

зубки из стандартных пластин твердого сплава ВК8 или ВК8В. По обе стороны каждого зубка в корпусе пилы вырезают компенсационные пазы, предохраняющие корпус от коробления и устрашающие напряжения в плоскостях припайки зубков. Крепление твердосплавной пилы, как и алмазной, может быть жестким или шарнирным.

Основные параметры штрипповых твердосплавных пил

Размеры корпуса пилы, мм:	
длина	3600—4000
ширина (высота)	130—160
толщина	4—4,5
Шаг зубков, мм	
	120
Размеры компенсационных швов, мм:	
длина	14
ширина	5
расстояние от зубка	9
Параметры зубков, мм:	
высота	12
ширина	5
толщина	5
задний угол, град	25
передний угол, град	10—12
боковой вылет зубка, мм	0,25—0,5
передний вылет зубка (над рабочим торцом корпуса), мм	2

Дисковые алмазные пилы — рабочий инструмент однодисковых и многодисковых станков, предназначенных для распиловки блоков камня низкопрочного, средней прочности и прочного.

Алмазная пила (рис. 40) представляет собой корпус-диск с радиальными пазами и напаянными на него алмазными элементами, имеющими форму сегментов. В центре диска имеется посадочное отверстие, диаметр которого соответствует диаметру пильного вала, на который насаживается пила.

Требования к дисковым алмазным пилам установлены ГОСТ 16115—78. Отечественная промышленность выпускает указанные пилы в двух исполнениях: с широкими (8—30 мм) межсегментными пазами (диаметр пил до 2000 мм) и с узкими (3 мм) пазами (диаметр пил до 800 мм). Для распиловки камня преимущественно используют пилы с широкими пазами, их основные параметры приведены в табл. 16. Длина алмазных

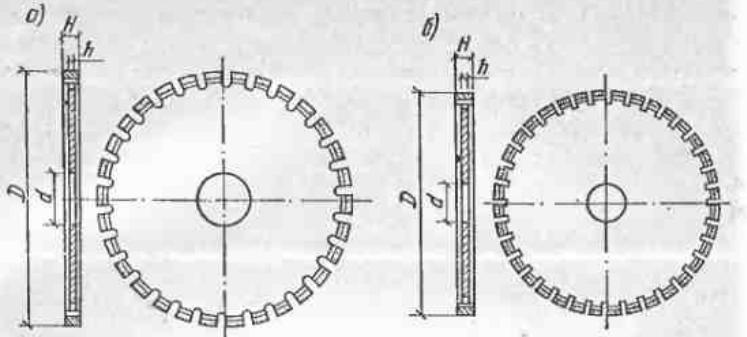


Рис. 40. Дисковые алмазные сегментные пилы (отрезные круги)
а — с нормальными пазами; б — с узкими пазами

элементов у дисковых пил диаметром до 800 мм составляет 40 мм, у пил большего диаметра — 24 мм.

Институтом сверхтвердых материалов АН УССР выпускаются опытные партии дисковых сегментных пил ИСМ 445—79 (ТУ 88 УССР) из синтетических алмазов. Стандартные и опытные пилы различаются некоторыми размерами корпуса и формой межсегментных пазов.

Выбор конструкции и характеристик рабочего слоя алмазных дисковых пил обусловлен характером технологического процесса, а также видом и свойствами распиливаемого камня. В большинстве случаев при диско-

Таблица 16. Основные параметры дисковых алмазных пил по ГОСТ 16115—78

Тип (обозна- чение) пил	Наружный диаметр, мм	Диаметр по- садочного отверстия, мм	Толщина кор- пуса, мм	Толщина ал- мазных сег- ментов, мм	Количество ал- мазных сег- ментов, шт.	Содержание ал- мазов, карат, при концентрации, %	
						25	50
2726-0719	500	90	3	4	30	27	54
2726-0727	630	90	3,6	4,5	37	37	74
2726-0732	800	90	4,5	5,5	48	57,6	115,2
2726-0738	1100	120	5	6,5	70	59,5	119
2726-0743	1100	120	5	6,5	78	66,3	132,6
2726-0754	1250	120	6	7	90	81	162
2726-0756	1400	200	6	7,5	100	100	200
2726-0757	1600	200	7	9	92	110,4	220,8
2726-0758	2000	200	8	12	115	253	506

вой распиловке камня применяют инструмент с широкими межсегментными пазами. Пилы с узкими пазами рекомендуется использовать на многодисковых станках при распиловке брусков на плиты, когда требуется получить плиты-заготовки повышенного качества (без галоев на кромках), а также на ортогональных станках в качестве горизонтального (подрезного) инструмента.

Алмазоносный слой сегментов выбирают в зависимости от вида распиливаемого камня. Для низкопрочных пород (известняк, туф, гипсовый камень и др.) применяют алмазы марки А2, XV, XXI и XXXV групп, АС35, АС50, АРС 3, АРК 4, зернистостью 800/630—630/500; концентрацией 25—50%; связки М2-01, М6-10 и М3 для малоабразивных пород и М6-02 для высокоабразивных. Для низкоабразивных пород средней прочности (мраморы, доломиты и др.) используют алмазы марок А-2 и А-3, XV и XXXV групп, АС50, АРС 3, зернистостью 630/500—500/400, концентрацией 25—50%; связки М2-01, М6-10, М3; для низкоабразивных пород средней прочности с включениями твердых минералов (окварцеванный мрамор и т. п.) — алмазы марок А3 и А5, XV и XXXV групп, зернистостью 630/500—500/400, концентрацией 50%; связки М6-10 и М3.

Для распиловки высокоабразивных пород средней прочности (плотный травертин, песчаники и др.) служат алмазы марок А2 и А3, XV и XXXV групп, АРС 3; зернистостью 500/400, концентрацией 25—50%; связки М6-02; для прочных низкоабразивных бескварцевых пород (габбро, базальт и др.) — алмазы марок А5 и А8, XV и XXXV групп, АС65, АС80; зернистостью 500/400—400/315, концентрацией 50%; связки М6-03, МО3; для прочных кварцодержащих пород (гранит и др.) — алмазы марки А8, XV группы, АС65, АС80, АС100; зернистостью 400/315—315/250; концентрацией 50%; связки М6-05, МО3.

Дисковые твердосплавные пилы применяют на некоторых дисковых станках для распиловки низкопрочного камня. Дисковые твердосплавные пилы (рис. 41) выполняются в виде стального диска с расположенным на нем по окружности съемными резцами, армированными пластинами твердого сплава. Наружный диаметр дисковых пил 680—1760 мм.

Наиболее распространенная форма резцов (точнее

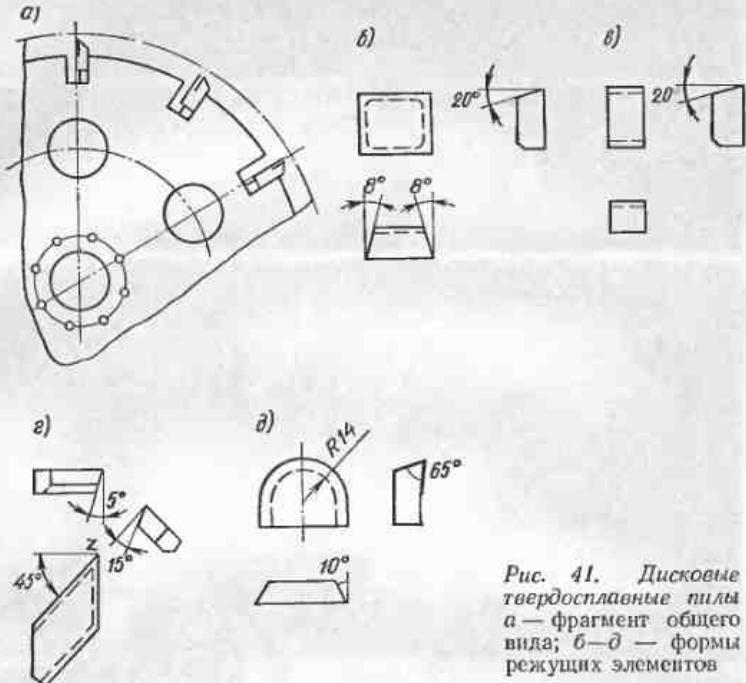


Рис. 41. Дисковые твердосплавные пилы
а — фрагмент общего вида; б—д — формы режущих элементов

твердосплавных пластин) дисковых пил — прямоугольная, лопатчатая, с одной или двумя скошенными гранями и полукруглая. Резцы полукруглой формы отличаются более высокой работоспособностью, чем лопатчатой, что способствует снижению энергоемкости процесса резания.

Для создания наиболее благоприятных условий работы резцов твердосплавной пилы их часто располагают по трехпозиционной схеме в такой последовательности: резец лопатчатой формы — резец с двумя скошенными гранями — резец с одной скошенной гранью.

Резцы на корпусе дисковой пилы крепят в специальных радиальных пазах корпуса посредством заклепок или штифтов из мягкой стали. Существуют также варианты крепления с помощью эксцентрикового зажима, клиньев, а также распорных винтов, обеспечивающие возможность регулирования вылета резцов по высоте и их быструю замену без демонтажа пилы.

Кольцевые пилы (фрезы) — рабочий инструмент камнерезных добывающих машин и некоторых видов распилювочных станков, используемых для пассировки блоков-камня средней прочности и низкопрочного, раздельки монолитов на блоки и выпиливания из них утолщенных заготовок.

Кольцевая пила (рис. 42, а) состоит из неподвижного опорного кольца 1, закрепленного на консоли 5, и насаженного на него режущего наружного кольца 2, которое может свободно вращаться на опорном кольце по роликам 3 аналогично обойме роликового подшипника. Режущее кольцо выполнено в виде крупномодульного ведомого колеса зубчатой передачи с наружным зацеплением, зубья которого наряду с основным назначением используются для крепления твердосплавных резцов.

Привод режущего кольца осуществляется посредством ведущего зубчатого колеса 4, входящего с ним в эвольвентное зацепление. Такая конструкция рабочего инструмента позволяет распиливать камень на высоту (глубину), превышающую радиус пилы.

Твердосплавные резцы наружного кольца крепятся в радиальных пазах его зубьев при помощи штифтов. Схема установки резцов — трехпозиционная (рис. 42, б): «левый — правый — левый — правый — центральный» (центральные резцы работают в менее тяжелых условиях, чем боковые, поэтому они установлены на пиле в меньшем количестве). Основные геометрические параметры резцов: главный передний угол — 4°; задний — 15°.

Техническая характеристика кольцевых пил Минстройдормаша

Наружный диаметр, мм	1380
Максимальная глубина резания, мм	1050
Толщина (ширина), мм	34
Общее количество резцов, шт.	44
В том числе:	
центральных	8
левых	18
правых	18
Количество роликов подшипника качения, шт.	393
Диаметр роликов, мм	8

В настоящее время разрабатываются новые модификации кольцевых пил с наружным диаметром 1590

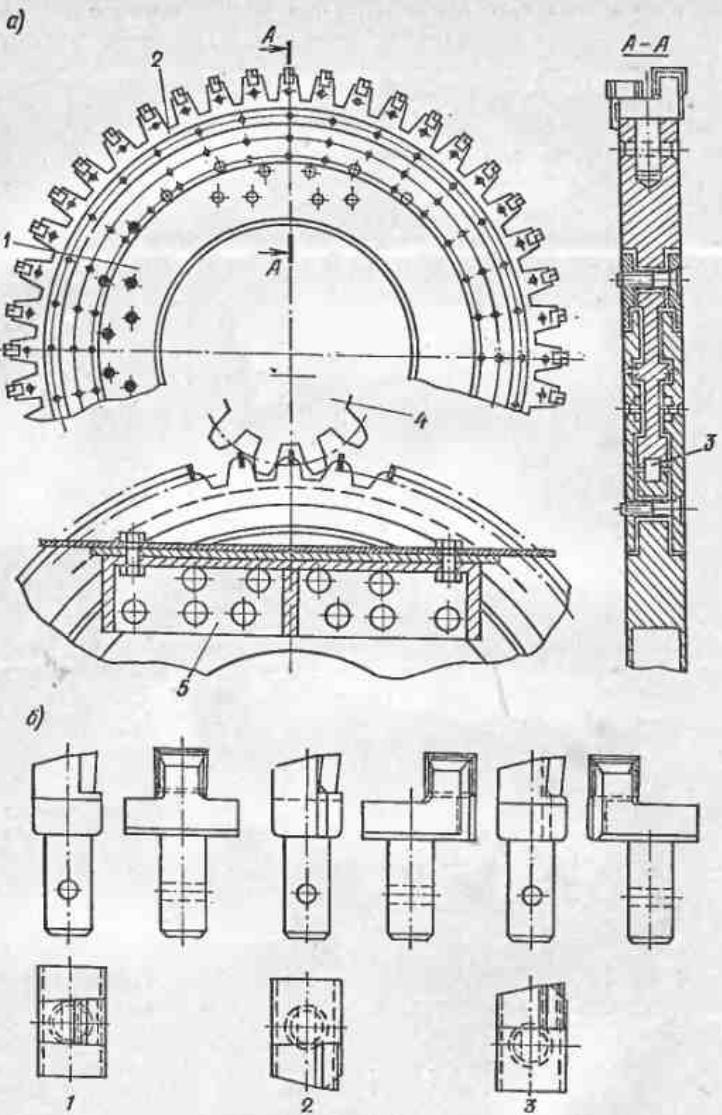


Рис. 42. Кольцевая пила (фреза)

а — общий вид: 1 — опорное кольцо; 2 — режущее наружное кольцо; 3 — ролик; 4 — ведущее зубчатое колесо; 5 — консоль; б — типы резцов: 1 — центральный; 2 — правый; 3 — левый

и 1800 мм, что обеспечит значительное увеличение глубины резания, а следовательно, и высоты добываемых и распиливаемых блоков.

Среди основных достоинств кольцевых пил можно отметить высокий коэффициент использования диаметра (0,75 против 0,35 у дисковых пил), повышенную динамическую устойчивость, возможность работы без водяного охлаждения. Недостатки этого инструмента заключаются в его конструктивной сложности, большой массе (свыше 200 кг), повышенной толщине пропила (40 мм), низкой скорости резания, ограниченной стойкости.

Канатные неармированные пилы, работающие со свободным абразивом, — рабочий инструмент канатопильных станков.

Неармированная пила (рис. 43, а) — трех- или, реже, двухпроволочный стальной канат двусторонней свивки диаметром 3,5—6 мм. ТУ 14-4-1031—80 «Канаты стальные для канатных пил» предусматриваются пилы трехпроводочной конструкции диаметром 4,8; 4,4; 3,9 и 3,5 мм. Наряду с проволокой из сталей марок 50—70 в канатных пилах допускается применение пружинной проволоки из сталей марок У8, У8А, У9, У9А, У10 и У10А (диаметр проволок 1,85—2 мм). Шаг свивки каната 19,5—23 мм.

Концы каната в бесконечную петлю обычно соединяют путем счаливания. При этом концы каната сначала расплетают на длину примерно 1 м, а затем свивают, тщательно подгоняя впритык концы свиваемых проволок. Проволоки каната, как правило, имеют круглое сечение, однако некоторые фирмы используют проволоки прямоугольного, трапецидального или треугольного сечения (рис. 43, б). Такая конструкция каната способствует лучшему продвижению абразива в пропиле, обладает большей стойкостью и позволяет распиливать блоки низкопрочного камня без свободного абразива.

Свободным абразивом при распиловке блоков камня средней прочности служит кварцевый песок крупностью зерен основной фракции 300—600 мкм, а блоков прочного камня — порошок карбила кремния такой же зернистости.

Канатные алмазные пилы — другая разновидность рабочего инструмента канатопильных станков.

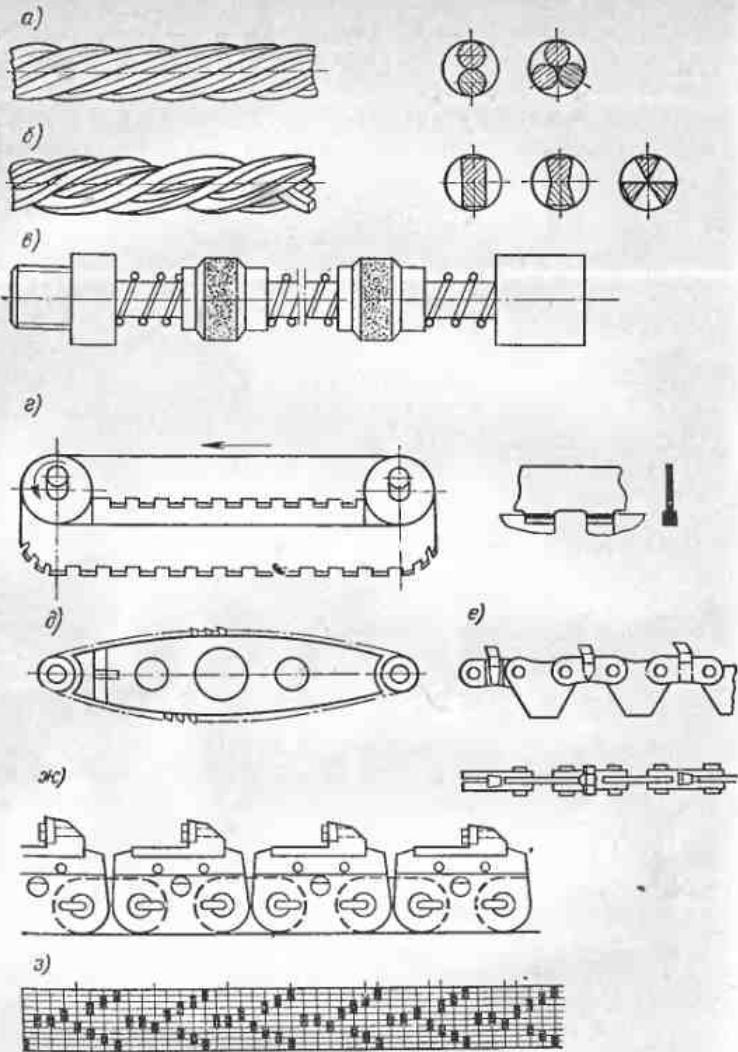


Рис. 43. Пилы с гибким корпусом

а — канатная неармированная пила с жилами круглого сечения;
б — то же, с жилами профильного сечения; в — канатная алмазная пила;
г — ленточная алмазная пила; д — баровая твердосплавная пила (общий вид);
е — облегченная цепь с трехпозиционной расстановкой резцов (для низкопрочного камня); ж — массивная цепь с семипозиционной расстановкой резцов (для камня средней прочности); з — принципиальная схема размещения резцов в плане

Алмазная пила (рис. 43, в) состоит из несущей основы — многожильного стального каната и нанизанных на него алмазных режущих элементов в виде цилиндрических втулок, размещенных со строго заданным шагом с помощью разделительных втулок и фиксаторов.

Техническая характеристика канатных алмазных пил отечественного производства

Длина рабочего контура, м	16—20
Диаметр несущего каната, мм	4,6
Размеры алмазных элементов, мм:	
наружный диаметр	
длина	11
толщина алмазоносного слоя, мм	1,5
Шаг алмазных элементов, мм	32—35
Длина разделительной втулки, мм	6—25
Наружний диаметр разделительных втулок, мм	6—9
Количество алмазных элементов на 1 м рабочего контура, шт.	30
Характеристика алмазоносного слоя режущих элементов:	
зернистость, мкм	630/50
концентрация, %	50
вязка:	
для низкоабразивных пород средней прочности	M2-01, M6-09 и M6-10
для высокоабразивных пород средней прочности	M6-02

Твердосплавная пила конструктивно аналогична алмазной пиле, отличаясь от нее формой режущих элементов, которые могут выполняться в виде усеченного конуса или усеченной квадратной пирамиды (вторая форма предпочтительна при распиловке камня повышенной прочности). Передний угол твердосплавных резцов должен быть около 5° , задний — 10° . Разделителями в таких пилах обычно служат пружинные сепараторы.

Ленточные алмазные пилы служат рабочим инструментом ленточнопильных станков. Каждая такая пила (рис. 43, г) представлена бесконечной тонкой стальной лентой, на рабочей кромке которой припаяны режущие алмазные элементы в виде прямоугольных брусков.

Техническая характеристика ленточных алмазных пил

Длина рабочего контура, м	9,7—18,1
Высота (ширина) корпуса, мм	130—254
Толщина корпуса, мм	1—2
Размеры алмазных элементов, мм:	
длина	10
высота	5
толщина	2—3
Шаг алмазных элементов, мм	40—50
Характеристика алмазного слоя режущих элементов:	
зернистость, мкм	630/450
концентрация, %	30—50

Баровая твердосплавная пила (рис. 43, д) — бесконечная стальная несущая цепь (обычно двухпланочная одношарнирная). В ее звенья вмонтированы посредством штифтов быстросъемные пластины-держатели с напаянными твердосплавными резцами. Иногда резцы крепят к держателям винтами для возможности их разворота на 90° после затупления, что позволяет длительное время эксплуатировать пилу без перезаточек.

Расположение режущих элементов пилы многопозиционное, при котором резец каждой позиции отличается формой и размерами. В инструменте, предназначенному для распиловки низкопрочного камня, используется трехпозиционная (рис. 43, е) схема расстановки резцов с направляющими, расширительными и зачистными резцами (число резцов каждого типа составляет $\frac{1}{3}$ их общего количества). Для распиловки камня средней прочности используют пяти-семипозиционную схему размещения резцов. На рис. 43, ж показана баровая пила с семипозиционной схемой размещения резцов: первый резец — направляющий, второй, третий, четвертый — расширительные, пятый, шестой и седьмой — зачистные.

Рациональные геометрические параметры твердосплавных резцов обычно выбирают в зависимости от механических свойств распиливаемого камня: главный передний угол 0—5°, главный задний угол 8—12°.

Техническая характеристика баровых твердосплавных пил

Длина рабочего контура, м	5—6
Количество звеньев режущей цепи, шт.	50—80
Рабочая ширина режущей цепи, мм	20—28
Шаг твердосплавных элементов, мм	40—70
Количество твердосплавных элементов, шт.	70—130
Вид твердого сплава	ВК8, ВК8В

Алмазная баровая пила — инструмент в виде бесконечного несущего элемента (цепь, ремень или гуммированный стальной канат) с укрепленными на нем алмазными режущими элементами (брюсками).

С точки зрения эксплуатационной надежности предпочтительна баровая алмазная пила с эластичным несущим элементом, например стальным многожильным канатом с гуммированной поверхностью. Каждый алмазный режущий элемент, насаживаемый на канат, состоит из резцедержателя с направляющим выступом в нижней части (он заходит в направляющий паз в периферии корпуса бара); сверху к резцедержателю крепится (обычно напайкой или напрессовкой) алмазный брускок.

Режущие элементы фиксируются на канате с помощью обжимных втулок.

Краткая техническая характеристика баровой алмазной пилы

Максимальная глубина резания (высота пропила), мм	1600
Ширина (толщина) пропила, мм	28
Длина рабочего контура, мм	5125
Количество алмазных элементов, шт.	90
Шаг алмазных элементов, мм	45
Размеры алмазных элементов, мм:	
длина	15
ширина	18—22
высота	35
Зернистость алмазов	630/500
Концентрация, %	50

Баровые алмазные пилы в отличие от твердосплавных могут использоваться при пиленении камня не только низкопрочного и средней прочности, но и прочного.

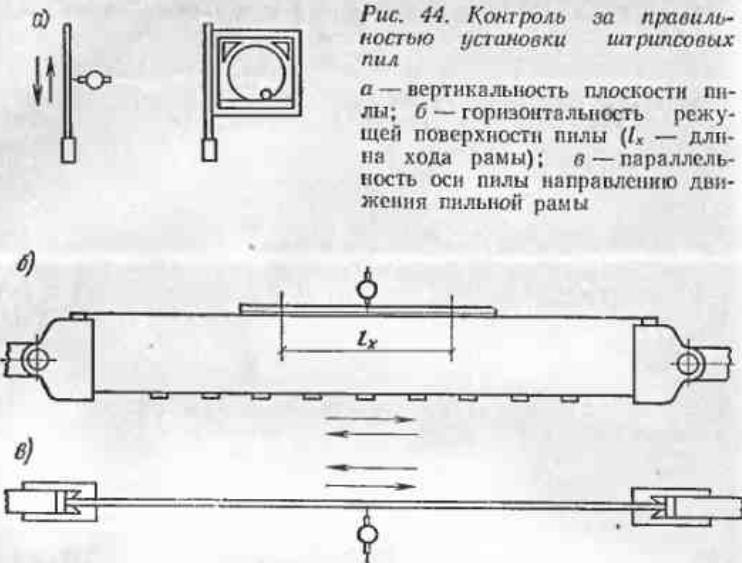
§ 26. Установка рабочего инструмента

Правильность установки рабочего инструмента на распиловочном станке в значительной мере предопределяет эффективность эксплуатации как инструмента, так и соответствующего оборудования.

Рассмотрим основные правила установки важнейших видов камнераспиловочного инструмента — штрапировочных и дисковых пил. При монтаже постава штрапировочных пил в раме распиловочного станка особенно тщательно контролируют правильность установки первой

Рис. 44. Контроль за правильностью установки штрупсовых пил

a — вертикальность плоскости пилы; *b* — горизонтальность режущей поверхности пилы (l_x — длина хода рамы); *c* — параллельность оси пилы направлению движению пильной рамы



(базовой) пилы. Для этого ее плотно прижимают к предварительно отрегулированным торцам боковых упоров, а затем задают ей первичное натяжение, не превышающее 30—40 кН (при наличии гидронатяжного механизма это натяжение осуществляют, затягивая винты передних тяг). Затем проверяют и регулируют правильность установки пилы (рис. 44).

Виды контроля, используемые средства и значения допускаемых отклонений приведены в табл. 17.

После установки и выверки первой штрупсовой пилы устанавливают остальные пилы постава с помощью калиброванных проставок, проверяя вертикальность плоскости каждой пилы и контролируя их параллельность и горизонтальность. Особое внимание параллельности необходимо уделять при установке штрупсовых алмазных пил. Отклонение от параллельности оси пилы направлению качания рамы не должно превышать у десятой пилы (в порядке отсчета от базовой) — 0,15, у тридцатой — 0,2, у шестидесятой — 0,3 и у восемьдесятой — 0,4 мм на каждые 100 мм хода рамы. При этом рабочая ширина станка должна быть заполнена пилами полностью, независимо от габаритов распиливае-

Таблица 17. Средства контроля и допускаемые отклонения от правильного положения штрупсовых пил

Контролируемые параметры	Средства контроля	Допускаемые отклонения	
		для алмазных пил	для прочих пил
Параллельность оси пилы направлению качания рамы	Часовой индикатор ИЧ на штативе	0,1 мм на 100 мм хода рамы	0,3 мм на 100 мм хода рамы
Горизонтальность рабочей поверхности пилы	Контрольная линейка и часовой индикатор ИЧ	0,02 мм на 100 мм хода рамы	0,02 мм на 100 мм хода рамы
Вертикальность плоскости пилы	Вертикальный уровень	0,1 мм	0,5 мм
Стрела прогиба (при установке пил с эксцентрикситетом)	Капроновая струна, штангенциркуль	3—6 мм в зависимости от длины пилы и эксцентрикситета	—

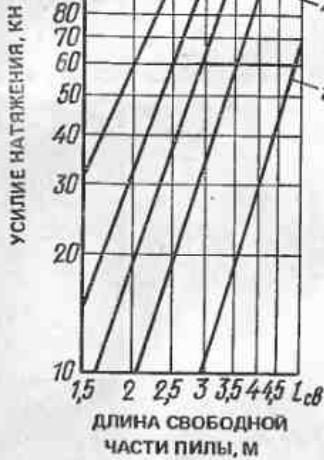
мых ставок, что необходимо для симметричного распределения напряжений в пильной раме.

После завершения набора пил устанавливают вторую пару боковых упоров и плотно зажимают постав винтом или гидроприжимом в зависимости от конструкции станка. Затем производят предварительное натяжение пил постава, проверяют параллельность их установки между собой и осью качания рамы (корректировку параллельности осуществляют с помощью прокладок). В заключение производят окончательное натяжение всех пил постава, пользуясь принятыми на данном станке средствами натяжения. Натяжение пил, контролируемое в большинстве случаев по манометру, должно составлять, кН: при распиловке прочного камня неармированными пилами толщиной 3—4 мм — 40—50, толщиной 5—6 мм — 60—70, при распиловке камня средней прочности и низкопрочного алмазными пилами — 80—90.

Указанные усилия натяжения приведены для штрупсовых пил длиной 3500—4000 мм, наиболее распространенных в промышленности.

Для более точного выбора рациональных усилий натяжения в зависимости от длины пилы, ее конструкции и прочности камня пользуются специальной номограммой (рис. 45).

Рис. 45. Гомограмма для определения усилия натяжения штрапсовой алмазной пилы (высота 160 мм, толщина 3—5 мм, эксцентрикитет линии натяжения 10—20 мм)



1 — $\sigma_{\text{сп}} > 80 \text{ МПа}, t = 50 \text{ мм}; 2 — \sigma_{\text{сп}} > 80 \text{ МПа}, t = 85 \text{ мм} (70, 100); 3 — 40 \text{ МПа} < \sigma_{\text{сп}} < 80 \text{ МПа}, t = 50 \text{ мм}; 4 — 40 \text{ МПа} < \sigma_{\text{сп}} < 80 \text{ МПа}, t = 85 \text{ мм} (70, 100); 5 — \sigma_{\text{сп}} < 40 \text{ МПа}, t = 85 \text{ мм} (70, 100)$

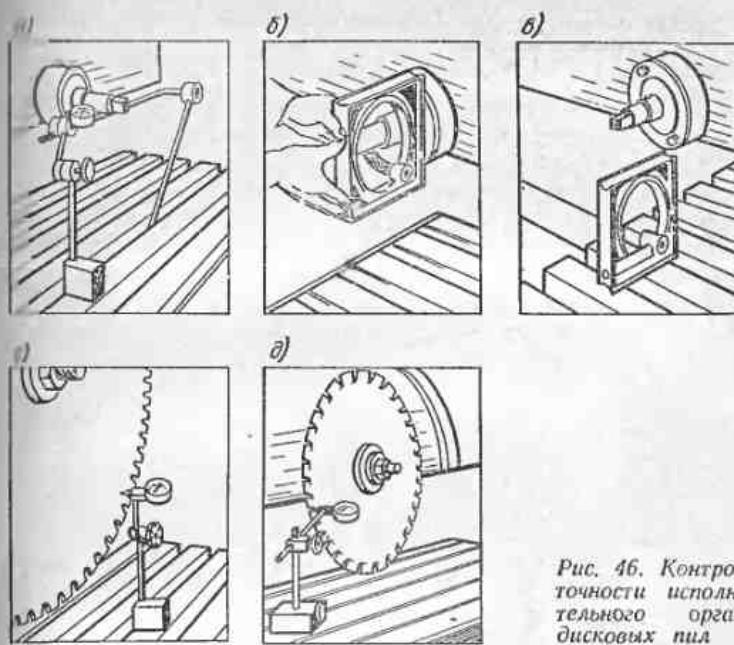


Рис. 46. Контроль точности исполнительного органа дисковых пил

Важный фактор установки и крепления штрапсовых пил (в основном алмазных) — эксцентрикитет линии натяжения. Под эксцентрикитетом в технике штрапсовой распиловки камня подразумевают смещение линии натяжения пилы относительно ее осевой линии.

В процессе работы корпус штрапсовой пилы прогибается кверху под действием усилия подачи, в результате середина нижней кромки пилы оказывается приподнятой относительно ее концов, что вызывает неравномерный износ алмазных элементов и снижает жесткость пилы. Поэтому рекомендуется устанавливать пилы с низким эксцентрикитетом, т. е. смещая линию натяжения пилы от осевой линии на величину, называемую эксцентрикитетом. Таким образом достигается так называемый обратный прогиб пилы, ее жесткость при этом возрастает на 35—40 %, кроме того, компенсируется прогиб от усилия подачи (корпус пилы принимает горизонтальное положение). Рациональные значения абсолютного эксцентрикитета линии натяжения находятся в пределах 15—30 мм. При таких значениях ниж-

шего эксцентрикитета обеспечивается соответствующий нижний прогиб пилы, величина которого обычно контролируется по верхней кромке пилы (в средней ее части) с помощью натянутой капроновой нити и часовому индикатору. Предпочтительно, чтобы стрела прогиба пилы составляла: для пил, работающих при относительно невысоких скоростях рабочей подачи, — 0,1, а для пил, работающих при повышенных скоростях рабочей подачи, — 0,15 % общей длины пилы.

Дисковые пилы крепят на пильном валу распиловочного станка с помощью специальных прижимных фланцев.

До установки пилы на вал тщательно проверяют его биение (рис. 46, а). Для этого на стол станка ставят часовой индикатор ИЧ так, чтобы его рабочий штифт упирался непосредственно в вал (при замере радиальных биений) или в торец базового упора (при замере торцевых биений). Вал станка при этом прокручивают вручную. Максимально допустимые биения вала (радиальные и торцевые) составляют 0,1 мм.

Затем с помощью уровня контролируют горизонтальность вала, вертикальность базового упора (рис. 46, б) и горизонтальность рабочей поверхности стола при его перемещении на всю длину хода (рис. 46, в). Дисковая пила во всех случаях насаживается на посадочный выступ фланца (размер его соответствует диаметру посадочного отверстия пилы), подвижная часть фланца прижимается к противоположной стороне корпуса пилы с помощью гайки. Устанавливать пилу непосредственно на вал станка не рекомендуется.

Дисковую пилу после ее установки необходимо проверить на торцевые и радиальные биения и на параллельность плоскости направлению подачи.

**Допускаемые биения дисковых алмазных пил
(отрезных сегментных кругов) по ГОСТ 16115—78**

Диаметр диско- вой пилы, мм .	800	1000	1100	1250	1400	1600	2000
Допускаемые биения, мм:							
торцевые . . .	0,8	1	1,1	1,25	1,4	1,6	2
радиаль- ные . . .	0,5	0,6	0,66	0,75	0,8	0,9	1

Контроль торцевых биений производится часовым индикатором, устанавливаемым на штативе (рис. 46, г) при прокручивании дисковой пилы вручную. Если значения торцевых биений окажутся выше допускаемых, то положение пилы необходимо отрегулировать с помощью прокладок из фольги.

Радиальные биения также контролируются часовым индикатором, штифт которого упирается в рабочую периферию алмазных сегментов. Пилу медленно прокручивают вручную и фиксируют показания индикатора на каждом сегменте. При этом максимальная разность высот не должна превышать допускаемых радиальных биений, приведенных выше. Проверять радиальные биения пилы можно и с помощью штангенвысотомера, подвижная губка которого последовательно подводится к рабочей периферии каждого алмазного сегмента.

Нужно иметь в виду, что превышение допускаемых значений биений пилы неизбежно ведет к снижению эксплуатационных характеристик станка, повышает энергоемкость и удельный расход алмазов.

Для контроля параллельности плоскости пилы на-

правлению подачи на рабочую поверхность стола устанавливают штатив с часовым индикатором ИЧ, штифт которого упирается в торец корпуса пилы (рис. 46, д). Задавая незначительную скорость рабочей подачи, перемещают стол с индикатором относительно пилы (или наоборот — в зависимости от конструкции станка) и снимают показания индикатора, разница которых является величиной отклонения плоскости пилы от направления подачи. Допускаемое отклонение составляет 0,2 мм на 1 м хода подачи.

При превышении указанного допуска необходимо произвести регулировку направляющих подачи или (в отдельных случаях) пильного вала станка, ось которого должна быть перпендикулярна направлению подачи. Невыполнение этого требования приводит к снижению эффективности работы дискового станка: возрастают энергоемкость распиловки, появляется асимметричный износ алмазных элементов, расширяется пропил, который приобретает неодинаковую толщину, сужаясь книзу, что приводит к браку продукции (клиновидности плит-заготовок).

На вал многодискового одновального станка пилы устанавливают так же, как и на вал однодискового станка с той лишь разницей, что между пилами ставятся проставки. Процесс установки пил протекает в такой последовательности: на вал надеваются опорные втулки, далее насаживают крайнюю пилу вместе с базовым фланцем, а затем — остальные пилы с фланцами-проставками; в заключение надевают прижимные втулки и производят затяжку комплекта пил с помощью гайки и контргайки.

Дисковые пилы диаметром до 800 мм включительно фиксируются на валу станка силой трения, создаваемой во фланцах-проставках и корпусах пил завинчиванием прижимной гайки, а пилы диаметром свыше 800 мм — с помощью шпонки, штифтов и гаек.

При установке пил на валу многодискового станка нужно следить, чтобы после их фиксации межсегментные пазы соседних пил не совпадали между собой для предотвращения резонансных колебаний исполнительного органа.

К установке пил на дисковых многовалочных станках предъявляются дополнительные требования, связанные с необходимостью расположения соответствую-

Глава 8. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

§ 27. Основные понятия о технологическом процессе распиловки

Распиловка — начальный основной процесс обработки камня резанием, состоящий в переработке блоков или брусков-заготовок преимущественно на пильные плиты, а также на другие виды заготовок (полуфабрикатов).

Распиловка как начальный процесс в значительной мере предопределяет производственные возможности каждого камнеобрабатывающего предприятия, о мощности которого обычно судят по количеству распиловочных станков.

Наряду с этим распиловка существенно влияет на эффективность всего технологического процесса камнеобрабатывающего производства в связи с тем, что на долю ее приходится до 30—40 % общих трудозатрат, а качество распила ограждается на производительности шлифовки и пооперационном выходе продукции.

Распиловка по сравнению с последующими процессами сопровождается наибольшим количеством отходов (до 45 %), сокращение которых является важным резервом дальнейшего повышения эффективности производства и снижения материоемкости продукции.

В промышленности по добыче и обработке облицовочных материалов из природного камня под термином «распиловка» подразумевают два различных понятия: 1) комплексный производственный процесс, состоящий из ряда взаимосвязанных основных и вспомогательных технологических процессов и операций по переработке блоков (заготовок) на пильные плиты и другие виды заготовок; 2) отдельный технологический процесс — направление разрушение камня путем воздействия на него режущего инструмента (пилы).

В комплексном производственном процессе могут быть выделены следующие основные операции: комплектация ставки (или установка блока в рабочее пространство станка); подготовка станка к работе; собственно распиловка; разборка распиленной ставки или

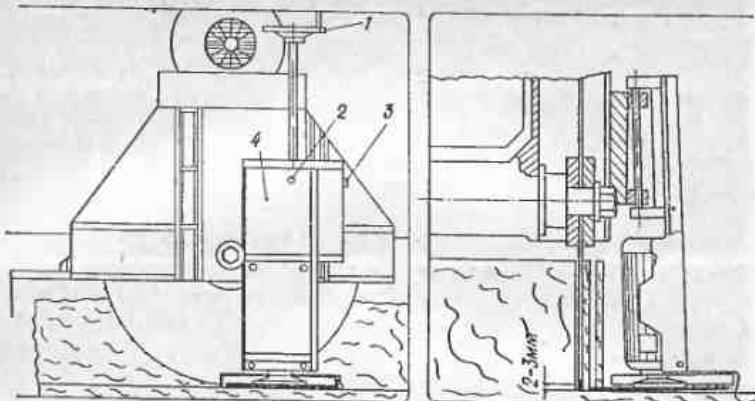


Рис. 47. Схема установки горизонтальной (подрезной) пилы дискового ортогонального станка

1 — ручной маховик вертикального перемещения пилы; 2 — регулировочный винт; 3 — фиксатор; 4 — корпус рабочей головки с пилой

щих пил, монтируемых на разных валах, строго в одной плоскости. Несоблюдение этих требований приводит к образованию на поверхности пропила так называемых ступенек. Для упрощения контроля и регулировки пил, устанавливаемых на многовалочных станках, иногда пользуются системой капроновых нитей, которые натягивают в плоскостях установки пил перпендикулярно пильным валам станка.

Свои особенности имеет регулировка горизонтальной (подрезной) пилы дисковых ортогональных станков (рис. 47), осуществляемая посредством ручного маховика и регулировочного винта. Пилу устанавливают с незначительным наклоном к горизонтальной плоскости в такое положение, при котором поверхность ее рабочих элементов находится на 2—3 мм ниже нижней точки вертикальной пилы, причем обеспечивается полная отрезка ближайшей плиты и надрезка на 2—3 мм следующей плиты.

блока (снятие пиленных плит со станочной тележки или с рабочего стола станка).

Комплектация ставки — подбор и установка с соответствующим креплением одного или нескольких блоков на станочной тележке.

Комплектации ставки в ряде случаев предшествует пассировка блоков, которую применяют для придания блоку формы, близкой к прямоугольному параллелепипеду, для получения опорной (постельной) плоскости или для уменьшения размеров блоков, суммарно превышающих рабочие габариты станка. Пассировку обычно выполняют буроклиновым способом, при котором блок бурится перфораторами, а затем раскалывается при помощи составных клиньев и кувалды или гидроклиновой установки, а также НРС. Для выравнивания граней блока при пассировке обычно используют рубильные пневмомолотки и реже термоотбойники.

Следует отметить, что комплектация ставки — операция характерная, как правило, только для многоштруссовых распиловочных станков. В большинстве случаев она выполняется одновременно с собственно распиловкой (на резервной станочной тележке) и поэтому не влияет на общее время рабочего цикла, а следовательно, и на производительность станка. В то же время качество выполнения этой операции (правильность подбора блоков, надежность их крепления и т. д.) значительно влияет на эффективность всего процесса штруссовой распиловки.

Распиловка камня на других видах оборудования, в частности на дисковых станках, обычно производится поштучно, поэтому вместо комплектации ставок в этих случаях требуется установка блока (брюска-заготовки) на станок. Поскольку выполнение этой операции связано с обязательной остановкой станка, время затрачиваемое на нее, включается в общее время рабочего цикла, что снижает производительность станка. Исключение составляют дисковые распиловочные станки с конвейерной подачей, у которых установка заготовок на конвейер производится одновременно с распиловкой предшествующей заготовки.

Подготовка станка к работе — операция, входящая в состав комплексного процесса распиловки при использовании оборудования с длительным по времени рабочим циклом, например штруссовых станков. При

работе на станках с кратковременным рабочим циклом, например у многодисковых, данная операция выполняется 1 раз в начале смены и в рабочих циклах отсутствует. Подготовка станка к работе должна обеспечить полную готовность оборудования к проведению собственно распиловки. Эта операция состоит из нескольких технологических переходов: установка (переустановка) рабочего инструмента (при необходимости), чистка рабочего и околостаночного пространства, проверка готовности станка к работе (предварительная и окончательная) и т. д.

Наиболее существенная составляющая комплексного производственного процесса распиловки камня — собственно распиловка, на которую затрачивается до 75—85 % общего времени цикла. Иногда для более удобного анализа собственно распиловку расчленяют на три стадии-операции (запиливание, собственно распиловку и допиливание), характеризующиеся технологическими особенностями и прежде всего своими значениями режимных параметров.

Комплексный процесс завершается обычно *операцией разборки ставок* (для штруссовых станков) или *снятием пиленных плит со станка* (для других видов оборудования). В большинстве случаев этой операции предшествует остановка станка, за исключением оборудования с непрерывной подачей заготовок, где съем пиленных плит осуществляют непосредственно с движущегося конвейера. В заключение технологического процесса производят уборку околостаночного и рабочего пространства.

Процесс распиловки, как и любой другой технологический процесс, задается и контролируется соответствующей *технологической документацией*. Общие требования к ее содержанию регламентированы действующей в СССР Единой системой технологической документации, а более конкретные требования (для продукции предприятий Минстройматериалов СССР) — методическими указаниями МУ 21—153—85. Технологическая документация подразделяется на гипсовую, разрабатываемую базовыми организациями, и на документацию предприятий, разрабатываемую отдельными предприятиями на основе типовой.

Технологическая документация содержит следующие основные виды документов: технологический регламент,

карту технологического процесса, технологическую инструкцию, карту контроля технологического процесса и приложения.

Технологический регламент включает общую характеристику производства, номенклатуру выпускаемой продукции, схему производства, требования к основному технологическому оборудованию, характеристику исходного сырья, должностные обязанности и требования к квалификации лиц, обслуживающих технологический процесс.

Карта технологического процесса содержит описание последовательного процесса изготовления изделия, характеристику основного технологического оборудования, установленный режим и параметры работы, перечень используемой технологической оснастки и измерительного инструмента.

В технологической инструкции дан перечень операций, элементов операций и переходов с изложением правил ведения процесса и обслуживания основного технологического оборудования. В этот документ входят также перечень основных нарушений технологического процесса с их причинами и способами устранения и, кроме того, наименование профессий лиц, обслуживающих технологический процесс.

Карта контроля технологического процесса включает входной контроль исходного сырья, производственный контроль полуфабрикатов в порядке ведения технологического процесса, методы и средства контроля, предельные значения контролируемых параметров, средства измерения, перечень должностных лиц, осуществляющих контроль.

В состав приложений к технологической документации обычно входят требования по безопасности труда, правила аварийной остановки основного технологического оборудования, правила приема-сдачи смены, методики измерения контролируемых параметров (если они не разработаны в нормативных документах), а также перечень нормативных документов, использованных при составлении комплекта технологической документации.

§ 28. Режимные параметры процесса распиловки

Основные режимные параметры, определяющие процесс собственно распиловки, — скорость резания (окружная или линейная), скорость рабочей подачи, глубина резания, длина пропила, давление резания (подачи), расход охлаждающей жидкости или абразивной пульпы.

Скорость резания V_p , м/с, — скорость перемещения рабочих элементов пилы в направлении резания, необходимом для снятия стружки (см. § 31). При возвратно-поступательном движении инструмента (штраповые пилы) скорость резания непостоянна и изменяется от нуля (на крайних точках хода) до максимальных значений. На практике пользуются средним значением скорости резания, определяемым по формуле

$$V_p = 2nI_x/60, \quad (3.1)$$

где n — частота качания пильной рамы, двойной ход, мин; I_x — длина хода, м.

При поступательном движении инструмента (канатные, ленточные, баровые пилы) скорость резания постоянна:

$$V_p = L_p/T, \quad (3.2)$$

где L_p — путь, проходимый каждым рабочим элементом при срезании стружки, м; T — время прохождения рабочим элементом пути L_p , с.

При вращательном движении инструмента (дисковые и кольцевые пилы) скорость резания постоянна,

$$V_p = \pi Dn/60, \quad (3.3)$$

где D — наружный диаметр инструмента, м; n — частота вращения инструмента, об/мин.

Скорость рабочей подачи V_n , мм/мин или м/с, — скорость перемещения инструмента относительно камня (или наоборот) в направлении подачи, обеспечивающем внедрение режущих элементов в камень с последовательным срезанием стружек.

Независимо от конструктивного вида инструмента скорость рабочей подачи

$$V_n = L_n/T, \quad (3.4)$$

где L_n — путь, проходимый инструментом в направлении подачи, мм; T — время прохождения инструментом пути L_n , мин.

Скорость рабочей подачи всегда значительно меньше скорости резания (обычно в тысячи раз).

Глубина резания H , мм, — линейный параметр соответствующий высоте (толщине) заготовки (или ее части), распиливаемой за один проход инструмента. Глубина резания вместе со скоростью рабочей подачи влияет на технологическую производительность станка.

Длина пропила $L_{\text{пр}}$, м, — линейный параметр, представляющий собой сумму длии контактов инструмента с камнем. Этот показатель особенно важен при работе на многоштрупсовых станках, где он так же, как и глубина резания для дисковых станков, предопределяет вместе со скоростью рабочей подачи технологическую производительность станка.

Давление резания (подачи) p , Па, — удельная нагрузка, передаваемая в процессе пиления режущим инструментом за забой и обеспечивающая движение подачи. Данный параметр существенно влияет на производительность распиловки, так как функционально связан со скоростью рабочей подачи.

Расход охлаждающей жидкости $g_{\text{ж}}$, м³/ч или л/мин, — количество жидкости, подаваемой на рабочий инструмент в единицу времени. Этот показатель оказывает влияние на износостойкость инструмента и энергоемкость процесса распиловки.

Расход абразивной пульпы (для условий распиловки неармированными пилами) $q_{\text{п}}$, м³/ч, — количество абразивной пульпы, подаваемой в пропилы под работающий инструмент. От этого параметра зависят производительность и качество распиловки. Наряду с количеством подаваемой абразивной пульпы значительную роль играет и ее качество, в частности состав.

§ 29. Общие понятия об оптимизации процесса распиловки

При решении задач интенсификации камнеобрабатывающего производства, повышения его эффективности путем выявления и использования производственных резервов большое значение приобретает оптимизация технологических процессов, базирующаяся на применении математических методов и вычислительной техники.

Оптимизация заключается в определении и обеспечении наибольшей эффективности технологических процессов в рамках имеющихся возможностей и заданных условий. Оптимизация достигается посредством наход-

дения и реализации оптимальных решений в проектировании предприятий, технологии и оборудования, а также планировании, организации и управлении производством. Методы оптимизации определяют порядок поиска оптимальных решений, а иногда также принципы и структуру технических средств.

Для количественной оценки эффективности оптимизации пользуются конкретным показателем — критерием оптимальности. При оптимизации технологического процесса необходимо стремиться к такому оптимальному решению, при котором выбор значений режимных параметров из множества допустимых обеспечивал бы максимальное (или минимальное) значение критерия оптимальности.

Таким образом, с одной стороны, оптимальное решение или вариант является одним из допустимых (возможных), а с другой — обеспечивает максимум или минимум критерия оптимальности в зависимости от его смысла.

Например, процесс распиловки бруска-заготовки на плиты можно организовать на различном оборудовании, причем на каждом виде оборудования можно получить те или иные допустимые технологические параметры. В качестве оптимальности в данном случае можно принять суммарные затраты на производство 1 м² пиленых плит. Очевидно, что выбор вида распиловочного оборудования с допустимой производительностью и определенного сочетания режимных параметров, при которых обеспечиваются минимальные затраты на 1 м² получаемых плит, и будет оптимальным решением. Эту задачу можно также решать, приняв в качестве критерия оптимальности производительность распиловки или прибыль. В этом случае критерий оптимальности максимизируется.

Поиск оптимального решения обычно осуществляется путем применения математического моделирования с привлечением математических методов и средств вычислительной техники, включая программирование (линейное, нелинейное, динамическое), теорию игр и статистических решений, теорию массового обслуживания.

Иногда при решении конкретных практических задач камнеобрабатывающего производства осуществляют простейшую оптимизацию, при которой устанавливают оптимальные значения одного-двух главнейших режим-

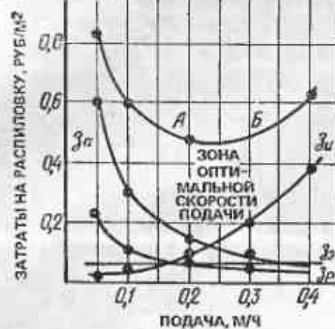


Рис. 48. Влияние скорости рабочей подачи на составляющие себестоимости распиловки

ных параметров, допуская при этом, что остальные условия процесса неизменны.

Рассмотрим один из методов простейшей (упрощенной) оптимизации на примере алмазно-штипсовой распиловки. В качестве критерия оптимальности в этом случае могут быть приняты суммарные затраты на получение 1 м² пиленых плит Σ_3 , включающие затраты на инструмент Z_n , электроэнергию Z_p , рабочую силу Z_r и амортизацию Z_a . Очевидно, что оптимальный режим распиловки должен соответствовать минимальному уровню суммарных затрат на распиловку при обеспечении максимально возможного уровня производительности и требуемого качества поверхности распила.

Поскольку при штипсовой распиловке скорость резания V_p не регулируется, основным переменным параметром, определяющим режим распиловки, является скорость рабочей подачи V_n . Для установления оптимальных значений этого параметра необходимо знать характер его влияния на каждую из составляющих суммарных затрат (в математическом или графическом виде), определяемый опытным путем в результате статистической обработки данных, полученных в производственных условиях. При графическом методе оптимизации строят кривые зависимостей затрат от V_n и, сложив их графически, получают суммарную кривую зависимости Σ_3 от V_n , минимум которой и будет соответствовать оптимальной скорости подачи.

На рис. 48 приведен такой график, построенный для случая алмазно-штипсовой распиловки кеолгинского мрамора. График показывает, что рост скорости рабочей

подачи V_n обусловливает рост одних составляющих затрат Z_n и снижение других (Z_p, Z_a), в то время как некоторые составляющие (Z_r) практически не изменяются. В результате кривая суммарных затрат имеет минимум в диапазоне скоростей подачи 0,2—0,3 м/ч, который и может быть принят как оптимальный, поскольку он соответствует минимуму Σ_3 .

Дальнейшее повышение скорости подачи резко повышает суммарные затраты, главным образом, в связи с ростом затрат на алмазный инструмент. Граница оптимальных скоростей подачи является до некоторой степени условной. Она наиболее четкая в направлении снижения V_n , поскольку не имеет смысла уменьшать производительность станка при одновременном повышении затрат на распиловку (от точки А влево). Вместе с тем иногда может быть оправдано увеличение скорости рабочей подачи (вправо от точки Б) при некотором росте затрат Σ_3 .

Помимо описанного графического метода простейшей оптимизации режимных параметров распиловки для этих же целей могут использоваться и упрощенные экономико-математические методы с применением, например, дифференциального исчисления.

Упрощенные методы оптимизации приемлемы, однако, только для приближенной оценки оптимальных условий распиловки и не учитывают многих факторов, сопутствующих данному процессу и оказывающих на него определенное влияние.

В этой связи любой производственный процесс, в том числе и распиловка, может быть условно представлен в виде блока (так называемого черного ящика) — системы, у которой известны входные и выходные величины, но не известно внутреннее устройство (рис. 49).

Входные факторы можно подразделить на следующие группы: 1) управляющие факторы x_1, x_2, \dots, x_n (на них можно оказывать воздействие, изменять их значения в допустимых пределах и посредством их управлять процессом); 2) неуправляющие измеряемые факторы u_1, u_2, \dots, u_k (на эти факторы воздействовать нельзя, они стабильны и могут быть измерены); 3) возмущающие факторы z_1, z_2, \dots, z_l (воздействуют на процесс случайным образом, некоторые из них недоступны для измерения).

Очевидно, что при различных постановках задачи оп-

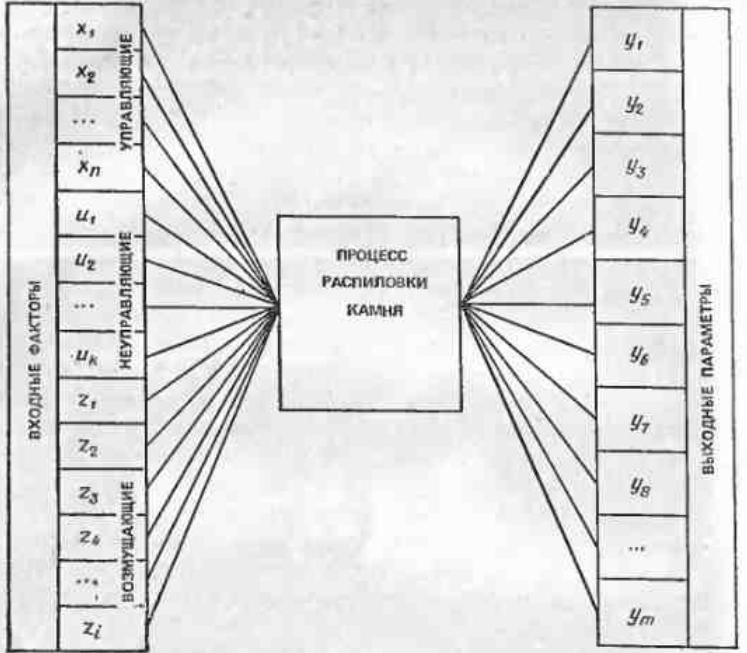


Рис. 49. Входные факторы и выходные параметры процесса распиловки

тимизации неуправляющие факторы могут переходить в группу управляющих и наоборот.

Выходные параметры y_1, y_2, \dots, y_t характеризуют состояние процесса, которое возникает в результате суммарного воздействия входных факторов.

Например, для процесса алмазно-дисковой распиловки можно выделить следующие входные факторы: управляющие — x_1 — скорость рабочей подачи, x_2 — скорость резания, x_3 — расход охлаждающей жидкости и т. д.; неуправляющие измеряемые — u_1 — количество алмазных дисковых пил на валу станка; u_2 — ширина (толщина) режущей части дисковых пил; u_3 — мощность главного электропривода и т. д.; возмущающие — z_1 — отклонение пропила от заданной линии резания, z_2 — разнотолщинность плит, z_3 — затупление рабочей поверхности алмазных элементов пил и т. д.

В качестве выходных параметров можно выбрать следующие величины: y_1 — производительность распиловочного станка, y_2 — затраты на производство 1 m^2 пилевых плит, y_3 — потребляемую мощность и т. д.

При оптимизации необходимо из множества допустимых

найти такие значения управляющих переменных факторов, при которых принятый критерий оптимальности достигает минимального (или максимального) значения.

Решению задачи оптимизации предшествует разработка математического описания процесса, т. е. установление в математической форме количественных взаимосвязей выходных параметров с входными факторами. Эти взаимосвязи могут быть установлены аналитическим или экспериментально-статистическим путем.

Из уравнений выходных параметров одно выбирается в качестве целевой функции, которая в математической форме отражает принятый критерий оптимальности. Остальные уравнения математического описания принимают вид ограничений на выходные параметры в форме равенств или неравенств. Эти ограничения обеспечивают выполнение условий, наложенных на процесс и связанных с возможностями оборудования, экономическими показателями, требованиями к качеству распила и др. Помимо указанных ограничений на управляющие переменные накладываются дополнительные ограничения в виде двухсторонних неравенств, которые не позволяют этим управляющим переменным в процессе моделирования выходить за реально допустимые пределы.

Целевая функция с системой перечисленных ограничений по существу представляет собой математическую модель процесса распиловки, которая с помощью определенного моделирующего алгоритма позволяет прогнозировать протекание процесса при изменении управляющих факторов, а также находить оптимальное решение задачи (т. е. такое сочетание управляющих переменных x , при котором целевая функция принимает минимальное или максимальное значение, при этом удовлетворяются все ограничения).

Как правило, математическая модель оптимизации реализуется на ЭВМ и только в очень простых случаях расчеты выполняются вручную. При отсутствии ЭВМ на предприятии (организации) может быть сделан заказ на машинное решение задачи в вычислительный центр другого предприятия или ведомства.

§ 30. Технологическая оснастка

Под технологической оснасткой камнераспиловочного оборудования подразумевается комплекс механизмов и приспособлений, служащих для установки и фиксации рабочего инструмента на станке, крепления распиливаемых блоков и заготовок и т. д.

Рассмотрим технологическую оснастку двух наиболее распространенных групп распиловочных станков: штрапсовых и дисковых.

Оснастка штрапсовых распиловочных станков. Существующие механизмы и приспособления для натяжения пил в зависимости от положенного в основу принципа работы могут быть классифицированы на четыре основные группы: механические, гидравлические, пневматические и комбинированные. Характер средств натяжения оказывает значительное влияние на эффективность эксплуатации штрапсовых пил.

Механические средства натяжения подразделяются на клиновые, винтовые, эксцентриковые.

Клиновые средства натяжения (рис. 50, а) представлены тягами в виде вилки или хомута, клином, подклином и вкладышем. Клин 1 забивается в пространство между торцами поперечины пильной рамы, сторонами передней тяги 2 и подклином 4. Передняя и задняя тяги аналогичны друг другу, но задняя тяга вместо клина оснащена закладными элементами в виде Г- или Т-образной пластины, укрепленной на тяге посредством шарнира.

Угол заострения клина выбирается в зависимости от конструкции пил и, в частности, от их толщины: при толщине пил 4—6 мм его следует принимать в пределах 5—7°. Для тяг обычно используют стальную полосу сечением 50×10 или 50×8 мм. Длина тяг l_t устанавливается исходя из ширины поперечины пильной рамы B_p :

$$l_t = B_p + l_b + l_n. \quad (3.5)$$

где l_b — размер части тяги внутри пильной рамы, $l_b=115\ldots120$ мм; l_n — размер части тяги сварки пильной рамы; l_n примерно равен ширине клина в его средней части, т. е. 50 мм.

Необходимо помнить, что у одношатунных штрапсовых станков несколько задних тяг, расположаемых непосредственно под узлом крепления шатуна к раме, имеют меньшую длину, чем все остальные тяги. Длина таких тяг зависит от конструкции узла крепления шатуна

и формы задней поперечины рамы, для большинства станков она на 50 мм меньше длины остальных тяг.

Тяги к штрапсовым пилам крепят с помощью вставного пальца 3. Клиновые средства натяжения благодаря конструктивной простоте и невысокой стоимости весьма широко применяют в промышленности, главным образом, при распиловке гранита штрапсовыми неармированными пилами, характеризующейся интенсивным износом инструмента по высоте (станки СМР-043, СМР-043А, 1925, Супер-Бра и др.). К недостаткам этих средств относятся высокая трудоемкость операции натяжения (каждая пила натягивается забивкой клина кувалдой), а также отсутствие эффективных методов контроля за натяжением пил.

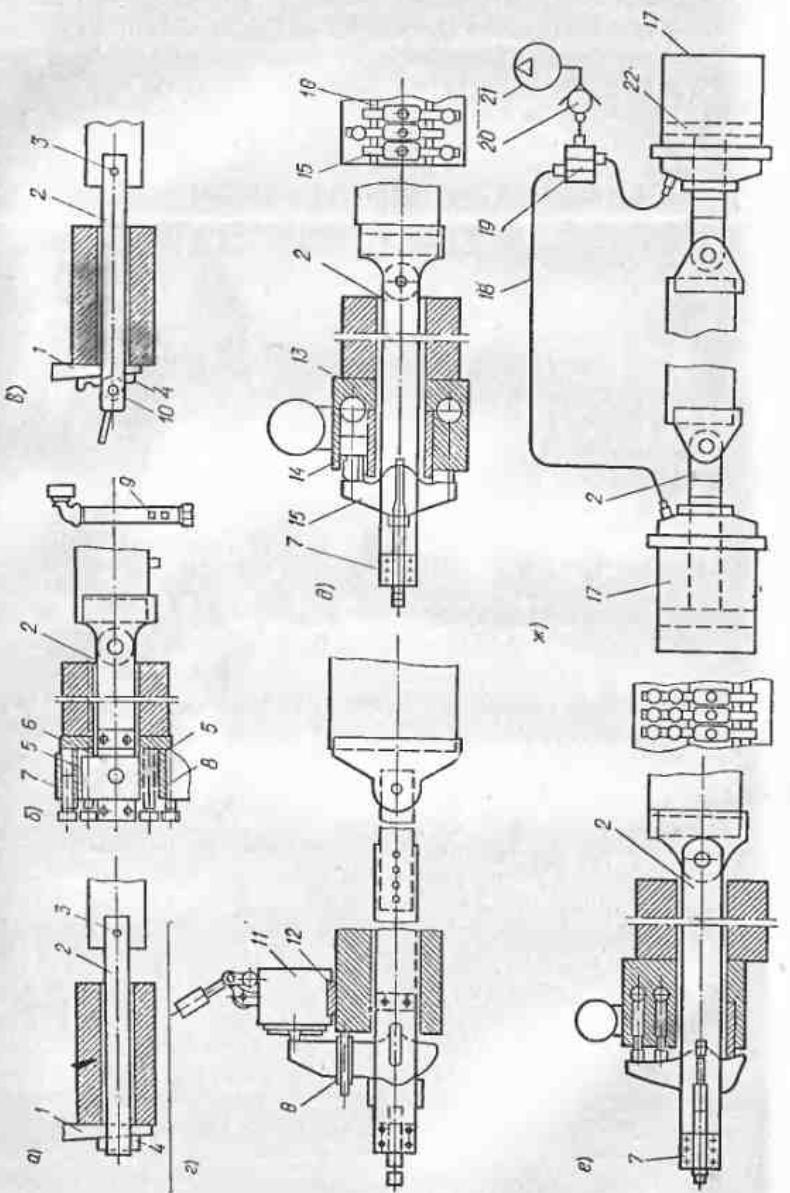
Винтовые средства натяжения (рис. 50, б) достаточно широко используются на штрапсовых станках с алмазными пилами (отдельные исполнения станков ДМ-75, ДМС-500 и др.). В этом случае пильная оснастка состоит из передней 2 и задней тяг с крепежными элементами, верхней 5 и нижней упорных планок, вкладыша 6 передней тяги, шарнирно с ней соединенного, винтов предварительного 7 и окончательного 8 натяжения, а также закладного элемента задней тяги. Часто передние тяги с винтами располагают на поперечной балке пильной рамы в шахматном порядке, за счет чего достигается предельное сокращение шага между штрапсовыми пилами.

Соединение концов пил с тягами производится посредством промежуточных крепежных элементов, имеющих шарнирное соединение с тягами (концы пилы с крепежным элементом обычно соединяются «ласточкиным хвостом»).

Натяжение пил осуществляется завинчиванием винтов. Иногда для этой цели используют динамометрический ключ-трещотку 9, снабженный индикатором усилий натяжения. Сначала у всех передних тяг завинчивают верхние винты предварительного натяжения, после чего, завинчивая нижние винты, доводят натяжение пил до заданной величины, контролируя его по указателю динамометрического ключа.

К преимуществам винтовых средств следует отнести меньшую по сравнению с клиновыми средствами трудоемкость операции натяжения, а также возможность обеспечить заданное натяжение пил.

Эксцентриковые средства натяжения (рис. 50, в) пред-



ставлены тягами, причем натяжные элементы, размещенные в передней тяге, выполнены в виде эксцентрика 10 с рычагом (подклиноч 4 имеет трехпозиционную конструкцию). Это средство натяжения пил не получило распространения на камнераспиловочном оборудовании из-за невысокой надежности натяжной оснастки, а также трудоемкости операции натяжения.

Гидравлические средства натяжения (рис. 50, д, е), широко распространенные в промышленности главным образом при эксплуатации штруссовых алмазных пил (станки СМР-032, СМР-069, Диага, СВГ и др.), выполняются обычно в виде гидронатяжных механизмов (аппаратов) и характеризуются большим конструктивным разнообразием.

Данный метод натяжения относится к числу наиболее эффективных, поскольку обеспечивает равномерное и точно заданное натяжение всех пил постава, дает возможность осуществлять точный контроль за натяжением и позволяет автоматически частично компенсировать падение натяжения пил из-за их удлинения в процессе работы. Недостатки гидравлических средств натяжения — конструктивная сложность, высокая стоимость гидронатяжного механизма и необходимость тщательного ухода за ним.

В зависимости от конструкции генератора давления различают гидромеханизмы с силовым цилиндром и винтовым штоком и гидромеханизмы с насосом. В первом случае необходимое давление в гидросистеме создается перемещением поршня за счет завинчивания штока силового цилиндра при помощи ручного ключа-трещотки. Во втором случае для перемещения поршня генератора давления пользуются ручным насосом. Наибольшее распространение получили гидронатяжные механизмы с генератором давления второго типа, наиболее удобные в эксплуатации.

Рис. 50. Средства натяжения штруссовых пил

а — клиновые; б — винтовые; в — эксцентриковые; г — комбинированные (гидровинтовые); д, е — гидравлические; ж — пневматические; 1 — клин; 2 — передняя тяга; 3 — палец; 4 — подклиноч; 5 — упорные планки; 6 — вкладыш передней тяги; 7 — винт предварительного натяжения; 8 — винт окончательного натяжения; 9 — динамометрический ключ-трещотка; 10 — эксцентрик; 11 — съемный гидродомкрат; 12 — направляющая; 13 — натяжной блок; 14 — поршини-толкатели; 15 — коромысло; 16 — опорная планка; 17 — гидроцилиндры; 18 — пневмопровод; 19 — золотник; 20 — шариковый клапан; 21 — компрессор; 22 — поршень

По характеру воздействия натяжных элементов на тяги штрипсовых пил выделяют механизмы с натяжными элементами прямого действия и с натяжными элементами, действующими на тяги через рычаги. В первом случае каждая тяга штрипсовой пилы имеет коромысло, симметрично опирающееся своими плечами (сверху и снизу) на поршни-толкатели. При такой конструкции обеспечивается полное использование полезного хода поршня (обычно 12—16 мм). Во втором случае коромысло каждой тяги соприкасается с поршнями-толкателями только одним плечом, в то время как другое плечо (короткое) опирается на специальную планку. Это обеспечивает выигрыш в силе, позволяя снизить давление в гидросистеме, однако приводит в то же время к потере полезного хода поршней-толкателей. Второй тип наиболее распространен благодаря более простому конструктивному исполнению. Иногда для обеспечения неизменного шага пила постава применяют конструкции гидронатяжных механизмов с шахматным размещением натяжных элементов (рис. 50, д)¹.

В качестве рабочих жидкостей в гидронатяжных механизмах используют импортные масла марки «Коллаг-15», «Молликотэ» или отечественное марки МГП-80. Основу рабочей жидкости МГП-80 составляет минеральное масло с уплотнительными и поверхностно-активными добавками, обеспечивающими образование коллоидной системы с пониженной склонностью к утечкам в системах высокого давления.

В качестве рабочей жидкости гидронатяжных механизмов может использоваться и технический рыбий жир с присадкой диспергированного графита (10 %).

Пневматические средства натяжения применяют исключительно в одноштрипсовых станках (моноламах). Данный вид натяжения (рис. 50, ж) представлен парой пневмоцилиндров, штоки которых шарнирно связаны соответственно с передней и задней тягами штрипсовой пилы. Штоковые полости пневмоцилиндров сообщаются между собой посредством трубопровода, который через распределительный золотник подключен к ресиверу компрессора, служащего в этом случае генератором давления. Давление сжатого воздуха в пневмосистеме, воздей-

ствующего на поршни цилиндров, обуславливает натяжение пилы с заданным усилием.

Возвратно-поступательное движение пилы под действием кривошильно-шатунного механизма вызывает соответствующие перемещения поршней со штоками, в результате часть сжатого воздуха по трубопроводу попутно перекачивается из одного пневмоцилиндра в другой. При этом давление в пневмосистеме, а следовательно, и натяжение пилы поддерживаются постоянными. Такая конструкция систем натяжения штрипсовых пил позволяет создавать безрамные распиловочные станки, наиболее простые в конструктивном отношении.

Помимо функции натяжения пневмоцилиндры играют также роль аккумуляторов энергии и амортизаторов, способствуя гашению инерционных сил. К преимуществам пневматических средств натяжения относятся сравнительная простота эксплуатации, а также возможность смягчения ударов при входе пилы в камень за счет демпфирующих свойств сжатого воздуха. В то же время, учитывая относительно невысокое давление в пневмосистемах, натяжные механизмы должны иметь цилиндры с поршнями больших диаметров, что исключает их использование в конструкциях многоштрипсовых станков.

Комбинированные средства натяжения представляют собой сочетание двух механических средств или механического средства натяжения с гидравлическим.

Наиболее распространены устройства второго вида (рис. 50, г). Конструкция тяг при этом аналогична тягам, используемым при винтовом натяжении пил. Натяжение пил производят поштучно с помощью съемного гидродомкрата 11, который может перемещаться вдоль поперечной балки пильной рамы по специальному направляющей. Сначала каждая пила гидродомкратом оттягивается до заданной величины, контролируемой по манометру, затем образовавшийся в передней тяге люфт выбирается винтом до упора в планку.

Средства фиксации пил на заданный шаг выполняют двойную функцию: обеспечение точности установки пил на заданный шаг и приданье им повышенной устойчивости в процессе работы путем бокового защемления концов пил.

В комплект средств фиксации штрипсовых пил (рис. 51) входят наборы передних и задних проставок; передний и задний стержни для крепления проставок; две пары

¹ Конструкции гидронатяжных механизмов рассмотрены подробно в учебнике «Оборудование для распиловки камня» [13].

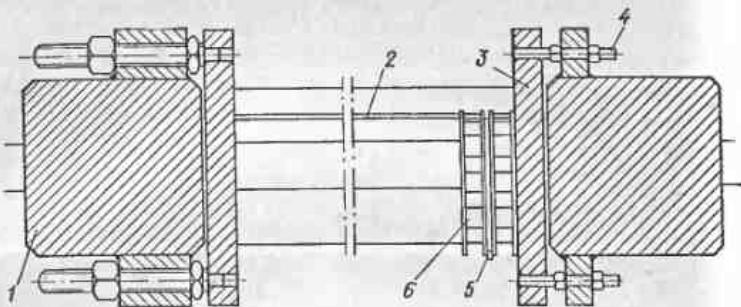


Рис. 51. Схема фиксации штрапсовых пил

1 — продольная балка пильной рамы; 2 — стержень; 3 — боковые упоры; 4 — регулировочные винты; 5 — штрапсовые пилы; 6 — пропставки

(передняя и задняя) боковых защемляющих упоров винтового, реже гидравлического исполнения.

При использовании в системах фиксации гидравлических защемляющих упоров они подключаются к общей системе гидронатяжного механизма через предохранительно-распределительный блок.

Толщина пропставок $b_{\text{пр}}$, мм, должна соответствовать требуемой толщине выпиливаемых плит-заготовок $b_{\text{пл}}$ с учетом технологических припусков

$$b_{\text{пр}} = b_{\text{пл}} + 2\Delta b + \Delta_{\text{п}}, \quad (3.6)$$

где Δb — боковой вылет алмазных элементов относительно корпуса пилы (для алмазных пил), мм; $\Delta_{\text{п}}$ — дополнительные потери на пропил из-за торцевых биений пил, абразивного истирания стенок пропила и т. д., мм. Для алмазной распиловки $\Delta b = 0,5$, для абразивной $\Delta b = 2,2d$ (где d — диаметр основной фракции дроби, мм).

При определении толщины пропставок для абразивной распиловки выражение $2\Delta b$ из приведенной формулы исключается. Допускаемые отклонения на толщину пропставок $\pm 0,05$ мм.

Высоту пропставок обычно принимают равной высоте штрапсовых пил, а длину — в пределах 20—120 мм.

Рекомендуемый материал пропставок — легкие металлы или сплавы. Опыт Московского камнеобрабатывающего комбината свидетельствует о целесообразности применения пропставок из литого полиуретана, отличающихся повышенной износостойкостью. Особые требования предъявляются к качеству поверхности торцов пропста-

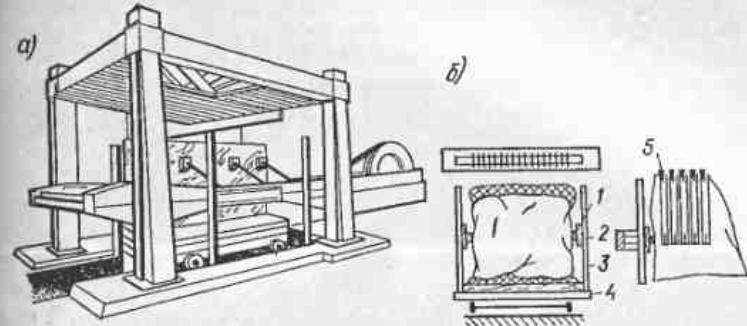


Рис. 52. Способы крепления распиливаемых ставок и блоков

а — боковыми упорами-держателями; б — боковыми упорами и клиньями; 1 — деревянные брусья; 2 — поперечины; 3 — стойки; 4 — дно станочной тележки; 5 — деревянные клинья в проушинах

вок, контактирующих с корпусами пил — шероховатость этой поверхности должна быть не ниже 6 класса по ГОСТ 2789—73.

На камнеобрабатывающих предприятиях еще применяют пропставки из дерева (главным образом при распиловке гранита неармированными пилами). Однако несмотря на невысокую стоимость, такие пропставки не обеспечивают требуемой точности распиловки из-за недостаточной чистоты контактных поверхностей, а также быстрой потери размеров в связи с набуханием древесины при увлажнении.

Средства крепления распиливаемых блоков и плит. Надежность крепления распиливаемых ставок в значительной мере влияет на производительность станка, качество распила, выход пиленных плит, а следовательно, и на эффективность процесса распиловки.

На многих камнеобрабатывающих предприятиях крепление ставок к станочным тележкам осуществляют без использования специальных средств технологической оснастки (замоноличивание постели блока, расклинивание блока деревянными брусьями и др.). В то же время некоторые виды распилового оборудования предусматривают применение для этой цели различных приспособлений в виде перекидных струбцин с винтовыми поджимами, боковых упоров-держателей (рис. 52) и др.

Большое значение имеет надежная фиксация плит,

выпиливаемых из блока (особенно при допиливании с гравки). Практика показывает, что плиты-заготовки при отсутствии крепления в их верхней части подвергаются значительной вибрации, приводящей к поломкам плит, снижению их количества при распиловке блока, ухудшению качества распила.

На некоторых предприятиях для крепления плит используют закладные элементы в виде деревянных клиньев, вставленных в пропилы в заключительной стадии распиловки (см. рис. 52), боковые грани блока при этом поджимаются деревянными брусьями. ВНИПИИстромсыре разработана специализированная оснастка для фиксации блоков и плит, обеспечивающая распиловку без недопилов (рис. 53). В комплект оснастки входят шарниро-поворотные стойки 2 с домкратом, натяжные цепи 1, храповой ключ 4 и набор клиновидных элементов 3 из дюралюминия с резиновым покрытием, соединенных гибкой связью. Все узлы монтируются на станочной тележке.

Каждая шарниро-поворотная стойка выполнена в виде трубы, в которой устанавливается винтовой домкрат, крепящийся с помощью втулки и двух болтов. С помощью винта домкрата поднимают и опускают серьгу, обеспечивающую регулировку натяжной цепи. Винт домкрата защищен гофрированной трубкой и уплотнением. Нижний конец стойки посредством крестовины шарниро соединен с рамой станочной тележки, в результате чего осуществляется поворот стойки вдоль продольной оси станочной тележки на $\pm 15^\circ$ и поперек продольной оси на 40° .

Шарниро-поворотные стойки (две или четыре в зависимости от длины блока) устанавливаются в отверстия рамы тележки. Положение натяжных цепей регулируется минимальным зазором между стойками и боковой поверхностью блока.

При помощи винтовых домкратов храповым ключом зажимают блок (с усилием 30—40 кН), после чего тележка вместе с блоком поступает на распиловку. При заглублении пил примерно на 50 % высоты блока станок останавливают, в пропилы вводят клиновидные элементы и производят окончательную распиловку блока.

Такая технологическая оснастка характеризуется неизначительной массой (180 кг), простотой конструкции, легкостью монтажа и универсальностью эксплуатации.

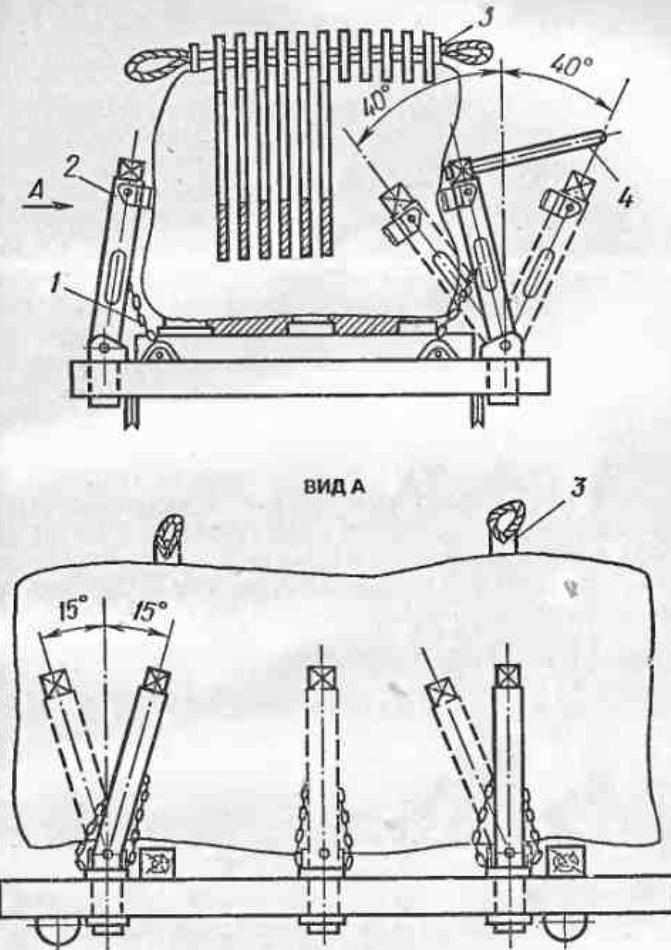


Рис. 53. Устройство для фиксации блока
1 — натяжные цепи; 2 — шарниро-поворотные стойки с домкратами;
3 — комплект клиньев; 4 — храповой ключ

Оснастка дисковых распиловочных станков. Средства установки и фиксации дисковых пил. Для установки пил на рабочий вал станка применяют систему фланцев, выполняющих несколько функций: передачу вращения (и соответствующего крутящего момента) с рабочего ва-

ла на инструмент; обеспечение требуемой жесткости и устойчивости инструмента, а также заданной толщины выпиливаемых плит-заготовок (на многодисковых станках). Кроме перечисленных функций система фланцев способствует рациональной подаче охлаждающей жидкости в зону резания.

Основные требования, предъявляемые к фланцам, — конструктивная простота, надежность в эксплуатации, а также легкость и быстрота замены рабочего инструмента.

Системы фланцев на однодисковых и на многодисковых распиловочных станках различаются конструктивно. Система фланцев однодискового станка состоит (рис. 54, а) из двух конусных шайб, между которыми размещается корпус дисковой пилы. Одна шайба является базовой (упорной) и неподвижно фиксируется на валу посредством шпонки и стопорного винта. Другая шайба (прижимная) может перемещаться на валу, прижимаясь к корпусу дисковой пилы с помощью гайки. Базовая шайба имеет внутреннюю шейку, на которую посадочным отверстием одевается дисковая пила (посадка должна быть скользящей).

Рекомендуемые размеры фланцев в зависимости от наружного диаметра дисковых пил приведены в табл. 18.

Таблица 18. Основные размеры фланцев в зависимости от наружного диаметра дисковых алмазных пил

Наружный диаметр дисковой алмазной пилы, мм	Рекомендуемые размеры фланцев, мм		
	наружный диаметр	ширина посадочного выступа	толщина (высота)
250	100	10	12
315	120	10	12
400	150	12	15
500	170	15	18
630	180	15	18
800	225	20	20
1000	250	25	20
1100	250	25	20
1250	300	30	25
1400	325	30	25
1600	375	40	30
2000	425	50	35
2500	450	50	35
2700	475	50	35
3000	550—600	60	40

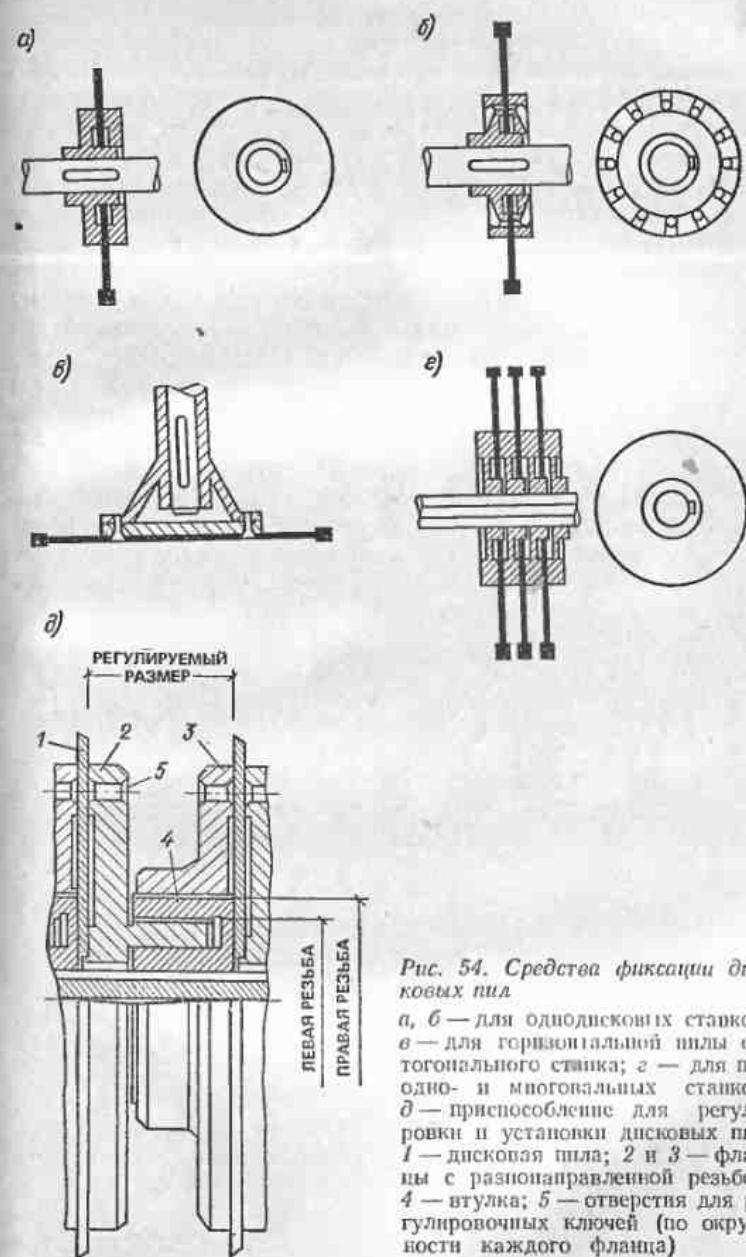


Рис. 54. Средства фиксации дисковых пил

а, б — для однодисковых ставков;
в — для горизонтальной пилы ортогонального станка; г — для пил одно- и многодисковых станков;
д — приспособление для регулировки и установки дисковых пил:
1 — дисковая пила; 2 и 3 — фланцы с разнопрофильной резьбой;
4 — втулка; 5 — отверстия для регулировочных ключей (по окружности каждого фланца)

Для регулировки положения пилы в вертикальной плоскости обычно пользуются прокладками из фольги, перемещаемыми между кольцевым выступом шайбы и корпусом пилы. Такой способ регулировки требует много времени (недостаток описанной конструкции фланцев), поэтому в ряде случаев применяют более совершенную систему фланцев, где роль кольцевых выступов выполняют прижимные кольца, положение которых в вертикальной плоскости можно регулировать завинчивающими в корпусы шайб винтами.

Другая усовершенствованная модификация системы фланцев однодискового станка представляет собой водораспределительный узел, обе шайбы которого имеют наклонные радиальные пазы, обеспечивающие рациональную подачу охлаждающей жидкости на алмазный инструмент (рис. 54, б).

Характерная особенность конструкции фланцевого крепления горизонтальных (подрезных) пил дисковых ортогональных станков — отсутствие прижимной шайбы. Комплект фланцев в этом случае состоит из единственной базовой шайбы, к которой дисковая пила крепится снизу винтами вплоть (рис. 54, в).

Система фланцев многодисковых станков состоит из упорной втулки, комплекта однотипных шайб-проставок, прижимной втулки, гайки и контргайки (рис. 54, г). Пилы диаметром до 800 мм включительно фиксируются на рабочем валу станка за счет силы трения, создаваемой в шайбах-проставках и корпусах пил завинчиванием гайки, а пилы большего диаметра — с помощью шпонки и индивидуальных штифтов.

Толщину шайб-проставок $b_{\text{пр}}$, мм, устанавливают в зависимости от требуемой толщины выпиливаемых плит-заготовок $b_{\text{пл}}$, используя выражение

$$b_{\text{пр}} = b_{\text{пл}} + 2\Delta b + \Delta p. \quad (3.7)$$

где $2\Delta b$ — боковой вылет алмазных элементов относительно корпуса пилы, мм; Δp — дополнительные потери из-за торцовых биений пил, мм; Δp принимаются равными 1/1000 наружного диаметра пилы.

Для упрощения регулирования расстояния между пилами многодискового станка разработана усовершенствованная система фланцев, у которой положение шайб-проставок изменяется посредством их резьбового соединения с винтовыми втулками (рис. 54, д).

Средства крепления распиливаемых заготовок. Спе-

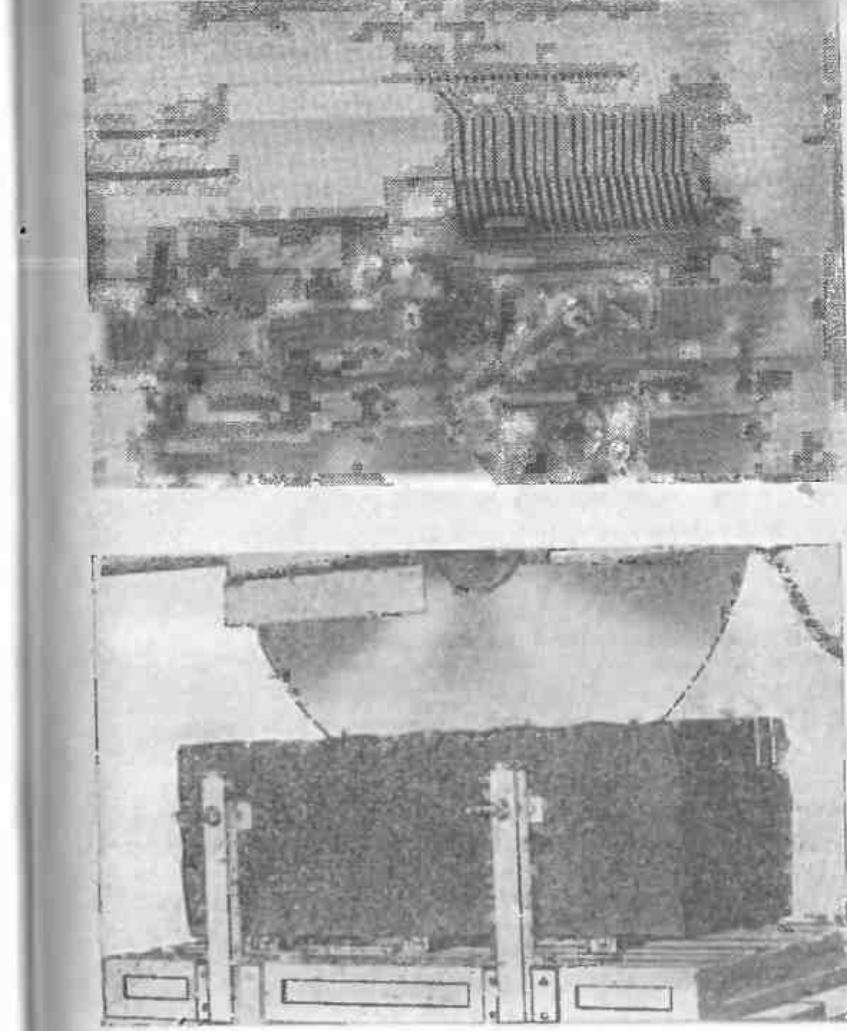


Рис. 55. Крепление распиливаемых заготовок торцевыми упорными гребенками с винтовым прижимом (вверху) и боковыми упорами (внизу)

циальной оснасткой для крепления заготовок обычно оборудуются многодисковые станки. Для этого рабочий стол станка снабжается торцевыми упорными гребен-

ками, одна из которых (передняя) неподвижна, а другая может перемещаться, прижимаясь к торцевой грани заготовки под действием винтового или гидравлического механизма (рис. 55, *вверху*). Оснастка подобного типа успешно используется на распиловочных станках СМР-004А, СМР-062 и др. Если оборудование предназначено для распиловки заготовок неправильной формы, например станки итальянской фирмы «Леви Тунизи», то средства крепления оснащаются дополнительными боковыми упорами, а торцевые гребенки выполняются с «плавающими» упорами, обеспечивающими более полный их контакт с камнем. Иногда для лучшей фиксации распиливаемой заготовки концам фиксирующих упоров придают острозаточенную форму наподобие шпунта.

На однодисковых станках, оснащенных пилами большого диаметра, рабочий стол (тележку) оборудуют боковыми упорами для повышения надежности крепления блока и предотвращения падения выпиленных заготовок (рис. 55, *внизу*).

Глава 9. ОСНОВЫ ТЕОРИИ РАСПИЛОВКИ КАМНЯ

§ 31. Физическая сущность процесса распиловки

Для более полного и правильного понимания особенностей процесса распиловки природного камня и характера взаимосвязей режимных параметров и прочих технологических показателей необходимо иметь представление о физической сущности явлений, сопутствующих этому процессу и протекающих на контакте рабочего инструмента с камнем. Поскольку существенное влияние на указанные явления оказывает конструктивный вид используемого инструмента, выделим три основных способа распиловки, принципиально различные по характеру воздействия инструмента на камень: штилпсовыми неармированными пилами со свободным абразивом (дробью); штилпсовыми армированными (алмазными) пилами; дисковыми армированными (алмазными) пилами¹.

¹ Другие способы распиловки не рассматриваются, поскольку их можно считать разновидностями, перечисленных способов.

Распиловка камня штилпсовыми неармированными пилами представляет собой микропроцесс проникания частиц дроби в горную породу, сопровождающийся явлениями смятия и скальвания. Штилпсовая пила, совершающая движение, например по маятниковой траектории, в крайних положениях поднимается на некоторую высоту над блоком, а в среднем положении прижимается к дну пропила (при этом из-за недостаточной жесткости пила несколько прогибается, увеличивая тем самым продолжительность контакта инструмента с камнем).

При такой схеме движения инструмента абразивная пульпа, насыщенная дробью, проникает в пропил (через щелевые зазоры между пилой и стенками пропила) и в момент подъема пилы новая порция дроби попадает под инструмент. При опускании пилы находящаяся под ее рабочей кромкой дробь прижимается к камню. Под действием усилия подачи каждая частичка дроби, передающая давление от штилпсовой пилы на камень, вызывает первичное разрушение, образуя на дне пропила небольшую вмятину, так называемое гнездо пластической деформации и раздавливания камня. По контуру площади смятия развивается кольцевая трещина, направленная в глубь камня, происходит выдавливание разрушенной его части и скальвание небольших элементов горной породы (рис. 56).

Возвратно-поступательное движение штилпсовой пилы вызывает перекатывание по дну пропила прижатых к нему дробинок. Из-за незначительного диаметра дроби частота ее перекатывания под штилпсовой пилой может быть весьма значительной (до 20—30 тыс. об/мин). При использовании в качестве свободного абразива литьей дроби (наиболее распространенный случай), имеющей отклонения от правильной сферической формы, перекатывание дробинок с различными размерами сечений приводит к появлению динамических нагрузок. Так, если перекатывающаяся дробинка станет между инструментом и дном пропила по длиной оси, она как бы расклинится между пилой и камнем. При этом увеличивается контактное давление и напряженное состояние под дробинкой, и будет происходить более интенсивное разрушение камня. Такая же картина наблюдается и при накатывании дробинки на возвышении — «буторки» на поверхности дна пропила.

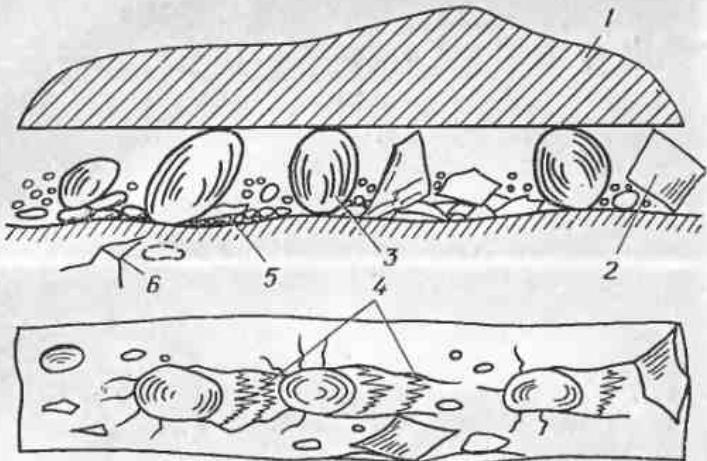


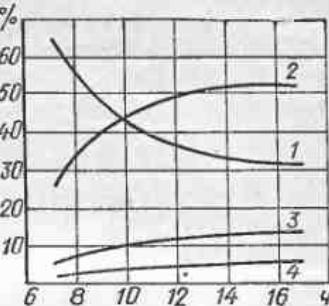
Рис. 56. Схема разрушения камня при распиловке штрупсовыми неармированными пилами

1 — пила; 2 — колотая дробь; 3 — литая дробь; 4 — чешуйки спрессованного камня; 5 — слой раздавленного камня; 6 — трещины

Помимо указанных динамических воздействий дробинок на камень необходимо учитывать также и динамический характер приложения усилий резания (штрупсовая пила в момент касания с камнем наносит удар по частичкам дроби). Таким образом, по характеру действующих сил процесс дробовой распиловки можно рассматривать как ударно- или вибрационно-абразивный. При работе расколотшейся на части дроби неправильной формы или колотой динамические нагрузки имеют тем большие значения, чем крупнее частицы дроби и больше разница размеров этих частиц. Вместе с тем при включении в работу частиц дроби плоской (лещадной) формы, а также колотой дроби или сечки с острыми гранями такой абразив не перекатывается по дну пропила, а волочится по нему, возникнувши в тело пилы. В этом случае участие абразива в непосредственном процессе разрушения камня крайне незначительно, так как его воздействие на камень имеет характер истиризации. В то же время присутствие такой дроби в абразивной пульпе в определенной пропорции (обычно 20—30 % количества литой дроби) желательно, поскольку частички ее, безусловно, положительно влияют на эффективность процес-

Рис. 57. Изменение гранулометрического состава дроби во время работы станка

1 — фракция 1,2—2,5 мм; 2 — 0,63—1,2 мм; 3 — 0,3—0,63 мм; 4 — 0,15—0,3 мм



са распиловки. Во-первых, они служат как бы сепараторами, разделяющими крупную литую дробь, и способствуют более равномерному ее распределению по дну пропила; во-вторых, играют роль скребка, своевременно выносящего переизмельченные частицы шлама из пропила. В конечном счете это приводит к сокращению расхода дроби при распиловке, а также повышению качества поверхности распила.

Таким образом, каждое качание пильной рамы вызывает последовательное внедрение частиц дроби в камень (оказывает на него дробящее действие), выкалывание мелких элементов, сдвиг их и возникновение мелких трещин в направлении подачи, ведущих к дальнейшему разрушению камня.

Так как подача инструмента в процессе распиловки происходит непрерывно, каждая пила должна разрушать за рабочий ход слой камня, толщина (высота) которого соответствует рабочей подаче за это время. Если это условие не соблюдается и величина подачи превышает толщину снимаемого слоя камня, нагрузка на пилы чрезмерно увеличивается и происходит увод пил.

Следует иметь в виду, что размер дроби в процессе распиловки постоянно уменьшается, так как она циклически возвращается в пропил для повторного использования, подвергаясь при этом износу (рис. 57).

Установлено, что максимальная производительность станка достигается при использовании дроби диаметром 0,8—2,5 мм. Учитывая, однако, что чрезмерное увеличение размеров дроби приводит к снижению качества поверхности распила, рациональным обычно считают диаметр дроби 0,8—1,5 мм. Дробь, измельченная до 0,3—0,4 мм, считается полностью изношенной и подлежащей

удалению из пульпы. Для поддержания постоянной работоспособности абразивной пульпы, т. е. стабильного содержания работоспособных фракций дроби в ее общей массе, в пульпу с помощью дозаторов периодически вводят новые порции дроби.

Распиловка камня штрапсовыми армированными (алмазными) пилами — микропроцесс последовательного скальвания частиц камня путем массового царапания дна пропила (забоя) зернами алмаза, беспорядочно выступающими из связки инструмента. Каждое работающее зерно алмаза ведет себя аналогично породоразрушающему резцу. Перемещаясь в результате движений резания (возвратно-поступательного) и подачи, оно прочерчивает по дну пропила камня царапину-борозду, глубина которой зависит от размера зерна, режимов распиловки и физико-механических свойств камня. В результате с обрабатываемой поверхности за каждое воздействие алмазного зерна (т. е. за каждый ход пилы) снимается некоторый слой разрушенного камня, иногда называемый микростружкой. В итоге суммарных многочисленных воздействий на обрабатываемую поверхность многочисленных алмазных зерен рабочего инструмента происходит снятие слоя камня.

Изучение механизма образования царапин на поверхности камня единичными зернами алмаза и структуры царапин показывает, что при незначительных нагрузках возникают гладкие пеглубокие выдавленные царапины, образовавшиеся в результате пластической деформации камня. При увеличении нагрузки появляются царапины, структуру которых составляют периодически повторяющиеся трещины, проникающие в глубь камня, и выколы, образующие углубления на его поверхности. Это обусловлено циклическим характером процесса формирования царапины, состоящим из четырех последовательных стадий.

Первая стадия цикла (рис. 58, а) заключается в контактировании с поверхностью камня рабочих граней зерна алмаза и его начальном заглублении в камень с образованием тонкодисперсных продуктов разрушения. В этот момент камень подвергается упругой деформации, а на контакте рабочих граней зерна с камнем создается объемно-напряженная зона. На второй стадии (рис. 58, б) под действием усилий резания и подачи (прижима) впереди рабочей грани движущегося зерна

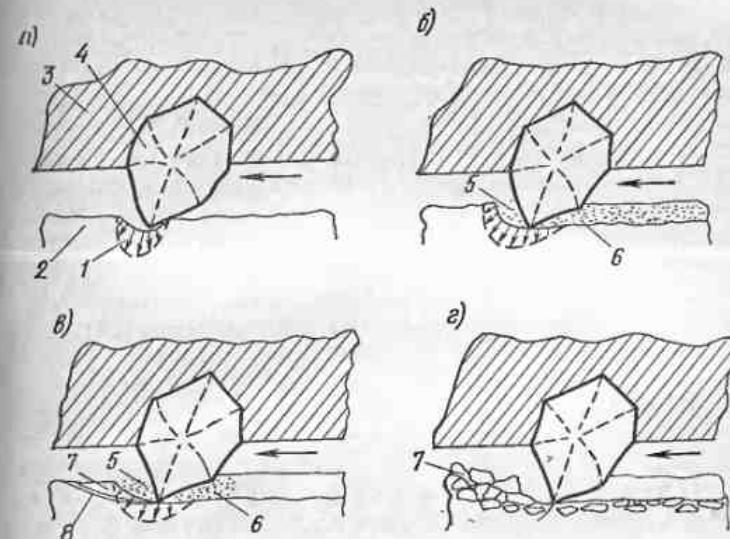


Рис. 58. Схема воздействия алмазного зерна на камень

a, б, в, г — последовательные стадии цикла образования царапины; 1 — зона упругих деформаций; 2 — камень; 3 — связка инструмента; 4 — зерно алмаза; 5 — ядро из тонкодисперсных продуктов разрушения; 6 — тонкодисперсные продукты разрушения; 7 — элемент крупного скола; 8 — трещина

формируется уплотненное ядро из тонкодисперсных продуктов разрушения, излишки которых эвакуируются в свободное пространство между поверхностью камня и уровнем связки инструмента. На третьей стадии (рис. 58, в) ядро воздействует на нижележащую зону камня. В результате интенсивного нарастания напряжений их величина достигает предела прочности камня. Перед рабочей гранью зерна появляются трещины, направленные в сторону движения пилы. Далее наступает четвертая стадия — отрыв от массива крупного элемента стружки (выкалывание) с одновременным выбросом тонкодисперсных продуктов разрушения, составляющих ядро (рис. 58, г). В этот момент усилие резания на контакте алмазного зерна с камнем падает до нуля.

Цикл образования царапины периодически повторяется по мере продвижения зерна алмаза в направлении резания. Таким образом, рабочее зерно, царапающее камень, перемещается по нему толчками, испытывая резко

изменяющиеся нагрузки, т. е. его действие носит ударно-вibrationный характер, усиливающий неравномерность напряженного и деформированного состояния камня.

При распиловке в контакт с камнем одновременно вступает значительное количество режущих зерен, суммарное воздействие которых на дно пропила обеспечивает снятие слоя камня. Образующиеся при этом элементы скола представляют собой результат действия на камень группы алмазных зерен, работающих одновременно и в непосредственной близости друг от друга. Треугольные, образованные соседними зернами, смыкаются, общий элемент откалывается от массива и выбрасывается из рабочей зоны.

Ввиду беспорядочного расположения алмазных зерен на рабочей поверхности инструмента в полезной работе резания участвует сравнительно небольшое количество зерен (до 30—45 %). При этом одна часть зерен не работает из-за незначительности вылета над поверхностью связки, а другая — из-за того, что попадает «в след» за работающими зернами.

Характерная особенность при работе алмазного инструмента — наличие между поверхностью камня и связкой зазора, величина которого зависит от толщины снимаемого слоя, зернистости инструмента и режима распиловки. Зазор обеспечивает алмазным зернам инструмента режим свободного резания. Очевидно, что объем разрушаемого камня при этом не должен превышать объема свободного пространства между связкой инструмента и камнем.

Для обеспечения эффективной работы алмазных режущих элементов штрафовой пилы сечение пропила должно перекрываться алмазными зернами. Для выполнения этого условия необходимо правильно выбрать длину режущих элементов, их шаг, а также характеристику алмазоносного слоя.

Существенную роль в процессе алмазно-штрафовой распиловки камня играет вода, подаваемая в пропилы под работающий инструмент; вода не только охлаждает пилу, предотвращая графитизацию (обугливание) алмазных зерен, но и способствует своевременному выносу продуктов разрушения камня из пропилов. Количество и равномерное распределение воды имеют большое значение для достижения максимального срока службы штрафовых алмазных пил и получения точного распила.

Сопротивляемость разрушению горных пород можно понизить, увеличив стойкость инструмента путем введения в охлаждающую жидкость поверхностно-активных веществ, которые, с одной стороны, способствуют образованию и распространению микротреции в распиливаемом камне, с другой, — снижают трение на контакте его с инструментом. В качестве такой активной добавки используют, например, сульфатное мыло (до 1 %).

Большое влияние на процесс алмазно-штрафовой распиловки оказывает состояние режущей поверхности алмазных элементов пилы (см. § 33).

Распиловка камня дисковыми армированными (алмазными) пилами во многом аналогична алмазно-штрафовой распиловке. Вместе с тем этому процессу присущи и некоторые отличительные особенности, связанные с траекторией движения инструмента (см. § 32), его скоростью и направлением.

В отличие от алмазных режущих элементов штрафовой пилы, совершающих возвратно-поступательное движение, режущие элементы дисковой пилы движутся в одном направлении относительно дна пропила, что обусловливает характерный неравномерный износ связки алмазоносного слоя (см. § 33).

Большие скорости, присущие алмазно-дисковой распиловке, накладывают некоторые особенности на характер этого процесса. Так, скорости дисковой пилы 40 м/с соответствует примерно 20 тыс. воздействий алмазных зерен на единицу площади забоя в 1 с. Учитывая это, можно предположить, что на контакте инструмента с камнем паряду с явлениями микроцарапания и скобления (истирания) камня работающими зернами имеет место и частичное дробление его в пропиле.

§ 32. Кинематические и энергосиловые параметры процесса распиловки

Кинематические¹ и некоторые энергосиловые показатели процесса распиловки камня рассмотрим на примере наиболее распространенных видов инструмента — штрафовых и дисковых пил.

К основным кинематическим параметрам процесса

¹ Кинематика (от греческого «кинета» — движение) — раздел механики, в котором изучаются геометрические свойства.

распиловки камня обычно относят толщину стружки (среза) камня Δ_c , ширину стружки b , поперечное сечение стружки f , угол контакта инструмента с обрабатываемой поверхностью ϕ . Эти параметры непосредственно связаны с технологическими и энергетическими показателями процесса распиловки. Они позволяют оценить правильность выбранных режимов, установив между ними определенные соотношения, обеспечивающие требуемую производительность резания при минимальном износе инструмента.

Один из главных кинематических параметров распиловки — толщина стружки (среза) камня, снимаемой инструментом в процессе распиловки.

В отличие от металлообработки, где из-за высокой пластичности металла стружка имеет совершенно определенные форму и размеры, понятие «стружка» в камнеобработке является условным — под ним подразумевается объем камня, разрушающийся инструментом за определенный период его воздействия на камень.

Различают стружку камня, снимаемую инструментом за один оборот, стружку, снимаемую за один оборот одним режущим элементом, и, наконец, стружку, или, точнее, микростружку, снимаемую за одно воздействие одним работающим алмазным зерном. Первый вид стружки представляет собой сумму стружек второго вида, а каждая стружка второго вида является суммой стружек третьего вида.

Как уже отмечалось, в камнераспиловочных станках обычно сочетаются два основных формообразующих движения инструмента: *резания* — для срезания стружки и *подачи* — для периодического повторения этого процесса (рис. 59).

У штрипсовых пил оба формообразующих движения являются поступательными (при этом движение резания имеет возвратно-поступательный характер). У дисковых пил движение резания — вращательное, а движение подачи — поступательное. Как уже отмечалось, скорость резания у штрипсовых пил не постоянна, в то время как скорость рабочей подачи в большинстве случаев величина постоянная. При дисковой распиловке оба параметра резания — постоянные величины.

Если принять в первом приближении скорость резания V_p при штрипсовой распиловке за постоянную величину, то траектория движения инструмента будет пря-

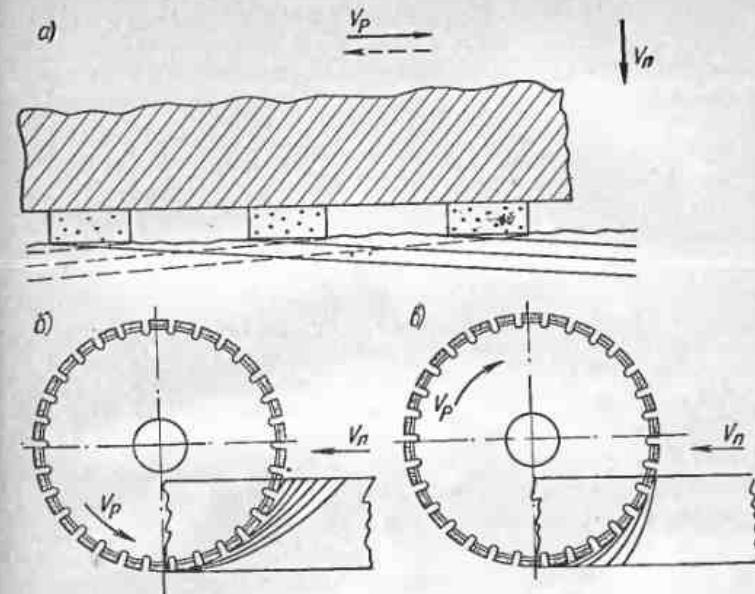


Рис. 59. Схемы основных формообразующих движений инструмента и снятия стружки
а — для штрапповой алмазной пилы; б — для дисковой алмазной пилы при резании против подачи; в — то же, при резании по подаче

молинейна и толщина стружки камня, снимаемой за один ход пилы,

$$\Delta_{c_{\text{ш}}} = V_n / 60n, \quad (3.8)$$

где V_n — скорость рабочей подачи, мм/ч; n — частота качания пильной рамы, двойной ход в минуту.

Соответственно толщина стружки, снимаемой одним режущим элементом штрапповой пилы,

$$\Delta'_{c_{\text{ш}}} = V_n t / (60n l_x) = V_n t / (3600 \cdot 10^3 V_p), \quad (3.9)$$

где t — шаг режущих элементов, мм.

Таким образом, толщина стружки, снимаемой одним режущим элементом штрапповой пилы, прямо пропорциональна скорости подачи и обратно пропорциональна скорости резания.

По формуле (3.9) нетрудно вычислить, например, что при распиловке мрамора $\Delta'_{c_{\text{ш}}} = 1,5 \dots 2,5$ мкм.

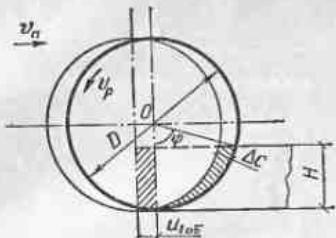


Рис. 60. Кинематика процесса резания камня дисковой алмазной пилой

При распиловке камня дисковыми пилами из-за того, что V_n и значительно меньше V_p , за траекторию инструмента можно принять с незначительной погрешностью траекторию главного движения — окружность (рис. 60). В этом случае толщина стружки, снимаемой дисковой пилой за один ее оборот,

$$\Delta_{c1} = u_{106} \sin \phi, \quad (3.10)$$

где u_{106} — подача на 1 оборот, мм,

$$u_{106} = V_n / n = V_n \pi D / 60 V_p, \quad (3.11)$$

где n — частота вращения инструмента, соответствующая скорости резания V_p , об/мин; D — диаметр инструмента, мм.

Подставив в формулу (3.10) значение u_{106} и выразив $\sin \phi$ через диаметр пилы D и глубину обработки H , получим выражение для толщины стружки, получаемой за 1 оборот дисковой пилы:

$$\Delta_c = \pi V_n \sqrt{DH - H^2} / 30 V_p. \quad (3.12)$$

Если обозначить через t шаг режущих элементов дисковой пилы, то их общее число

$$z = \pi D / t. \quad (3.13)$$

По формуле (3.12) нетрудно определить толщину стружки, снимаемой одним режущим элементом Δ_{c1} :

$$\Delta_{c1} = \Delta_c / z = (\pi V_n \sqrt{DH - H^2} / 30 V_p) / (\pi D / t) = V_n t \sqrt{DH - H^2} / 30 V_p D. \quad (3.14)$$

Из формулы (3.14) видно, что толщина стружки, снимаемой режущим элементом, прямо пропорциональна скорости рабочей подачи и шагу режущих элементов, обратно пропорциональна скорости вращения и находится в более сложной зависимости от диаметра инструмента и глубины резания. Параметр Δ_{c1} оказывает существенное влияние на такие важные показатели процесса распиловки, как усилие резания, энергоемкость, производительность, износостойкость инструмента, качество поверхности распила и т. д.

Так, чрезмерно низкие значения толщины стружки Δ_{c1} , снимаемой режущими элементами, ведут к увеличению суммарного пути трения элементов по дну пропила, следствие чего рабочие элементы тупятся и их износостойкость снижается. Повышенные значения Δ_{c1} вызывают увеличение статических и динамических нагрузок на режущие элементы (и на работающие зерна), в результате также снижается износостойкость инструмента. Таким образом, для каждого вида обрабатываемого камня необходимо устанавливать значения Δ_{c1} , соответствующие максимальной износостойкости инструмента, что достигается обычно выбором рационального соотношения V_n / V_p .

При дисковой распиловке большое значение имеет правильный выбор схемы обработки: «по подаче» (направления вращения и подачи совпадают) и «против подачи» (направления вращения и подачи взаимно противоположны). Каждая из указанных схем обусловливает особенности процессов обработки и стружкообразования, силовые и энергетические показатели процесса и т. д. Как показано на рис. 59, б и в, при обработке по схеме «против подачи» образуется стружка толщиной от нуля до ее максимального значения. В то же время при обработке «по подаче» осуществляется снятие стружки не с нуля, а с уже заданной толщины, что вызывает появление дополнительных динамических воздействий на инструмент и в конечном счете снижает его износостойкость на 10–12 %.

Таким образом, с точки зрения износостойкости инструмента наиболее предпочтительна схема «против подачи». В технологическом отношении преимущество имеет схема «по подаче» из-за более благоприятного распределения системы сил, обеспечивающих прижим обрабатываемой заготовки к поверхности рабочего стола, а также ввиду лучших условий охлаждения инструмента.

В процессе распиловки для внедрения в камень и снятия стружки инструменту приходится преодолевать сопротивление камня разрушению, поэтому к инструменту необходимо приложить соответствующие силы. Важней-

а)

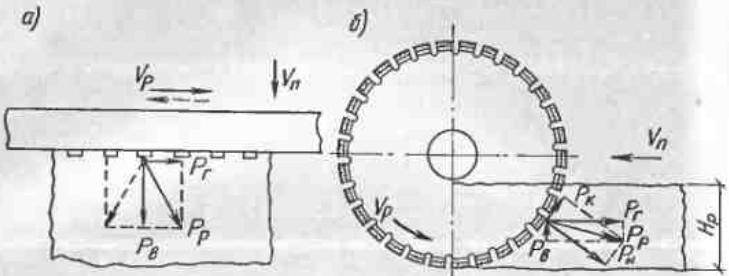


Рис. 61. Схема взаимодействия сил при распиловке камня штрупсовой (а) и дисковой (б) алмазной пилой

шие из этих сил — сила взаимодействия пилы с камнем в процессе стружкообразования, сила взаимодействия инструмента со шламом и сила трения инструмента о стенки пропила. Наибольшее значение имеет первая сила, называемая силой резания.

Силы воздействия инструмента на камень распределены по всей площади его контакта с камнем, однако для удобства рассмотрения обычно делают допущение, заменяя эти силы сосредоточенной результирующей силой резания P_r и представляя ее как равнодействующую двух сил.

При штрупсовой распиловке (рис. 61, а) силу резания удобно разложить на горизонтальную P_r , совпадающую с движением резания, и вертикальную P_v , совпадающую с движением подачи (часто ее называют усилием подачи).

Вертикальная составляющая силы резания необходима для обеспечения внедрения пилы в камень, а горизонтальная — для срезания стружки. Очевидно, что значения этих сил меняются для различных горных пород и при использовании различных видов пил. Разным будет и соотношение между этими силами $m = P_v/P_r$, которое возрастает с увеличением прочности камня.

В табл. 19 даны удельные значения составляющих сил резания (т. е. приведенные к единице рабочей площади пилы) для камня различной прочности.

Аналогичная схема приложения сил характерна и для некоторых других видов распиловочного инструмента (канатных и ленточных пил) с той только разницей, что в этих случаях ввиду неизменного направления движе-

Таблица 19. Силовые параметры процессов алмазной распиловки камня

Показатель	Вид обрабатываемого камня		
	прочный	средней прочности	низкопрочный
Алмазно-штрупсовая распиловка			
Горизонтальная составляющая силы резания P_r , Н/см ²	50—120	20—30	12—20
Вертикальная составляющая силы резания (усилие подачи) P_v , Н/см ²	200—500	80—130	40—70
Алмазно-дисковая распиловка			
Касательная составляющая силы резания P_k , Н/см ²	50—80	40—60	15—30
Радиальная (нормальная) составляющая силы резания P_n , Н/см ²	200—300	100—150	30—60
Горизонтальная составляющая силы резания (усилие подачи), P_r , Н/см ²	—3—5 110—160	70—100 110—160	—15— —35 35—65
Вертикальная составляющая силы резания P_v , Н/см ²	—170—250 200—300	—15—25 80—120	—3—5 30—55

Примечание. Над чертой приведены данные, полученные по схеме «по подаче», под чертой — «против подачи».

ния резания направление сил остается также неизменным.

Иная картина взаимодействия сил имеет место при дисковой распиловке камня (рис. 61, б), где силу резания P_r можно представить в виде равнодействующей двух сил: касательной или тангенциальной P_k , направленной по касательной к окружности пилы, и нормальной или радиальной P_n , направленной по радиусу от центра пилы. Радиальная составляющая обеспечивает внедрение инструмента в камень, а касательная — срезание стружки. Так же, как и при штрупсовой распиловке, соотношение P_n/P_k не является постоянным и возрастает с увеличением прочности распиливаемого камня.

В технологии дисковой распиловки часто имеют дело

еще с двумя силовыми параметрами: горизонтальной составляющей силы резания P_r , представляющей собой проекцию P_p на горизонтальную ось, и вертикальной составляющей усилия резания P_v , являющейся проекцией P_p на вертикальную ось (см. рис. 61, б).

Силу P_r называют также усилием подачи, поскольку она обеспечивает рабочую подачу в процессе распиловки. Эта сила связана следующими соотношениями с параметрами P_k и P_n :

при распиловке «по подаче»

$$P_r = P_n \sin \varphi - P_k \cos \varphi,$$

при распиловке «против подачи»

$$P_r = P_n \sin \varphi + P_k \cos \varphi.$$

Таким образом, при схеме резания «по подаче» значения усилия подачи P_r всегда меньше, чем при схеме резания «против подачи».

Вертикальная составляющая силы резания P_v связана с параметрами P_k и P_n следующими соотношениями: при распиловке «по подаче»

$$P_v = P_k \sin \varphi + P_n \cos \varphi,$$

при распиловке «против подачи»

$$P_v = P_k \sin \varphi - P_n \cos \varphi.$$

При схеме резания «по подаче» сила P_v направлена вниз и выполняет полезную функцию в процессе распиловки, прижимая камень к поверхности рабочего стола (иногда эту силу называют еще усилием прижима).

При схеме резания «против подачи» сила P_v имеет отрицательные значения, направлена вверх и стремится отжать заготовку от поверхности стола.

Об энергоемкости процесса распиловки судят обычно по мощности резания N_p , кВт, представляющей собой разность между общей мощностью, расходуемой главным приводом распиловочного станка N_o , и мощностью, затрачиваемой на холостой ход N_x :

$$N_p = N_o - N_x.$$

Мощность резания может быть определена и расчетным путем по силе резания P_p и скорости резания V_p :

$$N_p = P_p V_p / 102.$$

Для ориентировочной оценки мощности, необходимой для распиловки, можно исходить из следующих положе-

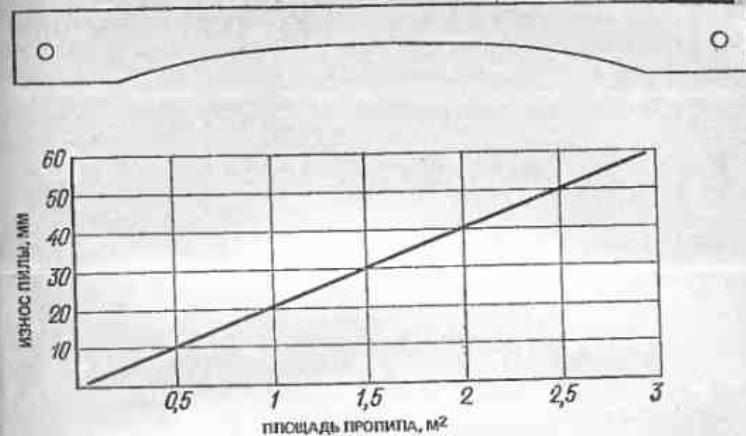


Рис. 62. Характерная форма износа штрупсовой неармированной пилы (вверху) и зависимость линейного износа пилы по высоте от площади пропила (внизу)

ний, установленных на основании практического опыта. При абразивно-штрупсовой распиловке камня мощность, затрачиваемая на одну пилу, составляет 0,2—0,4 кВт, а при алмазно-штрупсовой — 1,2—2 кВт. Для приближенного определения мощности, затрачиваемой на одну дисковую алмазную пилу, необходимо ее диаметр (в мм) умножить на коэффициент, равный 0,02—0,04.

§ 33. Изнашиваемость рабочего инструмента при распиловке камня

Для распиловки камня, как и для любого другого процесса механической обработки, характерно постепенное разрушение контактирующей с обрабатываемым материалом рабочей поверхности инструмента, т. е. его изнашивание.

Изнашивание неармированных пил имеет по большей части абразивный характер и сводится в конечном счете к уменьшению размеров инструмента и соответствующему изменению его формы.

Так, штрупсовые неармированные пилы приобретают в процессе работы форму полосы, выработанной в средней части (рис. 62, вверху). Длина изношенной части пилы l_u с течением времени непрерывно растет

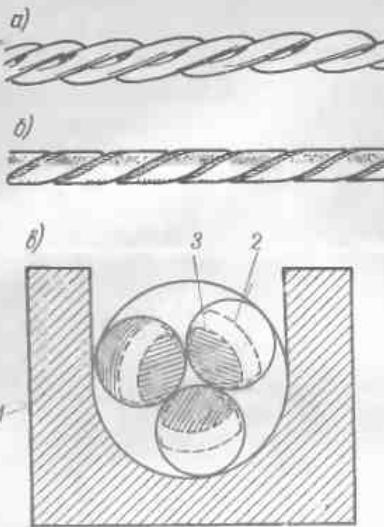


Рис. 63. Износ канатной неармированной пилы
а — новая пила; б — изношенная пила; в — сечение пилы;
1 — расшиливаемый камень; 2 — зона рекомендуемого износа пилы; 3 — зона допустимого износа

и при $l_n = l_b + 2l_x$ (где l_b — длина блока, l_x — длина хода пильной рамы) становится постоянной. Глубина (высота) изношенной части пилы в процессе работы постоянно возрастает пропорционально площади распила (рис. 62, внизу).

У канатных неармированных пил износ в процессе работы проявляется в форме сокращения диаметра, что ведет к увеличению так называемого сферического угла γ между контуром распила и сечением проволок (рис. 63). В результате уменьшается объем «пазух» (пространства между проволоками), ухудшаются условия защемления абразивных зерен между ними, канат теряет функции транспортирующего и аккумулирующего средства.

Одновременно с износом неармированных пил в процессе работы происходит и износ свободного абразива, находящегося на дне пропила. Этот износ имеет абразивный и усталостный характер и приводит к переизмельчению абразива в зоне резания, к уменьшению его зернистости. Измельченный в процессе распиловки абразив постепенно утрачивает свою режущую способность, что влияет на производительность процесса. Поэтому требуется систематическая дозированная подача новых порций абразива в зону резания и удаление изношенных зерен.

Износостойкость свободного абразива зависит от качества, а также от физико-механических свойств и пиливаемого камня. Например, металлическая дробь способна выдерживать от 10—20 до 500 циклов до полного износа (т. е. до сокращения зернистости основной функции на 50—60 %), после этого она выводится из эксплуатации.

Следует отметить, что неармированные пилы не изнашиваются полностью в процессе эксплуатации, а подлежат замене новыми после износа до определенных критических значений, которые составляют для шариковых пил 30—35 % первоначальной высоты, а для канатных — 85—90 % первоначального диаметра каната.

Износ инструмента, армированного твердосплавными режущими элементами (резцами), носит в основном абразивный характер и проявляется в интенсивном изнашивании углов твердосплавных пластин с образованием радиусов затуплений и площадок затупления на задней грани резцов. Резец считается затупившимся, если ширина площадки затупления его задней грани равна 1 мм. Такой инструмент подлежит перезаточке с восстановлением геометрических параметров резцов (см. § 47).

При распиловке камня алмазными пилами изнашивание инструмента имеет более сложный характер и складывается из двух основных взаимосвязанных и одновременно протекающих фаз: изнашивание алмазных зерен и изнашивание связки рабочих элементов.

Изнашивание зерен может иметь несколько характерных форм (рис. 64): истирание (сглаживание острых углов с образованием площадок износа); скальвание отдельных частичек зерна с образованием новых острых граней и кромок; вырыв — выпадение зерна из связки (частичное или полное) с образованием лунки вырыва.

Изнашивание связки алмазного инструмента имеет обычно абразивный характер и происходит в результате ее истирания твердыми частицами диспергированного материала или выпавшими алмазными зернами, находящимися между связкой и камнем. Наряду с этим имеет место и ударное разрушение связки частичками камня, вылетающими из-под инструмента, а также тепловой износ связки, т. е. ее разрушение под воздействием высоких температур в рабочей зоне, что особенно характерно для инструмента, работающего на больших скоростях резания — дисковых, ленточных, канатных пил.

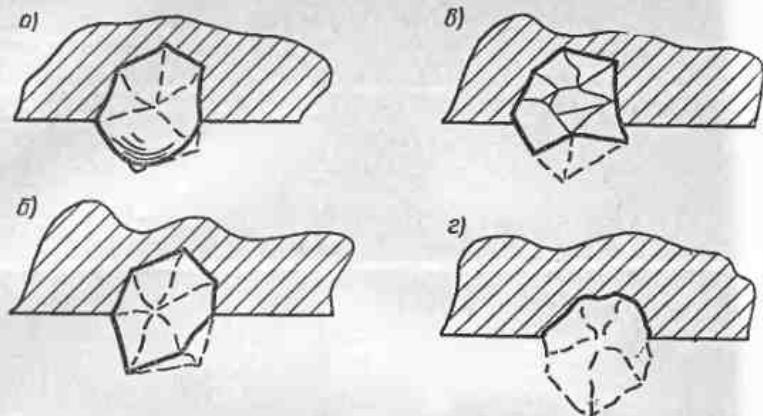


Рис. 64. Характерные формы износа алмазных зерен
а — истирание; б, в — скальвание; г — вырыв зерна

Износ связки протекает неравномерно. Характерной особенностью инструмента с неизменным направлением движения резания является своеобразная форма износа связки вокруг работающих алмазных зерен: перед передней поверхностью зерна в связке образуется луника, приводящая в дальнейшем к его выпадению, в то время как за тыльной гранью зерна остается бугорок (целичек) конической формы из неизношенного участка связки, подвергающийся меньшему истиранию и удерживающий зерно от выпадения (рис. 65, вверху). В результате на рабочей поверхности инструмента, находящегося в эксплуатации, четко заметны крупные борозды на связке (рис. 65, внизу).

Исследованиями установлено, что алмазное зерно удерживается в связке инструмента на 0,6 своего диаметра, а работает только 0,1 частью диаметра. При равномерных нагрузках на инструмент изнашивание связки осуществляется синхронно с износом алмазных зерен.

Эффективность работы того или иного вида камне-распиловочного инструмента предопределяется соотношением фаз и форм изнашивания рабочих зерен. Так, при одновременном изнашивании связки и преобладании изнашивания зерен скальванием инструмент будет работать в режиме самообнажения, когда на смену изношенным зернам, выпадающим из связки, будут вскрываться новые зерна, вступающие в работу. Однако при

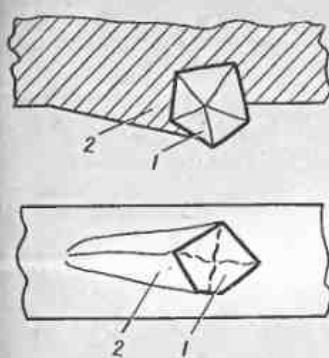


Рис. 65. Схема формирования микрорельефа рабочей поверхности алмазной пилы
вверху — фрагмент рабочей поверхности: 1 — алмазное зерно; 2 — целичек из неизношенного участка связки; внизу — поверхность алмазного режущего элемента



слишком интенсивном истирании связки работа инструмента может оказаться неэффективной вследствие его низкой стойкости. При этом из связки будут выпадать не только изношенные, но и работоспособные зерна. И наоборот, если связка обладает слишком высокой износостойкостью, а распиливаемый камень недостаточно абразивен, может произойти потеря инструментом режущей способности — на его рабочей поверхности останутся только затупившиеся или изношенные зерна, а своевременного обнажения новых зерен не произойдет.

Выступающие из связки зерна различной изношенностю вместе с поверхностью связки со следами ее износа формируют микропрофиль рабочей поверхности инструмента. Наряду с этим формируется и макропрофиль пилы (т. е. общая форма или контур сечения рабочей поверхности), который обычно неодинаков у нового и эксплуатированного инструмента.

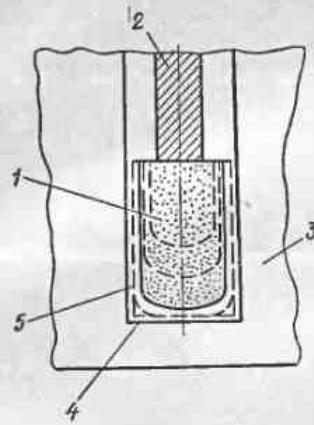


Рис. 66. Схема формирования макропрофиля алмазной пилы
 1 — алмазный элемент; 2 — корпус пилы; 3 — распиливаемый камень; 4 — первоначальный профиль; 5 — установившийся профиль

Так, в начальный период эксплуатации штрупсовой алмазной пилы (рис. 66) сравнительно быстро изнашиваются прямоугольные кромки алмазоносных элементов, прямые углы скругляются. Указанные участки инструмента работают в наиболее тяжелых условиях по сравнению с внутренней зоной рабочей периферии, поэтому они подвержены максимальному износу. При дальнейшей эксплуатации пилы происходит постепенное скругление всего профиля рабочей поверхности инструмента, после чего форма макропрофиля стабилизируется.

§ 34. Пилимость камня

Пилимость камня — комплексное технологическое свойство, характеризующее способность камня поддаваться воздействию режущего инструмента (пилы). Это свойство важнейшее в технологии обработки камня, оно существенно влияет на эффективность производства различных изделий из того или иного вида горных пород [5]. Пилимость зависит от физических и механических свойств камня и его петрографических характеристик: прочности, твердости, хрупкости, структуры, минералогического состава, наличия включений и т. д. Наибольшее влияние на пилимость камня оказывает его твердость и наличие в нем включений повышенной твердости.

Для оценки обрабатываемости камня по пилимости целесообразно пользоваться временной классификацией

по пилимости (табл. 20), основным классификационным признаком которой является показатель «комплексная твердость Q »,

$$Q = \sqrt{H_c P_{sh}},$$

где H_c — средневзвешенная микротвердость породообразующих минералов, МПа/мм²; P_{sh} — твердость горной породы по штампу, МПа/мм². При невозможности испытаний образцов камня этот показатель может быть приближено определен по пределу прочности камня на сжатие σ_{cm} с помощью nomogramm.

Показатель Q хорошо согласуется с технологическим параметром — коэффициентом обрабатываемости K_o , являющимся наиболее распространенным критерием обрабатываемости и представляющим собой отношение технологической производительности рабочего инструмента, достигаемой на эталонном материале (коэльгинском мраморе), к тому же показателю для камней рассматриваемой группы. Данные табл. 20 показывают, что временная классификация камня по пилимости предусматривает подразделение всех горных пород на девять групп пилимости. При этом коэффициент обрабатываемости у камней IX группы равен 0,45, а у камней I группы — 7,2. Из этого следует, что камни, относящиеся к IX группе, обрабатываются в среднем в 16 раз легче, чем камни I группы.

При необходимости перехода с алмазной распиловки на абразивную или твердосплавную следует вводить корректирующие коэффициенты K_k , показывающие во сколько раз снижается производительность обработки или увеличивается трудоемкость обработки (при прочих равных условиях). При переходе на абразивно-штрупсовую распиловку низкопрочных пород $K_k=5$; пород средней прочности — $K_k=2,5$; прочих пород — $K_k=1,5$. При переходе на твердосплавно-дисковую распиловку низкопрочных пород $K_k=4$; пород средней прочности — $K_k=2$. Трудоемкость обработки камня особенно повышают включения кварца, кремния и других твердых пород размером 5 мм и более. Такие включения при обработке могут полностью перекрыть режущую кромку алмазной пилы, препятствуя ее прониканию в камень. В этих случаях прочность породы оказывает значительно меньшее влияние на обрабатываемость, чем твердость включений. Так, некоторые разновидности кибик-кордонского мрамора, имея сравнительно невысокую прочность при сжатии (в среднем 74 МПа), содержат значительное ко-

Таблица 20. Временная классификация камня по пиленности

Категория прочности камня	Группа пиленности	Вид камня	Коэффициент обрабатываемости (по пиленности) K_0	Комплексная твердость Q_c , кг/мм ²	Технологическая производительность (на единицу алмазного инструмента), см ² /мин	
					при дисковой распиловке	при штрансовой распиловке
Прочные	I	Гранит янцевский, токовский, карлахтинский, сколовский, майкульский, черкассарский, кварцит шокшинский	7,2	Свыше 800	100—150	—
	II	Гранит новоданиловский, емельяновский, капустинский, коростышевский, крошенинский, танский	5,1	700—800	150—200	—
	III	Гранит жежелевский, трекратиенский, клесовский, старобабановский, актибинский;	3,6	400—700	200—300	20—40
		Гранодиорит ак-тауский, «орленок»; габбродиабаз рапурческий; габбро спичицкое, голубинское; лабрадорит головинский				
	IV	Базальт паракарский, ровненский	2,6	300—100	300—400	30—40
	V	Мрамор кибик-кордонский, пуштулимский, белогорский, рускеальский, чичканский; туф болниский	1,8	200—300	400—600	40—60

Средней прочности	VI	Мрамор горовский, буровщинский, иджеванский	1,3	150—200	600—800	60—80
	VII	Мрамор коелгинский, казганский, уфалейский	1	100—150	800—1000	80—100
	VIII	Травертин шахтахтинский, вединский; доломит каармасский	0,7	50—100	1000—1500	100—150
	IX	Известняк бодракский, альминский, жетыбайский; туф артикий, октемберянский	0,45	До 50	1500—2500	150—250

личество кварцевых включений, вследствие чего пилить труднее, чем, например, газганские мраморы, прочность которых при сжатии выше (120 МПа). По этой же причине бывает обычно затруднена обработка цветных мраморов, некоторых известняков, брекчий и др.

Существенно влияют на пиломость камня такие его свойства, как вязкость, хрупкость и др. Так, повышенная вязкость затрудняет обработку порфиров, фельзитовых туфов, мигматитов и т. д. Хорошую обрабатываемость режущим инструментом имеют, как правило, однородные мелкозернистые породы, характеризующиеся сравнительно невысокими твердостью и прочностью.

Глава 10. СПОСОБЫ РАСПИЛОВКИ КАМНЯ

§ 35. Классификация и применение способов распиловки камня

Выбор конкретного способа распиловки зависит, главным образом, от прочности камня, а сам способ определяется конструкцией пилы. Среди способов распиловки камня на стационарном оборудовании различается распиловка неармированными и армированными (алмазными и твердосплавными) пилами.

Распиловка камня неармированными пилами, работающими со свободным абразивом, подразделяется на абразивно-штрипсовую и на абразивно-канатную.

В зависимости от вида армированных пил и материала (алмаза или твердого сплава), из которого выполнены их режущие элементы, различается распиловка: штрипсовыми алмазными (алмазно-штрипсовая) и твердосплавными пилами (твердосплавно-штрипсовая), дисковыми алмазными (алмазно-дисковая) и твердосплавными пилами (твердосплавно-дисковая), кольцевыми твердосплавными пилами (твердосплавно-кольцевая), канатными алмазными (алмазно-канатная) и твердосплавными пилами (твердосплавно-канатная), ленточными алмазными пилами (алмазно-ленточная), баровыми алмазными (алмазно-баровая) и твердосплавными пилами (твердосплавно-баровая).

Абразивно-штрипсовую распиловку, а также алмаз-

но-дисковую распиловку используют для прочного камня; алмазно-штрипсовую, алмазно-дисковую, алмазно-канатную — для камня средней прочности, камня низко прочного; алмазно-ленточную — для камня прочного, средней прочности; алмазно-баровую — для камня прочного и средней прочности; твердосплавно-штрипсовую, твердосплавно-дисковую, твердосплавно-кольцевую, твердосплавно-баровую — для низкопрочного камня.

§ 36. Распиловка штрипсовыми неармированными пилами

Распиловка камня с помощью неармированных пил (со свободным абразивом) особенно эффективна при обработке высокопрочных пород — гранитов с повышенным содержанием кварца, кварцito-песчаников, кварцитов, роговиков и др., так как использование алмазного инструмента при этом неэкономично из-за повышенного расхода алмазов и значительной энергоемкости. При дробовой распиловке гранита можно получать крупноразмерные плиты малой толщины (до 12–20 мм). Производительность процесса распиловки на современных широкоставных станках может быть весьма значительной — до 4–5 м²/ч.

При выборе того или иного вида оборудования для конкретных условий распиловки обычно учитывают, что станки с криволинейным движением рамы наиболее просты и экономичны в эксплуатации, характеризуются неизначительной энергоемкостью (в основном в промышленности распространены станки именно этого типа). Наиболее рациональная область их использования — распиловка крупногабаритных ставок на плиты уменьшенной толщины (до 12–15 мм). Станки с прямолинейным движением рамы более производительны, но отличаются повышенными потерями сырья на пропили и энергоемкостью. Предпочтительно использовать эти станки для распиловки прочных пород на плиты-заготовки повышенной толщины (40 мм и более).

Для распиловки камня штрипсовыми неармированными пилами характерна значительная протяженность рабочего цикла по времени (иногда неделя и более). Это объясняется, с одной стороны, малой скоростью внедре-

ния неармированного инструмента в прочную породу с другой стороны, — значительными габаритами распилываемых ставок. Однако, учитывая, что в процессе распиловки участвует значительное число (иногда до 100–120) штруссовых пил и после каждого цикла распиловки получают большое количество плит-заготовок, в целом производительность труда при выполнении этого процесса достаточно высока.

Длительность рабочего цикла распиловки приводит к тому, что рабочий — распиловщик камня выполняет в течение одной смены ограниченный круг технологических операций (их число может возрасти с увеличением количества обслуживаемых станков).

Примерная структура рабочего цикла процесса распиловки камня неармированными штруссовыми пилами приведена в табл. 21.

Весь процесс распиловки складывается из девяти основных операций: комплектация ставки, подготовка станка к работе, запуск станка, начало распиловки (запилование), собственно распиловка (пиление), допиливание, остановка станка, разборка ставки и уборка рабочего и околостаночного пространства. Для повышения коэффициента использования машинного времени станка (см. § 23) две операции — комплектацию и разборку ставки — следует осуществлять одновременно с выполнением других операций, используя для этого резервные станочные тележки (эти операции выполняют подсобные рабочие). Поэтому время, затрачиваемое на эти операции, не включают в общее время рабочего цикла.

Комплектация ставки (подбор и установка на станочной тележке блоков, предназначенных для распиловки) — важнейшая подготовительная операция процесса распиловки, существенно влияющая на его эффективность, поскольку от нее в значительной мере зависят такие важные показатели, как производительность станка, выход пиленых плит-заготовок, качество распиловки, расход режущего инструмента.

Комплектацию ставки начинают обычно с подбора блоков на складе блочного сырья. Если выбранный блок имеет существенные отклонения от требуемых размеров и формы, производят его пассировку с помощью ручных перфораторов, стационарных установок строечного бурения или термоинструмента. Ставка комплектуется блоками (обычно 1–4 шт.) так, чтобы максимально запол-

Таблица 21. Примерная структура рабочего цикла процесса распиловки камня штруссовыми неармированными пилами и баланс рабочего времени

Основная операция	Длительность операций и их элементов (ориентировочно)	
	мин	% общего времени цикла
Комплектация* ставки:		
подбор и подготовка блоков для комплектации ставки (из складе блочного сырья)	150–260	
доставка блоков в зону комплектации ставки	12–20	
транспортирование станочной тележки в зону комплектации ставки	15–30	
транспортирование станочной тележки в зону комплектации ставки	8–12	
подготовка станочной тележки к комплектации (укладка брусьев, при необходимости заливка подстилающего слоя)	12–20	
установка блоков на станочную тележку	13–20	
выравнивание раствором верхней и боковых граней ставки (при необходимости)	80–140	
транспортирование ставки к распиловочному станку	10–18	
Подготовка станка к работе:	245–865	6,2
установка (переустановка) штруссовых пил	200–800	
подготовка абразивной пульпы	22–30	
чистка рабочего и околостаночного пространства	5–10	
проверка готовности станка к работе	15–20	
установка станочной тележки со ставкой в рабочем пространстве станка	3–5	
Запуск станка:	20–30	0,3
подача предупредительного сигнала	1	
включение пульта управления	2	
включение механизма ускоренной подачи	1	
подвод постава пил к верхней грани распиливаемой ставки	3–6	
включение главного привода механизма перемещения распределителя пульпы и насоса подачи пульпы	2–4	

Продолжение табл. 21

Основная операция	Длительность операций и их элементов (ориентировочно)	
	мин	% общего времени цикла
установка механизма рабочей подачи на требуемое значение	2	
включение механизма подачи и дозатора дроби	2	
установка дозатора дроби на требуемый расход дроби	2	
контроль абразивной пульпы	5—10	
Начало распиловки (запиливание):	300—1200	8,5
ведение процесса запиливания	300—1200	
контроль за правильностью ведения технологического процесса	В течение всей операции	
Собственно распиловка (шлифование):	2400—11 000	76,3
проверка натяжения штруновых пил	10—15	
увеличение скорости рабочей подачи до рациональных значений	40—60*	
ведение процесса распиловки	2200—10 500	
контроль правильности ведения технологического процесса	В течение всей операции	
подтяжка пил**	10—20	
очистка (восстановление) абразивной пульпы	5—10*	
подрезка пил**	100—400	
раскланивание ставки, обвязка блоков***	20—40	
Допиливание:	130—1020	6,5
установка механизма рабочей подачи на пониженные значения	2—5	
дополнительное крепление ставки (при необходимости)	8—15	
ведение процесса допиливания	120—1000	
контроль за правильностью ведения технологического процесса	В течение всей операции	
Остановка станка:	70—180	1,4
отключение механизма рабочей подачи	2	
перекачка абразива из зумифа в рекуперационную емкость	5—8	
промывка ставки	20—90	
подъем пильной рамы с переуставкой клиньев и обвязки	30—60	

Продолжение табл. 21

Основная операция	Длительность операций и их элементов (ориентировочно)	
	мин	% общего времени цикла
отключение систем автоматики и цепи управления	3—5	
расфиксация станочной тележки	5	
выкатывание станочной тележки со ставкой из рабочего пространства станка	5—10	
Разборка ставки*:	70—210	
установка опорного приспособления	5—10	
придание наклонного положения станочной тележке с распиленной ставкой	5—10	
дополнительная фиксация ставки в наклонном положении (при необходимости)	10—15	
снятие стоек-упоров со станочной тележки	5	
попутчная разборка плит-заготовок с их сортировкой и переносом на поддоны (стеллажи)	40—160	
уборка окола в кюбели***	5—10	
Уборка рабочего и околостаночного пространства:	70	0,8
промывка станка и зумифа	30	
очистка верхнего приемника	10	
чистка узлов станка	10	
уборка околостаночного пространства	15	
выгрузка отходов распиловки из кюбеля в автотранспорт	5	
Итого	3230—14 360	100

* Операции, выполняемые одновременно с основными (при наличии резервных станочных тележек), не входят в общее время рабочего цикла.

** В состав технологической операции входит: остановка станка, отключение подачи пульпы, подъем пильной рамы, включение станка и т. д.

*** Кюбель — специальная емкость для сбора и хранения отходов камнеобработки.

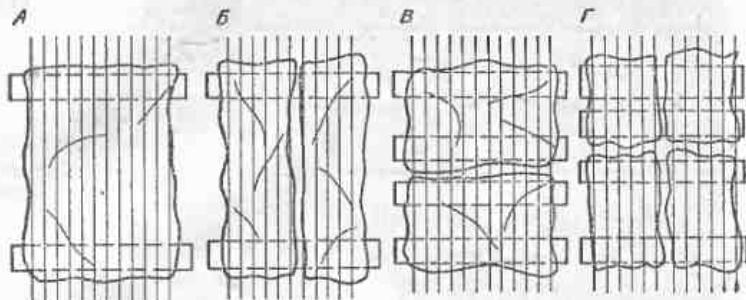


Рис. 67. Рациональные варианты комплектации ставок

нить рабочие габариты распиловочного станка. Наиболее целесообразные схемы комплектации ставок показаны на рис. 67, а варианты типоразмеров блоков применительно к наиболее распространенным моделям распиловочных стапков — в табл. 22.

Таблица 22. Рекомендуемые варианты типоразмеров блоков для комплектации ставок

Тип (модель) распиловочного стапка	Максимальные (паспортные) размеры распиливаемых блоков, мм			Рациональные размеры блоков для формирования ставок, мм			Количество блоков в ставке, шт.	Обозначение схемы на рис. 67
	длина	ширина	высота	длина	ширина	высота		
1925	2800	1400	1400	2800	1400	1400	1	А
				1400	1400	1400	2	Б
				2800	800	1400	2	В
				1400	700	1400	4	Г
CMP-043 (CMP-043A)	2800	2000	1600	2800	2000	1400	1	Д
				1400	2000	1400	2	Б
				2800	1000	1400	2	В
				1400	1000	1400	4	Г
Супер-БРА	2800	2200	2000	2800	2200	2000	1	А
				1400	2200	2000	2	Б
				2800	1000	2000	2	В
				1400	1000	2000	4	Г

Рекомендуемые схемы комплектации ставок и размеры входящих в них блоков обеспечивают модульность блоков (практически 5—6 типоразмеров на все основные

модели распиловочных стапков), что позволяет организовать централизованный подбор и пассировку блоков.

При формировании ставок блоки, входящие в ставку, должны подбираться из камня одной породы примерно одинаковой обрабатываемости. Допускается комплектация ставки блоками гранита разных месторождений (участков) при условии использования схемы В (см. рис. 67). Блоки, составляющие ставку, должны иметь примерно равную высоту (максимальные отклонения по высоте не более 150 мм) и, по возможности, ровные боковые грани. Установка блоков в ставку должна исключать их взаимное смещение при распиловке. При установке блоков в ставку по схеме В (см. рис. 67) расстояние между блоками не должно превышать $\frac{1}{2}$ длины хода пильной рамы станка. В случае, когда верхняя и нижняя грани блока значительно отличаются по площади, блок следует устанавливать на меньшую грань, обеспечивая тем самым отрицательный угол откоса. При обнаружении трещины блок необходимо ориентировать в ставке таким образом, чтобы плоскость трещины была параллельна плоскостям намечаемых пропилов.

Перед установкой блоков (или одного блока) на дно станочной тележки необходимо уложить в поперечном направлении брусья из твердых пород дерева сечением 300×150 мм с расстоянием между ними примерно 800 мм (рис. 68, а, б).

Подготовленные к комплектации блоки с помощью крана устанавливают на уложенные в станочной тележке брусья, а затем фиксируют в требуемом положении с помощью клиньев длиной 500 мм из древесины твердых пород. Клины, фиксирующие каждый блок ставки и несущие его массу, должны размещаться на брусьях по углам блока в четырех точках, равномерно воспринимая нагрузку, что проверяется простукиванием зажатых клиньев кувалдой. Недопустимо раскачивание блоков на клиньях, так как это ведет к проседанию блоков в процессе распиловки, ослаблению крепления камня и к браку.

Качество крепления блоков ставки значительно повышается при использовании наряду с деревянными брусьями и клиньями «маяков» из высокопрочного гипса (ТУ МПСМ З1-57), соединяющих основания блоков с брусьями. Применение для этой цели скоб, штырей и других металлических предметов недопустимо, так как они нару-

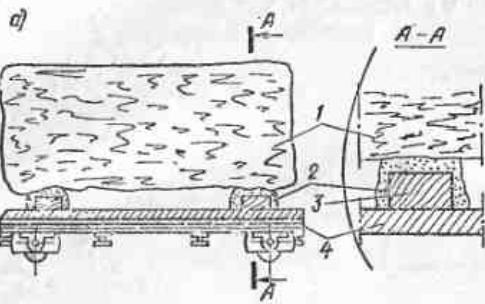
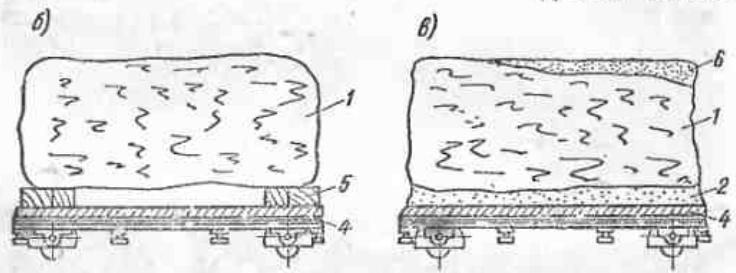


Рис. 68. Варианты крепления блоков (стavок) гранита на станочной тележке

a — с помощью деревянных брусьев и высокопрочного гипса; *b* — с помощью деревянных клиньев; *c* — замоноличиванием цементирующим составом



с выравниванием верхней грани; 1 — распиливаемый блок; 2 — цементирующий состав; 3 — деревянный брус; 4 — станочная тележка; 5 — деревянные клинья; 6 — выравнивающий слой гипса

шают целостность блоков, мешают их распиловке и могут существенно повредить пилы.

При недостаточно ровной постели (нижней грани) блока ее необходимо замонолитить для обеспечения устойчивости блока при распиловке, используя различные цементирующие составы, например гипсоопилочную или бетонную смесь. Предпочтительно применение гипсоопилочной смеси, позволяющей замоноличивать блоки в ставке за 1—2 ч до начала распиловки. Рекомендуемый состав гипсоопилочной смеси: гипс марки 400 (ТУ МПСМ 31-57), песок и древесные опилки в соотношении 2 : 1 : 1. Цементирующий состав заливают в специально устраиваемую деревянную опалубку.

Если верхняя грань блока недостаточно ровна и горизонтальна, то ее заливают выравнивающим слоем гипса для лучшего поступления в пропилы абразивной пульпы во время запиливания (рис. 68, *c*). При значительных перепадах высот поверхности верхней грани (100 мм

и выше) ее выравнивают отдельными участками-ступенями размером не менее 300 мм, что способствует экономии материала и трудозатрат.

Целесообразно также выравнивать слоем гипса и боковые грани блока при значительном их отклонении от прямого угла, т. е. когда ширина блока в верхней части меньше, чем в основании. Это позволяет предупредить брак и увеличить выход пиленных плит-заготовок за счет более полного использования боковых граней блока (сохранение значительного уклона боковых граней может вызвать отклонение плоскости пропила от вертикали и стать причиной брака). Для этих целей используют гипс прочностью 15—40 МПа — высокопрочный (ТУ МПСМ 31-57), формовочный (ТУ МПСМ 30-57), высокообжиговый гидравлический (ТУ МПСМ 4-44) и отделочный гипсовый цемент (ТУ 5-44).

Высота заливки гипсом обычно 30—50 мм. При механизированной заливке используют емкость объемом 100—200 л, а при ручной — 10—20 л. Расход гипса составляет в среднем 200—400 кг на одну ставку.

После установки блоков, входящих в ставку, станочную тележку транспортируют к распиловочному станку и закатывают в его рабочее пространство, фиксируя тележку с помощью специальных креплений (пильная рама должна быть предварительно поднята в верхнее крайнее положение).

Подготовка станка к работе обычно состоит в установке (переустановке) штريфовых пил в раме станка, подготовке абразивной пульпы, чистке рабочего и околостаночного пространства, проверке готовности станка к работе и установке станочной тележки со ставкой в рабочем пространстве станка. Выполнение всех перечисленных операций, однако, необязательно в каждом рабочем цикле процесса распиловки. Так, рабочий инструмент на распиловочный станок обычно устанавливают только в порядке замены изношенных пил. Исследования показали, что при каждой подготовке станка следует проверять правильность установки пил, которая могла быть нарушена в предыдущий период работы станка. Переустановка инструмента на станке может потребоваться, например, при переходе на распиловку плит-заготовок другой толщины.

В состав работ по установке (переустановке) штраффовых пил входят: доставка (краном или электрокаром)

комплекта новых пил, разборка (полная или частичная) изношенных и вышедших из строя пил путем разрезки их электросваркой, отделения от пил натяжной оснастки (тяг-хомутов и клиньев) и ее очистки от налипшей пульпы и, наконец, монтаж штрапсовых пил в раме станка. Особенности выполнения этой операции, а также способы контроля за правильностью установки пил подробно изложены в § 26.

Подготовку абразивной пульпы производят обычно при вводе в эксплуатацию нового станка, при возобновлении эксплуатации станка после значительного перерыва, например после ремонта, или при запуске станка после очистки и промывки зумпфа (приямка). Использование абразивной пульпы рационального состава позволяет обеспечить наилучшие условия распиловки с максимальной производительностью труда и экономным расходованием материалов.

Истинная плотность пульпы должна быть 1600—1800 кг/м³. Ориентировочное¹ содержание компонентов на 1 м³ пульпы, кг: работоспособная дробь (диаметром 0,4—0,5 мм и выше) 80—250, известь гашеная 100—200, шлам 900—1000, вода 500—650.

Техническая дробь, входящая в состав пульпы, может быть марок ДЧЛ, ДЧК, ДСЛ, ДСК, ДСР, ДСЛБ (ГОСТ 11964—81Е) номеров 0,8—1,5 (соответственно диаметром 0,7—1,6 мм). При этом для станков с криволинейным движением инструмента, использующих наиболее тонкие пильы (толщиной 3,5—4 мм), применяют дробь номеров 0,8—1 (диаметром 0,7—1,2 мм), а для станков с прямолинейным движением инструмента (толщина пиль 6 мм) — дробь номеров 1,2—1,5 (диаметром 1,2—1,6 мм). Хорошее качество распила обеспечивают смеси литой дроби (70—75 %) с колотой или рубленой (25—30 %).

Особое внимание следует обращать на необходимость тщательной подготовки дроби. Как правило, на камнеобрабатывающие предприятия поступает абразивная масса значительной крупности (диаметр отдельных зерен и спекшихся кусков-конгломератов в 3—5 раз превышает максимально допустимый). Это требует проведения комплекса специальных подготовительных операций, включающих предварительный рассев дроби,

¹ Более точный состав компонентов пульпы применительно к конкретным производственным условиям устанавливают опытным путем.

дробление ее в валковой дробилке (например, модели ТД200×125) и сортировку на грохоте ГВ-06. Хранят дробь в цилиндрических силосных емкостях-банках, добавляя в нее незначительное количество дизельного топлива или другой аналогичной смазочной жидкости для предотвращения слеживания абразивной массы.

Использование гашеной извести в составе абразивной пульпы не обязательно, тем не менее этот компонент в процессе распиловки обеспечивает требуемое сгущение пульпы (для более равномерного распределения дроби в пропиле), а также предотвращает появление на поверхности пильных плит ржавых пятен оксидов железа (от контакта камня с пилами и дробью в условиях высокой влажности). На некоторых предприятиях вместо извести применяют бентонит (разновидность глины с высокими коллоидными и сорбционными свойствами), однако использование этого компонента менее эффективно.

Подготовку абразивной пульпы начинают с приготовления рабочего раствора. С этой целью специальный бак-смеситель заполняют чистой водой, в нее добавляют гашеную известь в количестве примерно 100—150 кг на 1 м³ воды. Плотность известкового раствора контролируют с помощью ареометра (она должна составлять 1150—1200 кг/м³). Раствор заливают в зумпф до уровня отметки, обеспечивающего нормальное погружение насоса, затем опускают насос в исходное положение, включают его и производят обкатку в течение примерно 1 ч. После этого зумпф загружают дробью, количество которой в 1 м³ пульпы должно составлять 80—250 кг (дробь должна быть подвергнута предварительному просеву).

Перед проверкой готовности станка к работе необходимо произвести чистку рабочего и околостаночного пространства — уборку грязи и различных предметов, появившихся в процессе установки пил и подготовки абразивной пульпы. Чистка на данной стадии не является длительной по времени (5—10 мин).

Проверка готовности станка к работе разделяется на предварительную и окончательную. В процессе предварительной проверки обследуют состояние крепежных деталей и клиновременной передачи, проверяют уровень масла в редукторах, надежность болтовых соединений, в том числе креплений траверсы, подвесок пильной рамы, главного привода, механизма подачи, распределителя абразива, контргрузов и ползунов; определяют готовность

электрооборудования, исправность заземления и световой сигнализации; убеждаются в отсутствии посторонних предметов в рабочем пространстве станка и на пильной раме. Особое внимание при этом обращают на правильность установки и натяжения штруповых пил (если этот этап не предшествовал данным работам), на проверку исправности системы подачи абразивной пульпы и на наличие ограждений станка. При наружном осмотре станка проверяют также наличие смазки в смазочных точках, достаточность затяжки болтов и т. д. При отрицательных результатах проверки станок запускать нельзя.

Окончательная проверка готовности станка к работе производится на холостом ходу. В процессе ее определяют правильность взаимодействия всех узлов кинематической схемы станка; исправность всех подшипников; наличие смазки в подвижных соединениях; плавность рабочей подачи; исправность системы подачи абразивной пульпы, а также всех кнопок и рукояток на пульте управления.

В завершение рассматриваемой стадии необходимо поднять на ускоренной подаче пильную раму на максимально возможную высоту и закатить станочную тележку с установленной на ней ставкой в рабочее пространство станка, пользуясь (в зависимости от конструктивных особенностей станка) ручным рычагом, ключом-трещоткой, насаживаемым на головку оси заднего ходового колеса тележки, или специальной лебедкой. В заключение фиксируют тележку в рабочем пространстве станка посредством винтовых распорных устройств или клиньев. Эту операцию следует выполнять с особой тщательностью, так как недостаточно жесткое крепление тележки приведет к ее раскачиванию вместе с камнем в процессе работы, что отрицательно скажется на износстойкости инструмента и качестве распиловки.

Запуск станка начинается с включения пульта управления после подачи предупредительного сигнала. Сначала включают механизм ускоренного опускания пильной рамы (холостой ход) и подводят постав штруповых пил к верхней грани распиливаемой ставки, оставляя минимальный зазор 5—10 мм между наиболее выступающими участками камня и рабочей поверхностью пил. При работе на станках, имеющих широкий диапазон регулирования рабочих подач (СМР-043 и др.), опускание

пил на блок производят в два приема: сначала механизмом ускоренной подачи подводят пилы на расстояние 30—40 мм от поверхности камня, затем, переключив привод механизма ускоренной подачи на скорость рабочей подачи 250—300 мм/ч, опускают пилы до легкого касания с наиболее выступающими участками верхней грани блока.

Далее последовательно включают главный привод (механизм качания пильной рамы), механизм перемещения распределителя абразивной пульпы. После этого необходимо установить механизм подачи на требуемое (пониженное) значение скорости рабочей подачи в соответствии с рекомендациями табл. 23, включить механизм подачи и дозатор дроби, установив расход дроби в пределах 7—8 кг/ч.

На этом этапе работы рекомендуется произвести корректировку консистенции и состава пульпы, произведя отбор пробы в мерную кружку и оценив плотность пульпы взвешиванием.

Начало распиловки — запиливание ведется с момента первого касания штруповыми пилами наиболее выступающих участков на верхней грани распиливаемой ставки до заглубления пил в камень на 2/3 их полной высоты, т. е. примерно на 70—100 мм. Этот этап характеризуется работой с уменьшенной скоростью подачи (см. табл. 23) и повышенным содержанием дроби в пульпе для того, чтобы избежать увода пил на начальной стадии распиловки и тем самым обеспечить плоскость поверхности пиленных плит.

При запиливании надо особенно тщательно следить за поступлением абразивной пульпы под работающие пилы. Равномерное снабжение пульпой всех работающих пил осуществляется путем регулировки распределителя абразива. Плотность пульпы в этот период должна быть не ниже 1800 кг/м³. Для повышения густоты пульпы при насосной системе подачи необходимо спилить ее напор, а при эжекторной системе подсыпать сюжком или лопатой на верхнюю грань блока новую порцию дроби.

Особое внимание распиловщик камня в процессе запиливания должен уделять состоянию штруповых пил и контролю за прямолинейностью пропилов. При обнаружении перекоса отдельной пилы необходимо немедленно выключить механизм рабочей подачи, поднять пильную раму, выключить станок и подтянуть пилу.

Таблица 23. Рациональная скорость работы подачи при распиловке камня штритсомами на мраморных пильах

Номер позиции	Вид распилываемого камня	Скорость рабочей подачи, мм/ч, для групп раструбогодочных станков		Относительный коэффициент обрабатываемости	Скорость образования поверхности пропила (на 1 пильу), см/мин, для групп раструбогодочных станков	
		I (1925, МЗС-2, СМР-043, СМР-043А, ЛВГ)	II (Супер-Бра, Интеркац, Алладжо, Пичато)		I	II
I	Гранит янцевский, токовский, карлахтинский, майкульский, соколовский, кварцит шокшинский; мигматит глущинецкий	25—30(10)	10—12(5)	2,1	9,5	5
II	Гранит ново-даниловский, емельяновский, капустинский, крошинский, чаркасарский, сюскиянгаарский, коростышевский, танский, актобинский, савосайский, кудрайский, кандинский	35—40(15)	15—20(10)	1,3	15,4	8
III	Гранит жежелевский, трикратинский, калесовский, старобалыновский, избербальский, сибирский; гранодиорит «Орленок», ак-тауский; габбро-диабаз рол-рученский	45—50(20)	25(10)	1	20	10,5
IV	Габбро и лабрадорит голонинские; тешенит кургебский; базальт паракарский, скрипкин	60—80(30)	30—40(15)	0,7	28,6	15

Примечания: 1. В скобках указана скорость рабочей подачи при запилывании.

2. Приведенные скорости рабочей подачи рекомендуются при установке на станках I группы скорость может быть увеличена на 25 %, на станках II группы — уменьшена на 25 %.

Вторая стадия распиловки — собственно распиловка начинается после полного внедрения всех пил в камень на глубину 70—100 мм. Для этой стадии характерна работа в рациональном (оптимальном) технологическом режиме, обеспечивающем максимальную производительность труда при высоком качестве распиловки.

Сначала проверяют натяжение штрафсовых пил и при необходимости подтягивают их, затем увеличивают скорость рабочей подачи станка до рациональных значений (см. табл. 23). Выполняют эту операцию постепенно, повышая скорость рабочей подачи на 8—10 мм/ч через каждые 15—20 мин.

На станках с автоматическим регулированием скорости рабочей подачи (Империал, Супер-Бра и др.) необходимо установить избиратель управления на автоматическую подачу, отрегулировав необходимый режим загрузки главного электродвигателя.

Правильность загрузки станка в процессе распиловки контролируют по показаниям амперметра электродвигателя качания пильной рамы, учитывая, что номинальная нагрузка на главный привод должна составлять: у станков СМР-043 и СМР-043А — 70, 1925 — 90, Супер-Бра — 35 А.

В процессе распиловки надо следить за расходом абразивной пульпы и правильным соотношением ее компонентов. Оптимальный расход (подача) пульпы составляет 15—20 м³/ч при истинной плотности 1600—1800 кг/м³.

Несоблюдение рациональных соотношений компонентов абразивной пульпы снижает эффективность распиловки камня. Так, недостаток воды может привести к перегреву пил (над блоком появляется пар), что вызывает их коробление и более быстрый износ. При избытке воды дробь преждевременно выносится из пропила, не выполнив полезной работы. Чрезмерное содержание в пульпе шлама затрудняет работу дроби на дне пропила, а его недостаток приводит к неравномерному распределению дроби в пропиле.

Наиболее точную оценку состава и плотности абразивной пульпы обеспечивает систематический отбор проб со станка, осуществляемый не реже 2 раз в течение смены работниками заводской лаборатории или службой технолога предприятия. Пробы пульпы отбирают непосредственно из-под распределителя абразива или из на-

гнетательного шланга (через кран-заслонку) в стеклянnyй мерный стакан емкостью 1 л с ценой деления не более 1 мм. Переполнение пульпой стакана при отборе пробы не допускается, так как это приводит к искажению плотности и состава пульпы. Пробу взвешивают и определяют соотношение основных компонентов пульпы. Взвешивание пробы производят на технических либо лабораторных весах (погрешность измерения $\pm 0,5$ г). По измеренной массе пульпы Q и объему пробы V вычисляют ее истинную плотность ρ_u , кг/м³:

$$\rho_u = Q/V.$$

Соотношение основных компонентов пульпы определяют путем ее отстаивания в мерном стакане (5—10 мин) с последующим замером (по делениям шкалы стакана) границы между жидкой и твердой фазами пульпы.

Если из-за содержания большого количества глинистых (илистых) частиц осветлить пульпу в мерном стакане не удается, то ее после взвешивания проциклируют через плотную ткань, высушивают твердую фазу и производят ситовой анализ. Данные по результатам отбора и анализа проб пульпы незамедлительно передаются мастеру цеха и распиловщику камня для оперативной корректировки технологического процесса.

Кроме лабораторного контроля состава пульпы, распиловщик камня должен осуществлять систематическое наблюдение за ее качеством, обращая внимание на цвет пульпы (при нормальном составе пульпа должна быть темно-серой или коричнево-серой); звук работающего инструмента (при нормальном содержании дроби в пульпе пилы издают шуршащий или шипящий звук, а при снижении содержания дроби появляется характерный скрип от трения стали о камень); густоту пульпы (визуально, при нормальном соотношении компонентов и рациональной плотности пульпа имеет сметанообразную консистенцию).

Корректировку состава и плотности пульпы осуществляют путем регулирования подачи дроби дозатором, удаления промывкой излишней части шлама (наиболее мелкого), добавками гашеной извести, воды и других компонентов.

Регулирование подачи (расхода) свежей дроби дозатором осуществляется различным способом в зависимости от конструктивного исполнения дозатора. На станках

Супер-Бра и Супер-Макс, оснащенных полуавтоматическими электродозаторами, расход дроби регулируется установкой специального эксцентрика на один из 12 зубков механизма, причем каждому зубу соответствует определенный расход дроби: 1-му зубу — 1,4 кг/ч; 2-му — 2,8; 3-му — 4,5; 4-му — 6,1; 5-му — 7,7; 6-му — 9,5; 7-му — 11,3; 8-му — 13; 9-му — 14,6; 10-му — 15,8; 11-му — 17,2 и 12-му — 19 кг/ч.

В процессе распиловки следует периодически производить очистку абразивной пульпы с добавлением (при необходимости) гашеной извести (периодичность очистки пульпы и количество добавляемой извести уточняются практическим путем). Пульпу очищают в процессе распиловки, не останавливая станок и не прекращая подачу абразива. Для этого медленно открывают вентиль 5 (см. рис. 15, б) до полного заполнения пульпой классификатора 4; вентиль 7 слегка приоткрывают, давая возможность поступления в зумпф 10 наиболее тяжелой части пульпы с работоспособной дробью. Кран 2 во время заполнения классификатора пульпой открывают, обеспечивая подачу в классификатор чистой воды для промывки пульпы. Непригодная для дальнейшего использования наиболее легкая часть пульпы, содержащая, главным образом, мелкий шлам, сбрасывается через открытый вентиль в слив 3 классификатора. Затем полностью открывают вентиль 7, промывают классификатор 4, после чего вводят в зумпф 10 известковый раствор, добавляя при необходимости воду.

Описанную процедуру очистки (обогащения) абразивной пульпы повторяют обычно через 4—8 ч (для конкретных условий распиловки это время уточняется опытным путем). Количество добавляемой извести рассчитывают исходя из укрупненной нормы ее удельного расхода на 1 м² поверхности пропила (~ 5 кг/м²), что также подлежит уточнению на производстве.

На станках с системой подачи пульпы, оснащенной автоматическими классификаторами (Супер-Бра, Супер-Макс и др.), периодичность повторных циклов очистки пульпы значительно чаще. Она предусматривается специальной программой с учетом характера распиливаемого камня и его пиломости: граниты труднообрабатываемые с высоким содержанием кварца — 45 мин; граниты средней трудности обработки с умеренным содержанием кварца — 30 мин; граниты относительно легкообрабатыва-

ваемые с низким содержанием кварца, диориты, габбро, лабрадориты и т. д. — 20 мин.

Необходимо помнить, что распиловка камня штрапсовыми неармированными пилами сопровождается неравномерным износом инструмента (см. рис. 62, *вверху*). Характерно, что по мере работы пил в их центральной части образуются углубления, длина которых непрерывно растет и при определенной величине, равной длине распиливаемой ставки плюс длина хода пильной рамы, становится постоянной. Это приводит к возникновению ударов в крайних положениях рамы, так как неизношенная часть пилы вступает во взаимодействие с торцевой гранью распиливаемого камня. В результате может произойти заклинивание инструмента в пропилах, увод пил, смещение блока на станочной тележке и т. д. Поэтому рекомендуется производить регулярную подрезку штрапсовых пил с помощью электросварочного аппарата (не снимая их с рамы станка), искусственно увеличивая длину изношенной части пил на 200—400 мм.

В процессе распиловки необходимо осуществлять тщательный контроль за износом пил¹. Обычно линейный износ штрапсовых пил (по высоте) прямо пропорционален высоте образованного пропила (см. рис. 62, *внизу*). Износ протекает нормально, если соотношение между упомянутыми показателями находится в пределах от 1/12 до 1/26. Штрапсовая пила подлежит замене при износе ее центральной части на 65—70 % первоначальной высоты.

На станках, оснащенных механизмом регулирования длины шатуна (см. § 19), для снижения влияния дезоксиали на процесс распиловки рекомендуется примерно через каждые 300 мм опускания пильной рамы корректировать длину шатуна, укорачивая или удлиняя его с помощью регулировочной гайки.

Контролируя правильность ведения процесса распиловки, необходимо уделять максимальное внимание соблюдению прямолинейности пропилов. Нарушение прямолинейности пропила (так называемый запил) является следствием увода пил в процессе пиления, что, в свою очередь, ведет к снижению качества распиловки и браку (появлению волнистости и пропеллерности поверхности пропила, клиновидности плит и т. д.). К причинам об-

разования запилов относятся недостаточное натяжение пилы, деформация режущей кромки пилы из-за плохой ее вальцовки, чрезмерная скорость рабочей подачи, недостаток или избыток свободного абразива.

Для предупреждения брака необходимо устранять причины увода пил и не допускать дальнейшего развития уже возникшего запила. При обнаружении запила следует немедленно прекратить пиление, приподнять раму с поставом пил, дополнительно натянуть пилы и вновь пройти участок запила с большим количеством абразива на малой скорости рабочей подачи.

Важный фактор стабильности заданных рациональных режимов распиловки — предотвращение засорения системы подачи абразивной пульпы. Во избежание попадания в верхний приемник крупных предметов (окола, щебня, кусков дерева, осколков абразивного инструмента, металлических предметов, ветоши и т. д.), что может привести к засорению распределителя абразива и к заклиниванию насоса, необходимо следить за состоянием решеток в верхнем приемнике станка.

Следует систематически очищать верхний приемник, проверяя при этом состояние решетки. Отверстия решетки не должны превышать 8—10 мм. При повреждении решетки необходимо отремонтировать или заменить.

При распиловке блоков, верхняя грань которых шире нижней, боковые плиты иногда отпиливаются раньше, чем закончена общая распиловка. В таких случаях необходимо остановить станок и вытащить отпиленные плиты, зажатые между пилами.

Распиловка замоноличенных ставок, а также ставок, имеющих незамоноличенную, но достаточно ровную постель, должна производиться без недопилов. В этом случае для предотвращения разваливания ставки блок после распиливания на 70 % высоты раскленивается деревянными продольными балками, забиваемыми между боковыми гранями блока и специальными упорами на станочной тележке. Одновременно сверху в пропилы вбиваются деревянные клиньшки в двух—трех точках на пропил для того, чтобы предотвратить сближение плит после распиловки (рис. 69).

Завершающая стадия распиловки — довиливание (пиление последних 80—100 мм высоты ставки) производится при пониженной скорости рабочей подачи, составляющей обычно 40—50 % оптимальных значений.

¹ Основные методы контроля подробно изложены в § 45.

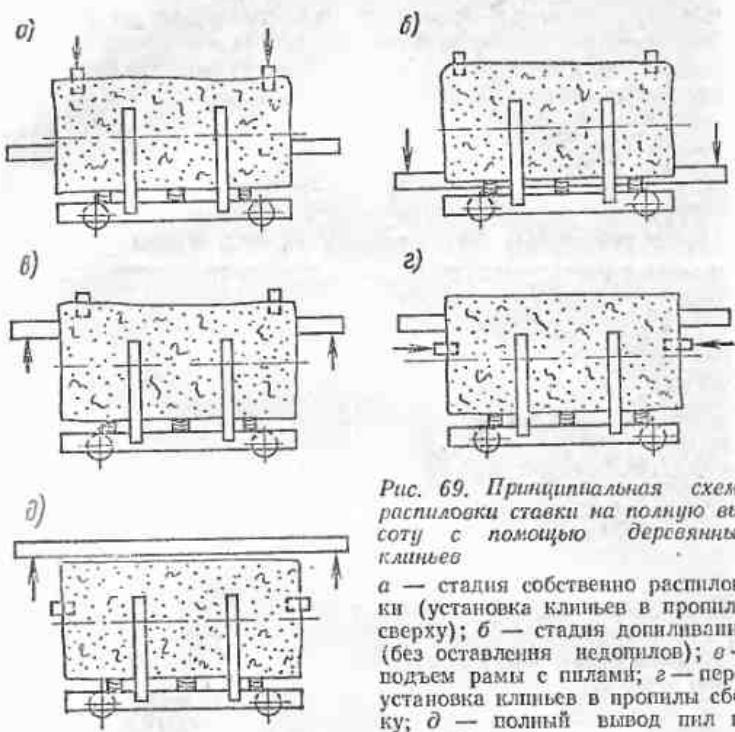


Рис. 69. Принципиальная схема распиловки ставки на полную высоту с помощью деревянных клиньев

а — стадия собственно распиловки (установка клиньев в пропилы сверху); б — стадия допиливания (без оставления недопилов); в — подъем рамы с пилами; г — перестановка клиньев в пропилы сбоку; д — полный вывод пил из пропилов

Дробь в пульпу не добавляется (дозатор отключают). Основное внимание на этой стадии уделяют состоянию распиливаемой ставки, предотвращению разваливания пиленых плит. Для этого, кроме описанных ранее мер, производят дополнительное боковое защемление блоков деревянными брусками (клиньями), обвязку нижней части ставки (непосредственно над пилами) отожженной проволокой диаметром 3—6 мм или стальной цепью.

При дополнительном креплении ставки необходимо следить, чтобы не произошло смещение блока относительно штраповых пил.

Распиловка считается законченной, если ставка распилена на всю высоту, без недопилов. В виде исключения допускается оставление минимального недопила (20—30 мм) для ставок с недостаточно ровной нижней гра-

нией, а также при обнаружении в процессе распиловки трещины в камне.

Остановка станка — целый комплекс технологических приемов и переходов, связанных с прекращением его работы. По окончании распиловки отключают механизм рабочей подачи и прекращают подачу пульпы на ставку (см. рис. 15, б), перекачивая абразив из зумпфа в рекуперационную емкость (при этом соответственно перекрывают вентиль 10 и открывают 11). Далее включают механизм подъема пильной рамы и производят ее подъем с непрекращающейся подачей насосом через распределитель абразива чистой воды на верхнюю грань ставки и при работающем главном приводе, т. е. при качании пильной рамы.

По мере заполнения зумпфа водой ее периодически откачивают насосом в систему оборотного водоснабжения или в канализацию. При этом насос должен быть предварительно приподнят на 150—200 мм относительно своего рабочего уровня для предотвращения выноса из зумпфа дроби.

По достижении поставом пил обвязки отключают механизмы подъема и качания пильной рамы, заканчивая подачу воды на ставку: снимают обвязку и перекрепляют ее ниже постава пил. Затем вновь включают механизм качания рамы и механизм ее подъема, поднимая пилы до верхних распорных деревянных клиньшков, вновь отключают механизмы подъема и качания рамы, удаляют клиньшки с верхней грани ставки, забивая их в пропилы торцевых граней (спереди и сзади ставки), ниже постава пил. После этого включают механизм подъема пильной рамы и производят ее окончательный подъем на максимально возможную высоту. Если станок имеет распределитель абразива с регулируемым уровнем, его необходимо поднять на максимальную высоту до подъема пильной рамы. Вслед за этим необходимо включить вводный автомат и автоматические выключатели приводов, а также цепи управления. После этой процедуры открывают ворота, тщательно промывают ставку водой из шланга, удаляя остатки пилама и дроби из пропилов и производят раскрепление станочной тележки, выкатывая ее из рабочего пространства станка (рис. 70).

Разборка ставки производится и специально отведенной для этой операции зоне, которая в зависимости от

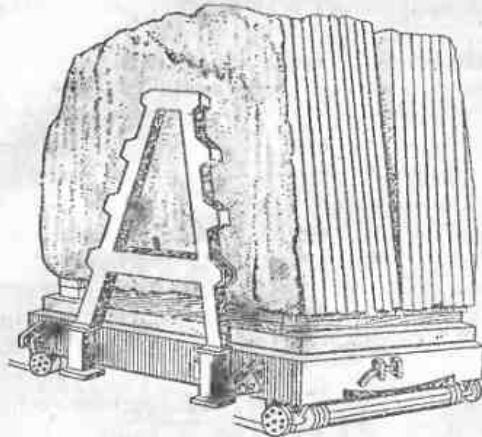


Рис. 70. Общий вид станочной тележки с распиленной ставкой

планировки цеха может располагаться непосредственно вблизи распиловочного станка или находиться от него на некотором удалении. В последнем случае операции разборки предшествует доставка ставки в зону разборки, которая осуществляется обычно с помощью передаточной тележки или крана. Разбирает ставку обычно бригада такелажников (распиловщик камня в это время занимается уборкой рабочего места и очисткой станка).

Сначала выбирают одну из боковых граней ставки, обеспечивающую наилучший доступ к распиленным плитам. С противоположной стороны ставки устанавливают опорное приспособление, после этого с помощью крана придают тележке с распиленной ставкой наклонное положение, подкладывая под приподнятую сторону тележки деревянные простоянки (угол наклона ставки в сторону опорного приспособления должен составлять 5–7°). Далее необходимо проверить надежность закрепления ставки в наклонном положении и при необходимости принять дополнительные меры против самопроизвольного разваливания ставки (установка клиньев в необходимых местах, подкладок, дополнительная обвязка и т. д.).

Убедившись в надежности закрепления распиленной ставки в наклонном положении, убирают освободившиеся стойки-упоры на тележке со стороны разборки ставки (при необходимости отбивают боковую грань блока и снимают ее краном с тележки), поштучно снимают пли-

ты-заготовки краном с клацкевым захватом или винтовым зажимом с установкой их на ребро на специальные поддоны (стеллажи) под углом к горизонту 80–85°. Если распиловка ставки производилась с оставлением недопила, то поштучная разборка плит осуществляется с предварительной их подсечкой под основание ударами зубила. Каждая плита отделяется затем от ставки с помощью монтировки, зажимается захватом крана и переносится на поддон.

В процессе разборки ставок осуществляется приемка плит-заготовок ОТК с сортировкой их на годные и брак. Окол, образовавшийся при разборке ставок, убирают в кюбели.

Уборка рабочего и околостаночного пространства — заключительная операция процесса распиловки, как правило, совпадающая по времени с операцией разборки ставки. В состав этих работ входят: промывка станка и зумпфа, очистка верхнего приямка и сетки от окола и грязи, чистка узлов станка, уборка околостаночного пространства.

В заключение операции производят выгрузку в автомобильный транспорт отходов (окола, шлама и др.), скопившихся в кюбелях. Эту работу выполняют с помощью крана.

§ 37. Распиловка штрупсовыми армированными пилами

В современной технологии распиловки камня штрупсовыми армированными пилами доминирующая роль принадлежит алмазно-штрупсовой распиловке (штрупсовые твердосплавные пилы в настоящее время применяются крайне ограниченно).

Алмазно-штрупсовая распиловка — процесс относительно новый; начало его промышленного использования относится к середине 50-х годов XX в. До этого времени мрамор и другие горные породы средней прочности и низкопрочные изделия, как и гранит, неармированными пилами, но вместо дроби применяли кварцевый песок. К настоящему времени распиловка штрупсами алмазными пилами благодаря своим высоким технико-экономическим показателям освоена практически всеми современными предприятиями, осуществляющими обработку камня средней прочности и низкопрочного.

К главным преимуществам процесса алмазно-штрупсовой распиловки камня, способствовавшим его повсеместному распространению, следует отнести (по сравнению с процессом распиловки неармированными штрупсами):

увеличение производительности камнераспиловочного оборудования в 3—6 раз; резкое улучшение качества поверхности распила; повышение стойкости инструмента; возможность получения изделий незначительной толщины (до 12—15 мм) с их последующей обработкой; благоприятные условия для автоматизации работы оборудования и т. д.

Говоря о распространении процесса алмазно-штрапсовой распиловки камня, необходимо еще раз отметить, что он применяется для обработки пород средней прочности и низкопрочных.

Переход на алмазно-штрапсовую распиловку прочных пород (взамен дробовой распиловки неармированными пилами) представляет еще довольно сложную проблему, требующую создания более совершенного алмазного инструмента повышенной износостойкости и жесткости, разработки специализированного оборудования и т. д. Тем не менее уже сегодня можно говорить о принципиальной возможности, а в ряде случаев и об экономической целесообразности алмазно-штрапсовой распиловки прочных пород, в первую очередь, бесскарбовых или с низким содержанием кварца с учетом некоторых технологических ограничений.

Основное технологическое оборудование для алмазно-штрапсовой распиловки — штрапсовые камнераспиловочные станки с прямолинейным движением инструмента. Это в основном горизонтально-распиловочные станки с опусканием инструмента в процессе работы. Реже применяют горизонтально-распиловочные станки с подъемом распиливаемой ставки и вертикально-распиловочные станки с горизонтальной подачей ставки. Главным средством распиловки являются многоштрапсовые рамные станки (часто широкоставные), станки же с ограниченным числом пил (поперечно-распиловочные, одноштрапсовые и т. д.) значительно менее распространены.¹

Следует отметить, что станки с криволинейным движением рамы могут быть использованы только в исключительных случаях (при отсутствии на предприятии прямолинейно-распиловочных станков) из-за того, что использование алмазных пил на таких станках резко снижает технико-экономические показатели распиловки — расход алмазов возрастает в 1,5—2,5 раза, производительность снижается в 2—3 раза, ухудшается поверхность распила и т. д. Это является следствием ударов пил о дно пропила при их соприкосновении с камнем, незначительности контакта инструмента с камнем,

¹ В настоящем параграфе в основном уделено внимание многоштрапсовой распиловке — наиболее распространенному виду алмазно-штрапсовой распиловки камня.

недостаточного перекрытия зоны резания рабочими элементами и других факторов, обусловленных криволинейным движением рамы. Поэтому при применении для алмазно-штрапсовой распиловки станков с криволинейным движением инструмента стремятся снизить отрицательное влияние перечисленных факторов путем спрямления траектории движения пил (использование четырехзвенных подвесок, удлиненных маятниковых подвесок и др.), а также применения инструмента со сближенным расположением алмазных элементов (типы 3405-0012, 3405-0013, 3405-0014, 3405-0021, 3405-0022, 3405-0023, 3405-0024 по ТУ 2-037-102-73 и 3405-0033, 3405-0034 по ТУ 2-037-290-80).

Структура рабочего цикла алмазно-штрапсовой распиловки камня (табл. 24) принципиально схожа со структурой ранее рассмотренного процесса распиловки неармированными пилами. Принципиально аналогичен и характер ряда выполняемых вспомогательных операций, которые по этой причине здесь не описываются.

Основные отличия этого процесса от ранее рассмотренного — значительно меньшая длительность рабочего цикла вследствие более производительного течения процесса и упрощение его структуры за счет отсутствия технологических приемов, сопутствующих применению абразивной пульпы (см. табл. 24). Кроме того, такие вспомогательные операции, как комплектация ставки и разборка ставки, более просты и менее продолжительны, так как блоки из пород средней прочности и низкопрочных по большей части вырезаются из массива камнерезным оборудованием и имеют более правильную форму и ровные грани. Это позволяет упростить и снизить трудоемкость работ по их креплению на станочной тележке.

При использовании оборудования с ограниченным рабочим пространством, а также в некоторых других случаях целесообразно комплектовать ставки на специальных съемных поддонах-платформах, устанавливаемых затем на станочную тележку распиловочного станка.

Операцию запиливания, как и при распиловке неармированными пилами, ведут на пониженной скорости рабочей подачи, составляющей примерно 50 % номинальных значений (табл. 25).

После заглубления пил в камень примерно на 100—150 мм скорость подачи постепенно доводится до соответствующих рациональных значений (см. табл. 25) путем ее повышения на 20 мм/ч через каждые 15 мин.

Правильность рабочей подачи, установленной в процессе распиловки, контролируется указателем подачи, а также амперметром, регистрирующим загрузку элек-

Таблица 24. Примерная структура рабочего цикла процесса алмазно-штруссовой распиловки камня средней прочности и баланс рабочего времени

№ п.п.	Основные операции процесса	Длительность операций и их элементов (ориентировочно)	
		мин	% общего времени цикла
1.	Комплектация ставки [*] Подбор и подготовка блоков для комплектации ставки (на складе блочно-сырья) Доставка блоков в зону комплектации ставки Транспортирование станочной тележки в зону комплектации ставки Подготовка станочной тележки к комплектации (укладка брусьев, при необходимости заливка подстилающего слоя) Установка блоков на станочную тележку Выравнивание верхней грани ставки (при необходимости) Транспортирование ставки к распиловочному станку	145—220 12—15 15—25 8—12 10—15 10—15 80—120 10—18	—
2.	Подготовка станка к работе Установка (переустановка) штруссовых пил Проверка готовности станка к работе Установка станочной тележки со ставкой в рабочем пространстве станка	75—170 60—150 12—15 3—5	10,8
3.	Запуск станка Подача предупредительного сигнала Включение пульта управления Включение механизма ускоренной подачи Подвод постата пил к верхней грани распиливаемой ставки Включение главного привода и системы охлаждения Установка механизма рабочей подачи на требуемое значение скорости	10—15 1 2 1 2—6 2—3 2	1,1
4.	Начало распиловки (запилывание) Ведение процесса запилывания Контроль за правильностью ведения технологического процесса	60—200 60—200 В течение всей операции	11,5
5.	Собственное распиловка (пиление) Проверка натяжения штруссовых пил	295—1020 10—15	58

№ п.п.	Основные операции процесса	Длительность операций и их элементов (ориентировочно)	
		мин	% общего времени цикла
6.	Увеличение скорости подачи до рациональных значений Ведение процесса распиловки Контроль за правильностью ведения технологического процесса с корректировкой режимов (при необходимости) Расклинивание ставки Допиливание Установка механизма рабочей подачи на меньшую скорость Дополнительное крепление ставки (при необходимости) Ведение процесса допиливания Контроль за правильностью ведения технологического процесса	30—75 240—900 В течение всей операции 15—30 65—130 2—6 3—8 60—120 В течение всей операции 45—80 2	8,6
7.	Остановка станка Отключение механизма рабочей подачи Подъем пильной рамы с переустановкой клиньев и обвязки Отключение систем автоматики и цепи управления Промывка ставки Расфиксация станочной тележки Выкатывание станочной тележки со ставкой из рабочего пространства станка	20—40 3—5 10—20 5 5—8	
8.	Разборка ставки [*] Установка опорного приспособления Придание наклонного положения станочной тележки с распиленной ставкой Дополнительная фиксация ставки в наклонном положении (при необходимости) Снятие стоек-упоров со станочной тележки Поштучная разборка плит-заготовок с их сортировкой и переносом на поддоны (стеллажи) Уборка окола в кюбели Уборка рабочего и околостаночного пространства Промывка станка	50—130 5—10 5—10 10—15 5 20—80 5—10 50 15	4,4

Продолжение табл. 24

№ п.п.	Основные операции процесса	Длительность операций и их элементов (ориентировочно)	
		мин	% общего времени цикла
	Очистка верхнего приемника	10	
	Чистка узлов станка	10	
	Уборка околостаночного пространства	10	
	Выгрузка отходов распиловки из кюбеля в автотранспорт	5	
	Итого	600—1665	100

* Операции и их элементы, выполняемые одновременно с основными (при наличии съемных поддонов-платформ или резервных станичных тележек), длительность которых не входит в общее время рабочего цикла.

тродвигателя главного привода станка. Условия распиловки должны быть такими, чтобы стрелка амперметра не переходила за красную черту его шкалы. Следует иметь в виду, что несоблюдение рекомендуемых значений скорости рабочей подачи снижает эффективность процесса алмазно-штрапсовой распиловки. В частности, отклонение этого показателя в большую или меньшую сторону от рациональных значений вызывает повышенный расход алмазов. Слишком малые рабочие подачи приводят к засаливанию режущей поверхности инструмента, в результате чего возможен увод пил и, следовательно, ухудшение качества поверхности распила. При чрезмерно завышенных подачах также возможны запилы, приводящие к браку продукции. Кроме того, при слишком высокой скорости подачи может произойти срыв блока со станочной тележки, и как следствие аварийные поломки инструмента.

Одни из основных параметров алмазно-штрапсовой распиловки — расход охлаждающей жидкости (воды), который должен устанавливаться из расчета 6—8 л/мин на одну пилу. Вода должна подаваться равномерно в пропилы под работающий инструмент. Для контроля расхода воды обычно пользуются расходомером. О достаточности подачи воды под пилы в процессе распилов-

Таблица 25. Рациональная скорость рабочей подачи при распиловке камня алмазными штрапсовыми пилами

Категория прочности	Группа пилы	Вид распиливаемого камня	Скорость подачи для групп распиловочных станков, мм/ч			
			горизонтально-расточные пильные обдиральные (СМР-082, СМР-089, ДМ-75, ДМ-100)	горизонтально-расточные скоростные (Днаг, СВН, СВГ, Рапидор)	вертикально-расточные (НБД, НД)	одногрупповые (СМР-478, МРМ-1, МО-350)
Прочные	I	Гранит яшцевский, токовский, карлахтинский, соколовский, майкульский, чаркасарский; кварцит шокшинский	—	—	—	40—50
	II	Гранит ново-даниловский, емельяновский, капустинский, коростышевский, крошиенский, танский	—	—	—	50—80
	III	Гранит жежедевский, трикратинецкий, клесовский, старобабановский, актюбинский; гранодиорит ак-тауский, «орленок»; габбро-диабаз ропрушейский; габбро-слингинговое, голошинское; лабрадорит головинский	40—80	80—110	110—130	100—130
	IV	Базальт паракарский, ровенский	80—100	100—120	130—150	150—190
	V	Мрамор кибик-кордонский, шунтулинский, белогорский, рускеальский, арымский; туф болнинский	80—110	130—160	190—220	220—280
	VI	Мрамор горовский, буровчинский, иджеванский	110—150	190—230	270—300	300—380

Продолжение табл. 25

Категория прочности	Группа пиломости	Вид распиливаемого камня	Скорость подачи для групп распиловочных стакнов, им/ч			
			горизонтально-распиловочные, обычные (СМР-030, СМР-050, ДМ-75, ДМ-100)	горизонтально-распиловочные скоростные (Диага, СВН, СВГ, Рапидор)	вертикально-распиловочные (НВД-60)	однолезвийные (СМР-078, АРМ-1, МО-300)
Низко-прочные	VII	Мрамор коелгинский, газганийский, уфалейский	150—200	250—300	350—400	400—500
	VIII	Травертин шахтитинский, вединский; доломит ка-армасский; известняк экларский, сары-ташкий	200—250	300—400	400—500	500—650
	IX	Известняк бодракский, альминский, жетыбайский; туф артикский, октемберянский	300—500	600	800—1000	800—1000

ки обычно судят по виду шлама, вытекающего из пропилов. Слишком густая консистенция шлама свидетельствует о явно неудовлетворительном снабжении водой зоны резания.

В течение всего процесса алмазно-штруссовой распиловки необходимо систематически контролировать состояние алмазного инструмента и в случае обнаруженных отклонений от нормы принимать меры в соответствии с рекомендациями, изложенными в § 33.

Завершающую стадию алмазно-штруссовой распиловки производят при пониженной скорости рабочей подачи, составляющей 40—50 % номинальных значений. Принимаемые при этом меры по обеспечению полной распиловки ставок аналогичны описанным в предыдущем параграфе.

Некоторыми технологическими особенностями характеризуется процесс алмазно-штруссовой распиловки прочных горных пород. Из прочных видов камня наибо-

лее эффективно пилятся алмазными штруссами породы бескварцевые или с низким содержанием кварца (III—IV группы пиломости). При этом количество пил на станке не должно превышать 12—15 шт., а выпиливаемые из блока плиты-заготовки должны иметь повышенную толщину (свыше 60—80 мм).

Особые требования предъявляются к пильной оснастке (тягам-хомутам), которая должна иметь высокую прочность и обеспечивать передачу на инструмент повышенных усилий натяжения. Для достижения достаточно высокой жесткости и устойчивости пил сечение их корпуса должно быть не ниже 200×6 мм.

В качестве инструмента с максимальной износостойкостью обычно используют пилы с алмазными элементами на твердых связках, например типа М6-02 с твердостью по HRC-25—30 ед. Однако при распиловке ими прочных пород появляется тенденция к засаливанию рабочей поверхности, что требует соответствующей корректировки режимов охлаждения инструмента. Расход воды на каждую пилу должен быть сокращен до 0,5—2 л/мин для неполного выноса абразивного шлама из пропилов и создания благоприятных условий для дополнительного изнашивания связки на рабочей поверхности алмазных элементов с обнажением новых алмазных зерен (штруссовые пилы начинают работать в так называемом режиме шаржирования). Кроме лимитирования подачи воды на алмазные штруссовые пилы, обязательным условием стабильной распиловки прочных горных пород является равномерность распределения воды как между отдельными пилами постава, так и между алмазными элементами каждой пилы. Это требование выполняется при использовании на станке системы водяного охлаждения специальной конструкции, например в виде комплекта дождевальных трубок с индивидуальными вентилями, обеспечивающей более точное дозирование расхода воды на инструмент.

Процесс распиловки камня штруссовыми пилами, армированными твердосплавными режущими элементами, имеет ту же структуру рабочего цикла, что и процесс алмазно-штруссовой распиловки. В то же время технология и характер некоторых операций этого процесса имеют свои особенности, вытекающие из специфики используемого инструмента.

Так при наборе нового постава пил в раме станка

Таблица 26. Рациональная скорость рабочей подачи при распиловке камня штрупсовыми пилами, армированными твердосплавными режущими элементами

Группа пиломости	Вид распиливаемого камня	Скорость подачи, мм/ч	
		при запилывании	при распиловке
VIII	Травертин шахтахтинский, вединский, артавазский; доломит каармасский, мустинавский; известняк экларский, путновский, сары-ташский, ковровский	80—120	200—400
IX	Известняк бодракский, альминский, жетыбайский; гипсовый камень сауришский, журавновский; туф вулканический артиковский, октемберянский	150—200	500—600

или при замене отдельных пил, пришедших в негодность, необходимо соблюдать правило чередования пил в поставе (через одну), при котором режущие элементы соседних пил должны быть направлены заострениями в противоположные стороны.

При пилении камня необходимо придерживаться рациональных значений скорости рабочей подачи, указанных в табл. 26. Использовать твердосплавные штрупсовые пилы рекомендуется исключительно при распиловке пород пониженной прочности, поскольку при увеличении прочности камня эффективность процесса резки снижается из-за быстрого затупления (а иногда и выкрошивания) твердосплавных режущих элементов.

Внешние признаки правильно выбранного режима распиловки — глухой шелестящий звук резания, отсутствие парения, белый цвет шлама.

Характерной особенностью распиловки камня твердосплавным инструментом является постепенное затупление режущих элементов штрупсовых пил, ведущее к росту энергоемкости и снижению производительности распиловки. Это требует периодического демонтажа со станка штрупсовых пил с доставкой их на перезаточку в механические мастерские камнеобрабатывающих предприятий (заточка режущих элементов пил допускается до вылета над кромкой корпуса не менее 1 мм).

§ 38. Распиловка дисковыми алмазными пилами

Современная алмазно-дисковая распиловка камня — процесс, характеризующийся большим технологическим разнообразием, которое обусловлено конструкцией используемого оборудования, видом блочного сырья, характеристикой горных пород, требуемыми размерами выпиливаемых заготовок и т. д.

В камнеобрабатывающем производстве наиболее распространены три основных разновидности технологического процесса алмазно-дисковой распиловки камня: распиловка единичным инструментом на одновальных станках; распиловка многодисковая на одновальных (реже, на многовальных) станках; распиловка на ортогональных станках.

Независимо от особенностей перечисленных разновидностей процесса во всех случаях для алмазно-дисковой распиловки характерны четыре основные технологические параметра: скорость резания (окружная), скорость рабочей подачи, глубина резания, расход охлаждающей жидкости (воды).

Скорость резания V_p в значительной мере обусловлена физико-механическими свойствами горных пород. Рациональные значения скорости резания в зависимости от вида распиливаемого камня приведены в табл. 27. Общие правила выбора рациональных значений скорости алмазно-дискового резания сводятся к следующему:

с минимальной скоростью резания (до 20—25 м/с) распиливаются низкоабразивные породы повышенной прочности (граниты, кварциты и т. д.);

среднее значение скорости резания (35—45 м/с) устанавливается для низкоабразивных пород средней прочности (мраморы, мраморизованные известняки и др.);

с высокой скоростью резания (50—60 м/с и выше) обрабатывают высокоабразивные низкопрочные породы (известняки, песчаники, вулканические туфы и др.);

при условии повышенной жесткости распиловочного станка и наличия на нем 1,5—2-кратного запаса мощности главного электропривода скорость резания пород VII—IX групп пиломости может быть доведена до 80—90 м/с.

Скорость рабочей подачи V_n , м/мин, и глубина резания H , мм, — два взаимосвязанных между собой пара-

Таблица 27. Рациональные режимы резания при алмазно-дисковой распиловке камня

Категория прочности	Группа пилимости	Вид распиливаемого камня	Скорость резания (окружная), м/с	Технологическая производительность пилы, см ² /мин, при распиловке	
				с соблюдением требований высокого качества	без соблюдения требований высокого качества
Проч- ные	I	Гранит янцевский, токовский, карлахтинский, майкульский, чаркассарский; кварцит шокшинский	20—25	100—150	150—250
	II	Гранит ново-даниловский, смольянинский, капустинский, коростыневский, кронштейнский, тапский	25—30	150—200	200—300
	III	Гранит жежелевский, трикратиенский, клесовский, актюбинский, коринский; гранодиорит ак-тауский, «орленок»; габбро-диабаз раптурейский; габбро головинские, сплитчицкое; лабрадорит головинский	30—35	200—300	300—400
	IV	Базальт паракарский, рапченский; тешенит курсебский	30—35	300—400	400—600
	V	Мрамор кибик-кордонский, пуштулинский, белогорский, рускальский, арымский; туф болнинский	35—40	400—800	800—1200
	VI	Мрамор горовский, буровицкий, иджеванский	35—40	600—1200	1200—1500
	VII	Мрамор коелгинский, газганинский, уфалейский	40—45	800—1500	1500—2500
	VIII	Травертин шахтахтинский, вединский; доломит каармаский	45—55	1000—2000	2000—3000
	IX	Известник альминский, бодракский, жетыбайский; туф артикский, октемберянский	50—60	1500—2500	2500—3500

метра, определяющих в конечном счете производительность станка. Их выбор осуществляют на основании физико-механических свойств обрабатываемого материала с учетом характеристик используемого оборудования и требуемого качества распила. Для контроля за правильностью выбора этих параметров обычно пользуются показателем технологической производительности пилы P , см²/мин

$$P = 10V_n H.$$

Рациональные значения показателя P , служащие основой для выбора V_n и H , приведены в табл. 27.

Влияние глубины резания и скорости рабочей подачи на производительность станка практически равнозначно. Для сохранения производительности на постоянном уровне при снижении скорости подачи необходимо увеличивать глубину резания и наоборот. Учитывая, что увеличение глубины резания позволяет сократить затраты времени на выполнение некоторых вспомогательных операций, рекомендуется по возможности принимать максимальные значения этого параметра. Практически глубина резания ограничивается высотой (толщиной) разрезаемого материала, размером пилы, требованиями к прямолинейности пропила и плоскости поверхности реза, а также рядом других факторов.

Камень средней прочности и низкопрочного (известняк, туф, мрамор, травертин, доломит и др.) может распиливаться за один проход инструмента из максимально возможную глубину, допускаемую алмазной дисковой пилой и мощностью электропривода (у многодисковых станков выбор глубины резания обусловлен обычно высотой заготовки). Базальты, тешениты, габбро, лабрадориты разрезаются на глубину до 60—100 мм за один проход и в отдельных случаях (при хорошем вскрытии алмазов и наличии отрегулированного механизма рабочей подачи) — на максимально возможную для данной пилы глубину. Наконец, прочные грубообрабатываемые породы (I—III группы), как правило, разрезаются многопроходным методом с глубиной резания за один проход до 20—30 мм.

Следует иметь в виду, что увеличение глубины резания за один проход при алмазно-дисковой распиловке прочных пород зачастую приводит к засаливанию рабочего инструмента, что делает необходимой его периодическую правку (вскрытие).

Важное технологическое значение (главным образом, при распиловке камня за один проход) имеет правильный выбор схемы алмазно-дисковой распиловки: «по подаче» или «против подачи» (см. рис. 59). Отечественный и зарубежный опыт свидетельствует о том, что первая схема предпочтительна, особенно при алмазно-многодисковой распиловке камня, так как вертикальная составляющая усилия резания в этом случае направлена вниз (к столу), что способствует прижиму заготовки, т. е. улучшает ее фиксацию.

Расход охлаждающей жидкости (воды) оказывает значительное влияние на эффективность эксплуатации дисковых пил. Помимо охлаждения режущего инструмента, вода служит для удаления из пропила шлама. При недостаточном количестве поступающей на инструмент жидкости резко возрастает расход алмазов. Очрезмерно малой подаче воды свидетельствует появление пыли в зоне работы режущего инструмента, а также искрение пил при резании камня повышенной прочности.

Для приближенного определения рационального расхода воды (на одну алмазную дисковую пилу в л/мин) нужно разделить величину наружного диаметра пилы (в мм) на 25. При этом напор в водоподающей системе должен быть не ниже 0,3 МПа.

Рассмотрим технологические особенности трех основных разновидностей процессов алмазно-дисковой распиловки.

Распиловка единичным инструментом производится обычно на порталных и мостовых станках, оснащенных пилами повышенного диаметра (1250—3000 мм и более). Иногда на таких станках имеются две автономные рабочие головки, каждая из которых несет по одной алмазной пиле. Главная цель распиловки единичным инструментом заключается в пассировке блоков, а также в выпиливании из них утолщенных заготовок (для архитектурно-строительных изделий, деталей памятников и т. д.).

Рабочий цикл распиловки включает следующие основные операции: выбор блока с его установкой на станочную тележку, подготовку станка к работе, собственно распиловку, остановку станка и уборку рабочего и околостаночного пространства.

Выбор блока для распиловки производится на скла-

де блочного сырья или (при пассировке) непосредственно на карьере.

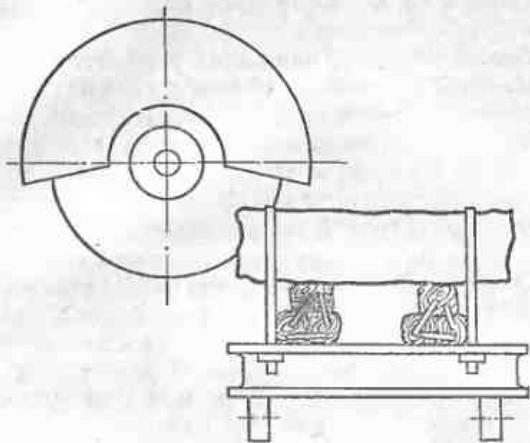
При выборе блока основное внимание уделяется монолитности камня — он не должен иметь сквозных трещин. В случае пассировки исходный блок может иметь неправильную форму, однако необходимо стремиться к тому, чтобы одна из его граней (постель) была бы относительно плоской для придания блоку достаточной устойчивости. Кроме того, следует контролировать размеры блока, сопоставляя их с размерами рабочего пространства станка. Особенно важно при этом, чтобы высота блока (по максимальному размеру) соответствовала диаметру используемой дисковой пилы. Так, максимальная высота распиливаемого блока в зависимости от наружного диаметра алмазной дисковой пилы при диаметре 1250 мм должна быть 450 мм, при 1400 мм — 500, при 1600 мм — 550, при 2000 мм — 700, при 2500 мм — 950, при 2700 мм — 1050 и при 3000 мм — 1200 мм. При получении плит-заготовок для архитектурно-строительных изделий к выбиремому блоку предъявляются требования в соответствии с ГОСТ 9479—84.

Отобранный блок доставляется к распиловочному станку и устанавливается на станочную тележку или рабочий стол (в зависимости от конструкции станка), которая должна быть предварительно подготовлена. При распиловке блоков I—IV групп на дно тележки укладывают деревянные брусья точно так же, как это делается при штраповой распиловке (под блоки V группы обычно укладываются деревянные доски соответствующих размеров). Если по условиям распиловки¹ блок должен быть поднят над поверхностью дна тележки на высоту большую, чем высота используемых брусьев, допускается укладка последних в два яруса, однако при этом брусья должны быть скреплены между собой по торцам с помощью деревянных планок (рис. 71).

При распиловке блока на плиги-заготовки для предотвращения их разваливания рекомендуется устанавливать на тележке боковые стойки с винтовыми упорами, прижимаемыми к боковым граням блока (см. рис. 55, б). Если постельная грань блока недостаточно плоская, то

¹ Обычно на станках с поднимающимся столом типа ДИА-3 и др.

Рис. 71. Схема возможной установки блока на столе станка ДИА-3



блок крепят к брусьям цементирующими составами или его нижнюю грань замоноличивают.

Подготовка распиловочного станка к работе сводится к проверке его готовности и установке тележки с блоком в рабочем пространстве станка.

Проверку готовности станка к работе производят в два этапа (предварительная и окончательная). Во время предварительной проверки оценивают состояние крепежных деталей и клиновременных передач, достаточность затяжки болтовых соединений, наличие смазки в смазочных точках, исправность электрооборудования, заземление и световую сигнализацию; контролируют отсутствие посторонних предметов в рабочем пространстве станка и на его подвижных узлах (мосту, суппорте и др.), наличие ограждений. В это же время необходимо тщательно осмотреть алмазный инструмент, убедиться в отсутствии на нем дефектов, оценить состояние рабочей поверхности алмазных элементов. Окончательная проверка готовности станка к работе производится на холостом ходу. При этом определяют правильность взаимодействия всех узлов кинематической схемы станка, исправность подшипников, наличие смазки в подвижных соединениях, исправность пусковой, регулировочной и контрольно-измерительной аппаратуры на пультах управления, плавность рабочих подач и установочных перемещений, равномерность и достаточность подачи воды на алмазный инструмент. После этого тележку с блоком

ком закатывают в рабочее пространство станка¹. Если станок имеет программное управление, то производят его настройку на заданный режим работы.

Далее начинается стадия собственно распиловки. Подвод пилы к распиливаемому блоку (или, наоборот, блока к пиле, в зависимости от конструкции станка) осуществляют с ускоренной скоростью подачи до расстояния примерно 30—50 мм между краем пилы и передней гранью блока. Затем станок переключают на рациональную скорость рабочей подачи, которая устанавливается в соответствии с рекомендациями табл. 27.

Глубина резания для пород средней прочности и низкопрочных должна соответствовать высоте распиливаемого блока, т. е. быть максимально возможной. Для прочных пород I—III групп она составляет 20—30 мм, IV группы — до 60—100 мм. Резание носит многопроходный (челночный) характер.

Для сокращения времени на установочные перемещения, а также на ввод и вывод инструмента из пропила автоматическая программа предусматривает начало опускания дисковой пилы в пропиле, как только ее центр окажется на одной линии с краем блока.

Часто при распиловке блоков камня средней прочности и низкопрочного для обеспечения точно заданного направления и плоскости распила вначале выполняют первый «направляющий» рез ограниченной глубины (до 40—50 мм), а затем осуществляют пропил на полную глубину.

В большинстве случаев пропилы выполняются сквозными (т. е. без оставления недопилов). Если выпиливаемые заготовки имеют ограниченную толщину (до 100—120 мм), рекомендуется производить поштучный их съем с помощью крана со станочной тележки (после завершения каждого пропила) во избежание смещения заготовки и зажима пилы.

По окончании распиловки станок отключают, перекрывают подачу воды, убирают рабочее и околостаночное пространство.

Остановимся на некоторых нетипичных способах распиловки единичным инструментом, необходимость в которых может возникнуть в случаях, когда высота распи-

¹ При работе на оборудовании, оснащенном станочными тележками.

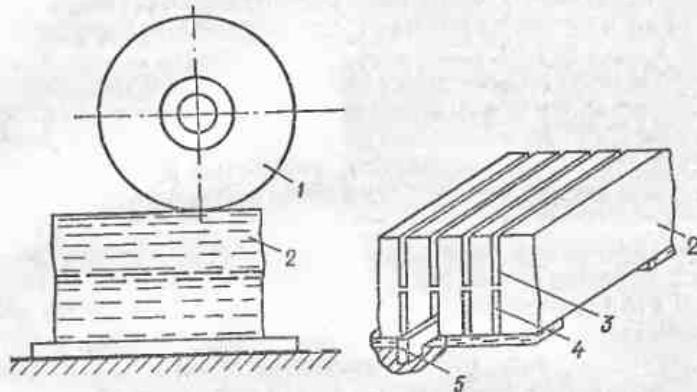


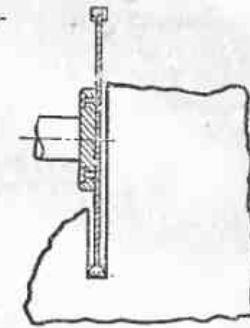
Рис. 72. Схема распиловки блока встречными пропилами
1 — дисковая пила; 2 — распиливаемый блок; 3 — верхние пропилы;
4 — нижние пропилы; 5 — направляющая полоса

ливаемого блока превышает возможности дисковой пилы, т. е. она больше разницы между внешним радиусом пилы и радиусом прижимного фланца.

При распиловке блока на плиты-заготовки можно использовать метод «противоположных пропилов» — сначала выполняют верхние пропилы блока на максимальную возможную глубину, затем блок переворачивают в рабочем пространстве станка на 180° и производят вторую серию пропилов (рис. 72). Для точного совпадения плоскостей обоих пропилов (во избежание образования «ступенек» на поверхности распила) рекомендуется использовать направляющую полосу, которая после выполнения серии первых (верхних) пропилов вставляется в специальную канавку в станичной тележке (рабочем столе). Повернутый на 180° блок устанавливается на тележке (столе) таким образом, чтобы направляющая полоса зашла в один из пропилов. Поскольку положение полосы точно зафиксировано на станке, такая установка блока обеспечит выполнение второй серии пропилов, каждый из которых будет совпадать с соответствующим пропилом первой серии.

В случае, когда требуется опилить одну из граней блока инструментом ограниченного диаметра, например при пассировке или изготовлении индивидуального объемного изделия, может быть использован метод, при ко-

Рис. 73. Схема выравнивания граней блока дисковой пилой



тором на намеченной линии резания выполняются серии вертикальных пропилов (под прижимной фланец) с периодическим окалыванием молотком или специальным приспособлением тыльной грани блока (рис. 73). Этот метод требует специальной подготовки исполнительного органа станка: дисковая пила имеет только один прижимной фланец (внутренний), к которому она крепится винтами впотай по аналогии с креплением горизонтальной пилы ортогонального станка (см. рис. 54, в).

Распиловка многодисковая выполняется на одновальных, реже двухвальных, многопильных станках и является одним из наиболее производительных видов распиловки, используемых для массового производства плит-заготовок ограниченной толщины. Количество пил, одновременно участвующих в процессе резания, может достигать 25 и более. В то же время распиливаемые блоки (заготовки) имеют ограниченные размеры, их высота обычно не превышает 400 мм.

На технологические особенности многодисковой распиловки оказывают влияние как физико-механические свойства обрабатываемого камня, так и конструкция используемого оборудования.

Камень низкопрочный и средней прочности распиливают обычно на станках с конвейерной подачей, где рабочий процесс протекает непрерывно, прочный камень — на позиционных станках с использованием многопроходных методов резания. В соответствии с этим характерные особенности имеет и структура рабочих циклов этих процессов.

Учитывая скоротечность процессов алмазно-многодисковой распиловки, исходное сырье в виде блоков или

брюсков-заготовок не подбирается индивидуально, как в ранее рассмотренных случаях, а поступает непосредственно с предшествующей стадии обработки (предварительной распиловки, разбрусовки и др.) или с буферного склада, находящегося в непосредственной близости от многопильного станка. К блокам (заготовкам), поступающим на алмазно-многодисковую распиловку, предъявляются повышенные требования по форме и монолитности (трещины в камне не допускаются).

Общая принципиальная структура рабочего цикла многодисковой распиловки состоит из следующих операций: подготовка станка к работе, укладка блоков (заготовок) на стол (конвейер) станка, собственно распиловка, снятие распиленных плит, остановка станка и уборка рабочего и околостаночного пространства.

Подготовку станка к работе, как и в предыдущих случаях, выполняют в два этапа (предварительная и окончательная), обращая особое внимание на состояние алмазного инструмента, а также на плавность регулирования и равномерность подачи.

При укладке заготовки на стол (конвейер) многопильного станка руководствуются следующими общими правилами.

Заготовка должна быть уложена на стол (конвейер) наиболее плоской и широкой гранью. Одна из боковых граней заготовки должна быть ориентирована параллельно линии распила. При испараллельности боковых граней заготовку ставят на стол таким образом, чтобы ее наиболее широкий торец был обращен к пилам.

На станках позиционного типа (с рабочим столом) блок-заготовка устанавливается на деревянный настил стола в поперечном направлении до упора в боковой кронштейн, в продольном направлении — до упора в неподвижную (переднюю) гребенку, а затем закрепляется подвижной прижимной гребенкой. Иногда для лучшего контакта упоров гребенки с торцом заготовки между гребенкой и камнем помещают деревянную планку толщиной 10—20 мм, которая впоследствии частично прорезается вместе с камнем.

На станках с конвейером, оснащенным упорными планками, заготовки укладываются с интервалом, обусловленным расстоянием между соседними планками. При этом опорная планка должна соприкасаться с задним торцом распиливаемой заготовки. Если конвейер много-

пильного станка не имеет упорных планок, заготовки во избежание смещения следует устанавливать вплотную друг к другу так, чтобы соседние заготовки соприкасались между собой торцами.

Укладку блоков (заготовок) на стол (конвейер) станка осуществляют тельферным краном. При использовании станков с конвейерной подачей заготовки укладываются непрерывно на освободившуюся (входную) часть конвейера, который движется все время с постоянной скоростью, соответствующей рациональной скорости рабочей подачи.

Станки с конвейерной подачей заготовок обслуживаются двумя рабочими, один занимается укладкой заготовок, другой — съемом плит, их отбраковкой и затариванием. Съем плит в большинстве случаев производится вручную. На некоторых многопильных станках (К 062) для этой цели применяется рольганг-накопитель со съемным контейнером-магазином. Распиленные плиты подаются конвейером станка на приставной рольганг-накопитель и далее по этому рольгангу — в съемный контейнер-магазин. Заполненный плитами контейнер-магазин тельфером снимают с рольганга, а на его место устанавливают пустой.

При распиловке заготовок камня средней прочности и низкопрочного на позиционных алмазно-многодисковых станках СМР-004А, 3360 и др. операция собственно распиловки имеет прерывистый (циклический) характер и выполняется в следующем порядке. Сначала включаются электродвигатель главного привода станка (вала с дисковыми пилами) и подача водяного охлаждения. Затем приводится в действие механизм привода подачи и рабочий стол с камнем ускоренно подводится к пилам, после чего устанавливается рациональная скорость рабочей подачи. По окончании распиловки камня и выхода из него пил стол с повышенной скоростью подачи отводится от исполнительного органа на расстояние, необходимое для снятия пил, но не менее чем на 0,5 м. Стол останавливают, выключают главный привод, распиленный блок промывают водой из шланга, раздвигают упорные гребенки и освобожденные плиты снимают со стола.

Для предохранения распиленных плит от разваливания и поломки могут использоваться различные прутковые рамки, удерживающие плиты в вертикальном положе-

жении после распиловки. Рамки вставляются в специальные отверстия рабочего стола.

На некоторых предприятиях, эксплуатирующих позиционные алмазно-многодисковые станки, после окончания разрезки заготовки стол с распиленным камнем возвращают в исходное положение (при вращающихся пилах) и производят разборку плит. Такой метод распиловки, однако, менее предпочтителен, поскольку может приводить к поломке плит и браку продукции (глубоким запилам на поверхности).

Большая часть алмазно-многодискового оборудования, предназначенного для распиловки прочных пород (СМР-062, 3970А и др.), имеет позиционный характер работы и осуществляет распиловку по членочной схеме, при которой рабочий стол станка совершает возвратно-поступательные перемещения под пилами с подъемом стола в крайних точках его хода на величину, соответствующую глубине резания за один проход. Весь процесс осуществляется в автоматическом режиме. Принципиальная схема такой распиловки: подвод камня к пилам — резание (первая серия пропилов) — отвод камня от пил — подъем камня на заданную высоту (глубину резания) — возврат камня к пилам — резание (вторая серия пропилов) — отвод камня от пил и т. д. (до полной распиловки заготовки).

Если конструкция распиловочного станка предусматривает регулирование глубины резания путем опускания рабочей головки с пилами при неизменном уровне заготовки (модели ММ-1200 и др.), распиловка производится по аналогичной схеме с той лишь разницей, что вместо подъема камня производится опускание пил.

Процесс алмазно-многодисковой распиловки требует особо тщательного внимания, поскольку даже незначительное его отклонение от нормы может привести к существенным отрицательным последствиям ввиду большого числа одновременно работающих пил и высоких скоростей резания. Контроль за правильностью загрузки главного привода осуществляют по амперметру на пульте управления. Необходимо следить за прямолинейностью и параллельностью пропилов. При обнаружении запилов, разнотолщины и клиновидности плит следует прежде всего проверить состояние алмазного инструмента и в случае необходимости произвести вскрытие его

рабочей поверхности и заменить пришедшие в негодность пилы.

Наиболее характерная аномалия процесса алмазно-многодисковой распиловки — разламывание плиты во время резания с расклиниванием соседних пил. Это явление обычно сопровождается многочисленными ударами осколков камня по внутренней части ограждения. В этом случае необходимо срочно прекратить подачу заготовки и, не останавливая вращения пил, медленно задним ходом возвратить заготовку в исходное положение. Если этого сделать не удается вследствие заклинивания исполнительного органа, станок отключают, снимают ограждение дисковых пил и вручную с максимальной осторожностью производят разборку камня, пользуясь молотком, зубилом и деревянными рейками. После ликвидации аварийной ситуации внимательно осматривают состояние дисковых пил и при обнаружении неисправностей производят замену негодного инструмента.

Распиловка на ортогональных станках, по существу, — разновидность многодисковой распиловки. Характерная ее особенность — комбинированное выполнение пропилов в двух взаимно перпендикулярных плоскостях: вертикальных (основных) и горизонтальных (подрезающих), что позволяет выпиливать плиты-заготовки из крупногабаритных блоков, используя инструмент ограниченного диаметра (обычно в пределах 800—1250 мм).

Технологический процесс ортогональной распиловки прочного камня отличается от процесса распиловки камня средней прочности и низкопрочного.

Структура рабочего цикла и примерный баланс рабочего времени при распиловке прочного камня на ортогональных станках приведены в табл. 28. Рабочий цикл складывается из шести основных операций: выбор и установка блока на станочную тележку, подготовка станка к работе, подготовка (планировка) верхней грани блока, собственно распиловка, остановка станка, уборка рабочего и околостаночного пространства.

Следует отметить, что ортогональная распиловка прочного камня представляет собой, как правило, высокомеханизированный и автоматизированный процесс, основные технологические операции которого выполняются по автоматическим программам без участия рабочего.

Рассмотрим процесс алмазно-дисковой распиловки прочного камня на ортогональном станке Т-14 ЖС

Таблица 28. Примерная структура рабочего цикла алмазно-дисковой распиловки прочного камня на ортогональных станках и баланс рабочего времени

№ п.п.	Основные операции процесса	Длительность операций и их элементов (ориентировано)	
		мин	% общего времени цикла
1	Выбор блока и его установка на станочную тележку (стол):	50—70	1
	выбор блока (на складе блочного сырья)	10—15	
	транспортирование блока в зону распиловочного станка	10—15	
	подготовка станочной тележки (стола)	15—20	
	установка блока на станочную тележку (стол)	15—20	
2	Подготовка станка и работы:	20—145	1,4
	установка (переустановка) дисковых пил	40—120	
	проверка готовности станка к работе	15—20	
	установка станочной тележки с блоком в рабочем пространстве станка	5	
3	Подготовка (планировка) верхней грани блока:	765—1270	17,6
	настройка станка	5—10	
	нарезание вертикальных пропилов (на всю ширину блока)	600—1000	
	выполнение подрезки	150—250	
	уборка скола в кюбели	10	
4	Собственно распиловка	3100—6000	78,8
	настройка станка	5—10	
	нарезание вертикальных пропилов (на всю ширину блока)	700—1200	
	выполнение подрезки	200—300	
	поштучный съем плит-заготовок*	—	
	опускание моста на заданную величину	5	
	нарезание вертикальных пропилов (на всю ширину блока) и т. д.	700—1200	
	уборка скола в кюбели	10—20	

№ п.п.	Основные операции процесса	Длительность операций и их элементов (ориентировано)	
		мин	% общего времени цикла
	ведение процесса распиловки		
	контроль за правильностью ведения технологического процесса		
5	Остановка станка:		
	перевод станка на ручной режим работы	15	0,2
	отключение подачи воды	3	
	подъем моста в крайнее положение	2	
	отключение станка	3	
	выкатывание тележки с недопилом из рабочей зоны станка	5	
6	Уборка рабочего и околостаночного пространства:		
	удаление недопила со станочной тележки	10	
	очистка дна станочной тележки	5—10	
	очистка приемника	5—10	
	промывка станка	10	
	чистка узлов станка	10	
	уборка околостаночного пространства	10	
	выгрузка отходов распиловки из кюбеля в автомобильный транспорт	5	
	Итого	4005—7565	100

* Выполняется синхронно с операцией подрезки.

(Т-12ЖС), получившем распространение на отечественных предприятиях.

Выбор блока для распиловки производят на складе блочного сырья камнеобрабатывающего предприятия. При этом основные правила выбора блоков в принципе аналогичны правилам подбора блоков при комплектации ставок для распиловки штруссовыми неармированными пилами (см. § 36). Качество блока должно соот-

втствовать требованиям ГОСТ 9479—84. В отдельных случаях допускается использование для ортогональной распиловки блоков неправильной формы (с отклонениями от правильной формы, превышающими требования стандарта) при наличии у них плоской нижней грани (постели), обеспечивающей надежное базирование блока в процессе распиловки. Объем блока должен соответствовать I—III группам по ГОСТ 9479—84. Не рекомендуется выбирать для распиловки блоки длиной менее 1,5 м.

Во избежание чрезмерного расхода алмазного инструмента не следует использовать для распиловки блоки гранита с содержанием кварца выше 25 %.

Блок, отобранный для распиловки, транспортируется со склада блочного сырья в распиловочный цех (отделение) при помощи крана, передаточной тележки или другими средствами. При использовании передаточной тележки установка блока на станочную тележку производится на складе блочного сырья, в остальных случаях — непосредственно в зоне распиловочного станка.

На дно станочной тележки перед установкой на нее блока необходимо уложить поперечные шпалы-брусья из твердых пород дерева (дуб, ясень и др.) сечением 300×150 мм с интервалом 800 мм. В каждом конкретном случае расстояние между брусьями уточняется в зависимости от длины блока и качества постели. Блок устанавливается на станочную тележку с помощью крана.

Крепление блока на тележке осуществляется посредством деревянных клиньев и прокладок. Крепление блока должно быть надежным в процессе распиловки. В исключительных случаях — при неровной поверхности постельной грани блока — для его крепления используют цементирующие составы (см. § 36).

При обнаружении в блоке трещины (если ее характер и размеры отвечают требованиям распиловки), необходимо ориентировать блок на станочную тележке таким образом, чтобы плоскость трещины была параллельна плоскостям вертикальных пропилов.

Подготовка станка к работе заключается в установке (переустановке) дисковых пил, проверке готовности станка к работе, установке станочной тележки с блоком в рабочем пространстве станка.

Установка (переустановка) дисковых пил — операция, не являющаяся обязательной для каждого рабочего цик-

ла. Ее выполняют при замене изношившегося или приведшего в негодность инструмента, переходе на заготовки другой толщины и т. д.

Проверку готовности ортогонального станка к работе подразделяют на предварительную и окончательную.

В процессе предварительной проверки готовности станка контролируют состояние крепежных деталей и клипоременных передач, достаточность затяжки болтовых соединений, наличие смазки в смазочных точках, исправность электрооборудования, заземления и световой сигнализации, отсутствие посторонних предметов в рабочем пространстве станка и на его подвижных узлах (мосту, боковых балках, каретке), наличие ограждений.

Окончательная проверка готовности станка к работе производится на холостом ходу. При этом определяют правильность взаимодействия всех узлов кинематической схемы станка, исправность подшипников, наличие смазки в подвижных соединениях, исправность пусковой, регулировочной и контрольно-измерительной аппаратуры на пультах управления, плавность рабочих подач и установочных перемещений, равномерность подачи воды на алмазный инструмент.

После проверки готовности станка к работе станочную тележку с блоком устанавливают в рабочем пространстве станка. Работы производят в следующей последовательности (рис. 74, 75): включают электрощит включателем 11 (см. рис. 75); включают пульт управления кнопкой 12 «Старт» (см. рис. 75), при этом на выносной панели зажигается красная контрольная лампочка «МЭН» 17 (см. рис. 74); на выносной панели дистанционного управления включают зеленую кнопку «Пресс» 2 насосной станции гидропривода (см. рис. 74); включают вилку кабельного барабана намотчика в специальную розетку штепсельного разъема на станочной тележке; на выносной панели дистанционного управления включают кнопку «Кадр» 3 (см. рис. 74) движения станочной тележки, перемещая ее вместе с блоком в рабочее пространство станка в требуемое положение; вынимают вилку барабана намотчика из розетки штепсельного разъема.

Подготовку (планировку) верхней грани блока начинают с настройки станка и установочных перемещений

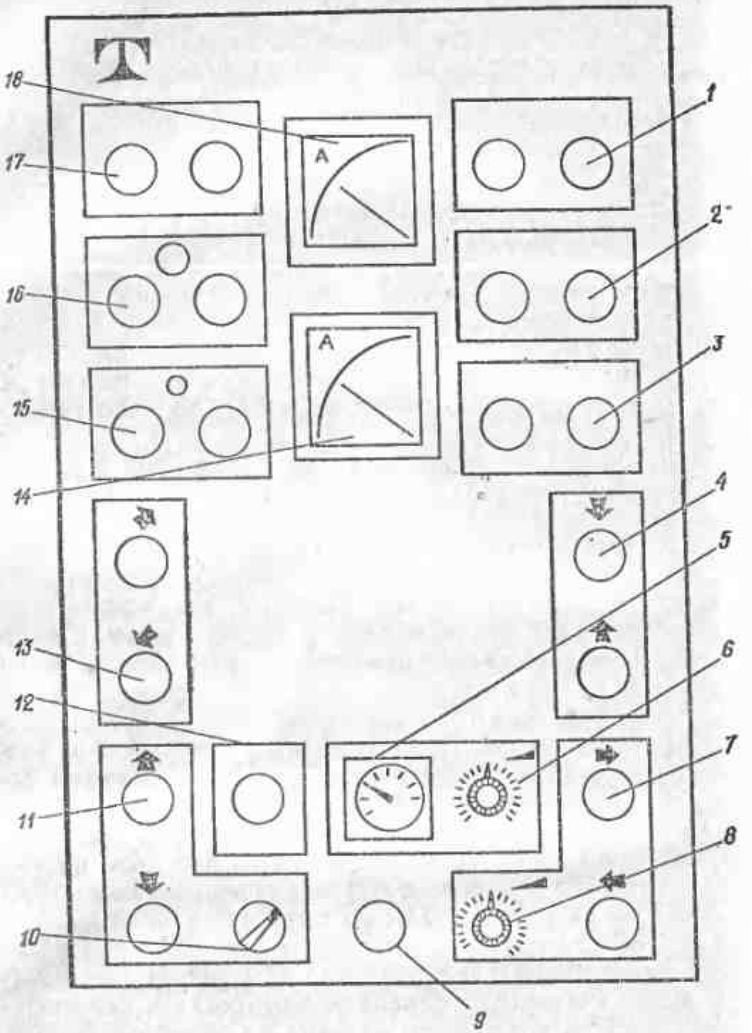


Рис. 74. Схема выносной панели дистанционного управления станка Т-14СЖ

1 — кнопка (и контрольная лампочка) включения станка на автоматический режим; 2 — кнопки включения-выключения насосной станции; 3 — кнопки включения перемещения вперед-назад станочной тележки; 4 — кнопки включения подъема-опускания горизонтальной пилы; 5 — указатель замедленной скорости подачи рабочей головки (медленное перемещение); 6 — регулятор скорости замедленной подачи рабочей головки; 7 — кнопки включения подачи рабочей головки вправо-влево; 8 — регулятор скорости подачи

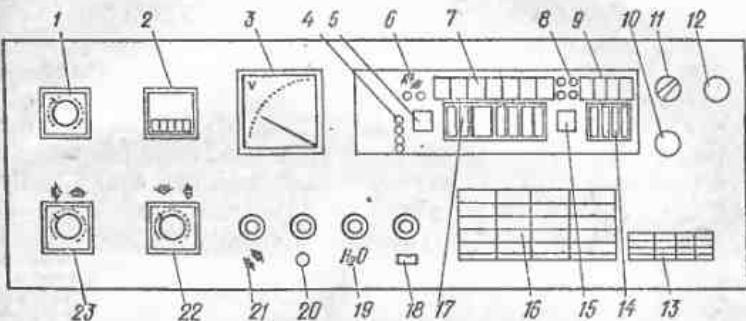


Рис. 75. Схема электропульта управления станка Т-14СЖ

1 — регулятор-указатель максимального перемещения моста; 2 — счетчик времени работы станка в автоматическом режиме; 3 — вольтметр контроля напряжения в сети; 4 — лампочки-индикаторы контроля правильности работы станка в автоматическом режиме; 5 — кнопка вывода на ноль уровня, заданного программной настройкой «17»; 6 — лампочка-индикатор перемещения моста; 7 — указатель величины перемещения моста и требуемого числа перемещений; 8 — контрольные лампочки: красные — опускания-подъема моста, зеленые — нормальной работы регуляторов; 9 — указатель уровня опускания моста; 10 — переключатель автоматических программ (*t* — вертикальная резка мрамора, *o* — горизонтальная подрезка, *d* — вертикальная резка гранита); 11 — выключатель-выключатель электрощита; 12 — кнопки включения пульта управления; 13 — таблица выбора частоты вращения пил; 14 — клавиши программной настройки опускания моста для резки вертикальными пилами; 15 — кнопка вывода на ноль уровня, заданного программной настройкой «14»; 16 — таблица выбора смазочных материалов; 17 — клавиши программной настройки горизонтального перемещения моста и числа перемещений; 18 — лампочки контроля нарушения горизонтального положения моста; 19 — лампочки контроля рационального давления воды в системе охлаждения пил; 20 — лампочки контроля правильности положения рабочей головки; 21 — лампочка-индикатор контроля крайних положений хода моста; 22 — регулятор опускания моста при его перемещении справа налево; 23 — регулятор опускания моста при его перемещении слева направо

головки; 9 — кнопка общего отключения станка; 10 — переключатель подъема-опускания моста с ручного на автоматический режим; 11 — кнопки включения подъема-опускания моста в ручном режиме; 12 — лампочка-индикатор контроля термоблокировки электродвигателей; 13 — кнопки включения поперечного перемещения моста вперед-назад в ручном режиме; 14 — амперметр контроля загрузки электродвигателя привода горизонтальной пилы; 15 — кнопки включения и остановки вращения горизонтальной пилы; 16 — кнопки включения и остановки вращения вертикальных пил; 17 — кнопка (и контрольная лампочка) включения станка на ручной режим; 18 — амперметр электродвигателя вертикальных пил

исполнительного органа. Эти работы выполняют в таком порядке: на выносной панели дистанционного управления (см. рис. 74) включают кнопки 13, 11, 7, установив переключатель 10 на ручной режим, подводят рабочую головку в такое положение, при котором вертикальные дисковые пилы входят в точечное соприкосновение с наиболее выступающим участком верхней грани блока; выводят рабочую головку с дисковыми пилами на переднюю часть блока; регулируют положение конечных ограничителей хода каретки (см. рис. 33) в соответствии с длиной и местом установки блока. При этом необходимо учитывать, что в точках наибольшей длины блока должен обеспечиваться выход вертикальных дисковых пил из пропилов не менее чем на 600 мм с каждой стороны; на электропульте управления (см. рис. 75) клавишами программной настройки 14 задают общую величину опускания моста, фиксируя ее с помощью указателя 9; регулятором 23 (см. рис. 75) устанавливают величину опускания моста за один ход рабочей головки при ее движении слева направо, а регулятором 22 — величину опускания моста за один ход рабочей головки справа налево (табл. 29); клавишами программной настройки 17 (см. рис. 75) задают величину горизонтального (поперечного) перемещения моста и число перемещений, зависящее от ширины блока, количества установленных вертикальных пил и толщины плит; заданные показатели фиксируют указателем 7.

После завершения всех перечисленных работ приступают к выполнению вертикальных пропилов. Для этого устанавливают переключатель программ 10 (см. рис. 75) в положение «д», открывают кран подачи охлаждающей воды, проверяют положение горизонтальной пилы (она должна находиться в крайнем верхнем положении). Кнопкой 16 выносной панели (см. рис. 74) включают вращение вертикальных пил. Затем кнопкой 10 переключают станок на автоматический режим, а регулятором 8 задают требуемую скорость рабочей подачи.

Начальная скорость рабочей подачи не должна превышать 30—40 % рациональных значений, указанных в табл. 29, постепенно ее необходимо увеличивать до рациональных значений, осуществляя контроль загрузки электродвигателя по амперметру 18.

Первая серия вертикальных пропилов выполняется в автоматическом режиме по следующей программе: ре-

Таблица 29. Рациональные режимы алмазно-дисковой распиловки проциного камня на ортогональных станках

Литера индексации	Блок распиловочного камня	Вертикальные пилы		Горизонтальная пила		Глубина разрезания (при проходе, за 1 проход, мм)		Паспортная подача, м/мин	
		Количество пил, шт.	Скорость пил, м/мин	Количество пил, шт.	Скорость пил, м/мин	Количество пил, шт.	Скорость пил, м/мин	Количество пил, шт.	Скорость пил, м/мин
I	Гранит янцевский, токовский, кирлаатинский, соколовский, майкульский, чаркасарский	6 8 9	20—25 3,5—4,5 20—25	3,5—5 3,5—4,5 3,5—4,5	1,5 1,5 1,5	2 2 2	20—25 20—25 20—25	0,6—2 0,6—2 0,6—2	80 110 120
II	Гранит новоднепровский, смельниковский, калустинский, коростышевский, крошинский, талский	6 8 9	25—30 25—30 25—30	4—6 4—5 4—5	2 2 2	3 3 3	25—30 25—30 25—30	2—3 2—3 2—3	80 110 120
III	Гранит жежелевский, трикратинский, калесовский, гранодиорит актауский, «орленок», габброродабазит-рутческий, габбро голопинского, саличихе, лабрадорит, голопинский	6 8 9	25—30 25—30 25—30	5—7 5—6 5—6	3 3 3	4 4 4	25—30 25—30 25—30	2,5—3,5 2,5—3,5 2,5—3,5	90 120 130
IV	Базальт паракарский, ровенский	6 8 9	30—35 30—35 30—35	5—7 5—6 5—6	4 4 4	5 5 5	30—35 30—35 30—35	3—4 3—4 3—4	80 70 70

зание на заданную глубину (прямой ход) — выход пил из блока — опускание пил (с мостом) на заданную глубину — вход пил в блок — резание на заданную глубину (обратный ход) — выход пил из блока — опускание пил на заданную глубину — вход пил в блок — резание на заданную глубину (прямой ход) и так — до завершения нарезки первой серии вертикальных пропилов, т. е. до заглубления пил на величину, заданную условиями планировки. После этого в автоматическом режиме производится подъем и поперечное перемещение моста с рабочей головкой на новую позицию, где вновь повторяется описанный цикл с челиnochными перемещениями рабочей головки и нарезанием второй серии вертикальных пропилов до тех пор, пока вертикальные пропилы не будут выполнены по всей ширине блока. Затем следует автоматический подъем моста и остановка станка. Закрывают кран подачи воды и, включая попеременно кнопки 11 и 13, перемещают рабочую головку с вертикальными пилами в исходное положение (над первой серией вертикальных пропилов), полностью выводя пилы за пределы блока.

Далее приступают к операции подрезки, выполняемой горизонтальной пилой (рис. 76). С этой целью спа-чала ослабляют стопорные винты-фиксаторы узла горизонтальной подрезки и кнопкой 4 опускают горизонтальную пилу на 2—3 мм ниже дна вертикальных пропилов. Затем зажимают стопорные винты-фиксаторы и клави-шами программной настройки 17 (см. рис. 75) задают величину подачи (глубину подрезки) горизонтальной пильы на один ее проход из расчета полной подрезки одной плиты за два-четыре прохода (в зависимости от толщины плиты). Для этого воспользуемся выражением

$$t_1 = \frac{(b_n + b_{np})}{n},$$

где t_1 — глубина подрезки на один проход, мм; b_n и b_{np} — соответственно толщина плиты-заготовки и ширина вертикального пропила, мм; n — число проходов, за которое происходит полная подрезка плиты.

При выборе числа проходов и направления первоначального прохода необходимо стремиться к тому, чтобы завершающий проход производился в направлении «от пульта», что обеспечит более комфортабельные условия съема отпиленной плиты (с минимальным увлажнением рабочей зоны).

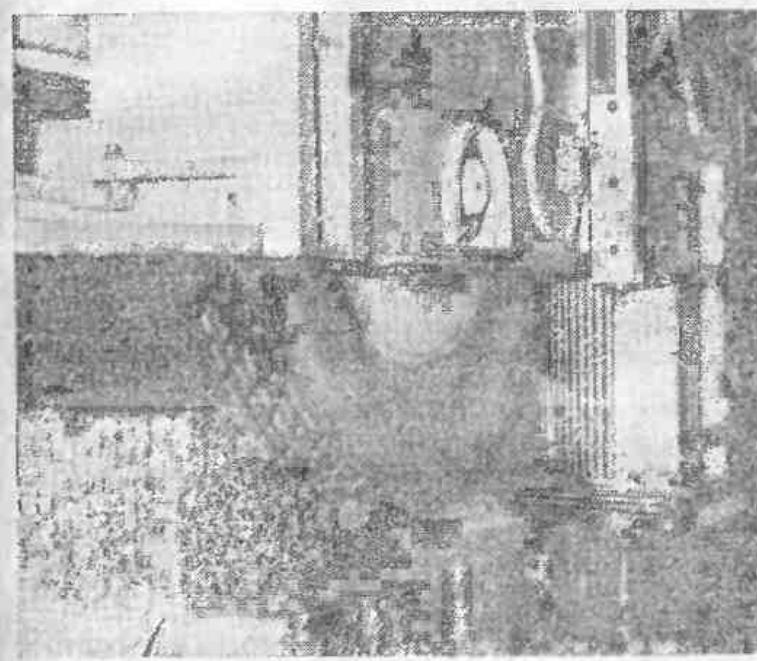


Рис. 76. Подрезка плит на многодисковом ортогональном станке Т-12Ж

После того, как будет задана величина подачи (глубина подрезки) горизонтальной пилы, следует установить переключатель программ 10 (см. рис. 75) в положение «О» — горизонтальная подрезка, затем открыть кран водяного охлаждения, включить кнопкой 15 (см. рис. 74) вращение горизонтальной пильы и перевести кнопкой 1 станок на автоматический режим работы. Начинается горизонтальная подрезка плит последовательными челиnochными проходами горизонтальной пильы, осуществляется в автоматическом режиме.

В этот период обязанностью распиловщика камня, помимо контроля за течением технологического процесса, является поштучный съем каждой отпиленной плиты. В процессе планировки большая часть таких плит представляет собой плоский окол в виде узких бесформенных полос, убираемых в кюбель. Наиболее крупные полосы

(ширина свыше 200 мм), представляющие интерес для последующей обработки, складируются отдельно.

При выполнении горизонтальных пропилов необходимы специальные меры предосторожности, предотвращающие падение отрезаемой плиты на горизонтальную пилу. Для этого применяют специальные трубчатые стержни, угловые упоры, а также полосы-прокладки из дерева или пластмассы, помещаемые в горизонтальный пропил.

По окончании полного цикла подрезки кнопкой 15 (см. рис. 74) останавливают вращение горизонтальной пилы, перекрывают кран водяного охлаждения, кнопкой 17 переводят станок на ручной режим работы и кнопкой 7 выводят рабочую головку за пределы блока. На этом операция подготовки (планировки) верхней грани блока считается законченной, что позволяет перейти к собственно распиловке.

Сначала, пользуясь клавишами программной настройки 14 (см. рис. 75), задают глубину вертикального резания H_b :

$$H_b = H_n + b_{\text{пр}}^r,$$

где H_n — требуемая высота (ширина) плиты-заготовки, мм; $b_{\text{пр}}^r$ — ширина горизонтального пропила, мм.

Затем регуляторами опускания моста 22 и 23 устанавливают глубину резания вертикальными пилами за один проход (в обе стороны), используя рекомендации табл. 29.

Пользуясь клавишами программной настройки горизонтальных перемещений моста 17 (см. рис. 75), задают величину поперечного перемещения моста C_m после выполнения каждой серии вертикальных пропилов и число таких перемещений Z_m , считывая эти параметры с указателя 7. Показатели C_m и Z_m можно определить из следующих соотношений:

$$C_m = B_n + B_{\text{пл}},$$

$$Z_m = B_b / C_m - 1,$$

где B_n — общая ширина постава вертикальных пил, мм; $B_{\text{пл}}$ — заданная толщина плит-заготовок, мм; B_b — ширина распиливаемого блока, мм.

После этого необходимо установить переключатель автоматических программ 10 в позицию «g», открыть кран подачи воды, проверить положение горизонтальной пилы (она должна находиться в крайнем верхнем положении), включить кнопкой выносной панели 16 вращение вертикальных пил и перевести кнопкой 1 «aylo» станок на автоматический режим (при этом переключатель 10 должен находиться в положении ручного режима работы «стан»).

Далее следует самая длительная по времени операция — нарезка вертикальных пропилов, выполняемая в автоматическом цикле аналогично той же операции при планировке верхней грани блока.

Скорость рабочей подачи устанавливают регулятором 8 в соответствии с рекомендациями табл. 29. В первой стадии распиловки до заглубления пил на глубину 30—40 мм скорость подачи не должна превышать 40 % рекомендуемых рациональных значений, затем ее постепенно увеличивают. Правильность выбранной подачи контролируют по амперметру 18: загрузка (по току) электродвигателя вертикальных пил не должна превышать: при 6 работающих пилах — 40 А, при 7—50 А, при 8—60 А и при 9—70 А.

Увеличение потребляемого тока при неизменной скорости рабочей подачи свидетельствует о постепенном затуплении (засаливании) алмазных пил. Другая причина засаливания алмазного инструмента — увод пил.

В процессе нарезания вертикальных пропилов распиловщик камня должен тщательно контролировать прямолинейность пропилов и их параллельность. Нарушение этих условий, а также увеличение потребляемой мощности требует проведения немедленных мер по восстановлению режущей способности алмазного инструмента. Прежде всего необходимо снизить глубину резания за один проход на 40—50 %, одновременно увеличив в той же пропорции скорость рабочей подачи. Если принятые меры не обеспечивают достаточного обнажения рабочей поверхности инструмента, затупившуюся пилу переставляют на рабочем валу, меняя направление ее вращения. Если и это мероприятие не дает положительных результатов, инструмент необходимо вскрыть, разрезая абразивный материал (туф, шамот, пескобетон и т. д.) на верхней грани распиливаемого блока.

После завершения операции нарезания вертикальных пропилов по всей ширине блока, выполняемой в автоматическом режиме, станок автоматически останавливается. Подачу воды перекрывают и попеременным включением кнопок 11, 13 (см. рис. 74) перемещают рабочую

головку в исходное положение (над первой серией вертикальных пропилов), полностью выводя вертикальные пилы за пределы блока.

Далее приступают к операции подрезки, которая про текает в той же последовательности, что и подрезка при планировке верхней грани блока. Сначала устанавливают горизонтальную пилу на 2—3 мм ниже дна вертикальных пропилов, зажимая узел подрезки винтами-фиксаторами. Затем кнопкой 11 (см. рис. 74) поднимают мост с рабочей головкой до соприкосновения горизонтальной пилы с верхней гранью блока и вновь выводят пилу за пределы блока. Кнопкой 1 устанавливают стапилу на автоматический режим работы, после чего кнопкой 11 опускают мост на величину, заданную программной настройкой 14 (см. рис. 75). Затем клавишами программной настройки горизонтального перемещения моста 17 задают величину подрезки плиты горизонтальной пилой за один проход. После этого повторяют все приемы и переходы, выполнявшиеся во время такой же операции на стадии планировки верхней грани блока. Выполнение подрезки производится в автоматическом режиме с поштучным съемом каждой подрезанной плиты полуфабриката. В зависимости от конкретных производственных условий съем плиты может осуществляться механизированным способом (тельферным краном, балансирным манипулятором, полуавтоматическим разгрузочным устройством) или с помощью робота. Плиты укладывают на промежуточный рольганг и передаются на последующую обработку. Рекомендуемые технологические режимы подрезки приведены в табл. 29.

В процессе этой операции очень важно предотвратить опускание (падение) выпиленной плиты на горизонтальную пилу, что может привести к деформации корпуса инструмента или к «прижогам» алмазных элементов. С этой целью рекомендуется в процессе каждого последнего прохода пилы вставлять в горизонтальный пропил (под плиту-заготовку) прокладку в виде деревянной или пластмассовой полосы или специальный угловой упор с помощью трубчатой штанги или шеста. При подрезке плит повышенной толщины (30—40 мм) подрезаемую плиту охватывают сверху П-образной скобой из проволоки диаметром 4—5 мм, одна ножка которой вводится в вертикальный пропил за соседней плитой.

После завершения операции подрезки опускают мост

на заданную величину, обусловленную высотой (шириной) выпиляемых плит-заготовок, и вновь повторяют операцию нарезания вертикальных пропилов, а затем операцию подрезки плит и так до полной распиловки блока.

Заключительную серию вертикальных пропилов во избежание смещения камня производят на пониженной скорости рабочей подачи, составляющей 30—40 % рекомендуемых рациональных значений (см. табл. 29).

Процесс распиловки блока считается завершенным, когда после выполнения подрезки на станочной тележке остается часть блока (недопил) высотой до 100 мм.

По окончании распиловки кнопкой 17 (см. рис. 74) переводят станок на ручной режим работы, а кнопкой 7 выводят алмазный инструмент за пределы рабочей зоны, закрывают кран системы водяного охлаждения, поднимают кнопкой 11 мост в крайнее верхнее положение, отключают станок, вставляют вилку кабельного барабана-намотчика в розетку штепсельного разъема станочной тележки и, пользуясь кнопкой 3, выкатывают тележку с недопилом из рабочей зоны станка.

Затем производят строповку недопила и краном снимают его со станочной тележки, направляя в кюбель. Станочную тележку очищают, подготавливая ее к загрузке очередным блоком, осуществляют очистку приемника, промывку станка с чисткой его узлов, уборку околостаночного пространства. Отходы распиловки, накопленные в кюбелях, выгружают в автотранспорт и удаляют из цеха.

Некоторые особенности имеет технология ортогональной распиловки камня средней прочности и низкопрочного. В отличие от распиловки прочного камня в данном случае выпиливание плит — заготовок из блока осуществляется за один проход, так как операции нарезания вертикальных пропилов и подрезки совмещены по времени. В операции распиловки обычно участвуют две пилы — вертикальная и горизонтальная, большую часть цикла работающие одновременно. При этом распиловка за один проход осуществляется на полную глубину, заданную условиями резания. Сначала вертикальной пилой делают первый (крайний) пропил, после чего рабочая головка возвращается в исходное положение. Горизонтальная пила в это время отведена в сторону и врезании не участвует. Затем головка с мостом перемещается

в поперечном направлении на величину, равную толщине плиты-заготовки, и выполняется второй вертикальный пропил. Одновременно с этим в зону резания специальным механизмом вводится горизонтальная пила, которая подрезает заготовку, полученную в результате первого вертикального пропила и т. д. Процесс распиловки проходит в автоматическом режиме. Съем плит-заготовок производится поштучно по мере их выпиливания из блока. Для этой цели используются те же механизированные средства, что и при распиловке прочных пород.

Аналогичным образом выполняют и планировку верхней грани блока. Однако для ускорения этой операции толщину выпиливаемого окола увеличивают до 50—60 мм и более (с учетом возможности его подрезки горизонтальной пилой за один проход).

Режимы резания при распиловке на ортогональных станках камня средней прочности и низкопрочного должны соответствовать рекомендациям табл. 27.

§ 39. Распиловка дисковыми и кольцевыми твердосплавными пилами

Технология распиловки камня дисковыми твердосплавными пилами эффективна при обработке низкопрочных горных пород. Производительность при этом выше производительности распиловки их алмазным инструментом. Кроме того, создается возможность работы без водяного охлаждения инструмента, позволяющая организовать круглогодичную распиловку камня в polygonных условиях. Благодаря этому в отдельных случаях распиловка твердосплавными пилами становится конкурентоспособной с алмазно-дисковой технологией распиловки.

Наиболее эффективно процесс распиловки камня дисковыми твердосплавными пилами осуществляется на многодисковых станках типа РС-2 с конвейерной подачей заготовок. Такой станок обслуживается двумя рабочими. Один из них укладывает тельферным краном заготовки на конвейер станка и осуществляет контроль за его работой, другой производит съем и складирование плит-заготовок, убирает штыб и окол. Практика показывает, что наилучшие результаты обеспечиваются при распиловке низкопрочных видов камня с пределом проч-

Таблица 30. Рациональные режимы и технологическая производительность распиловки камня дисковыми твердосплавными пилами

Группа пильности	Вид распиливаемого камня	Скорость резания (окружная), м/с	Скорость рабочей подачи, мм/ч · 10 ⁴	Технологическая производительность (на одну пилу), м ³ /ч
IX	Известняк жетыбайский, альминский, бодракский, инкерманский	7—9	3—6	9—18
IX	Туф вулканический октемберянский, артический и др.	5—6	3—4	9—12
VIII	Известняк экларский, сары-ташский	4—6	1,0—3	3—9

ности на сжатие до 25—30 МПа. Распиловка производится по схеме резания «по подаче».

Рациональные режимы и технологическая производительность распиловки различных видов камня дисковыми твердосплавными пилами приведены в табл. 30.

Технологической особенностью многодисковой распиловки камня твердосплавными пилами при конвейерной подаче заготовок является их недопил, составляющий 50—60 мм высоты заготовки, что исключает поломку плит и способствует сохранности конвейера станка. Плиты отламываются рабочим от основания вручную на выходной части конвейера. Распиловка камня дисковыми твердосплавными пилами может производиться как с подачей воды (расход воды на одну пилу 10—15 л/мин), так и без нее. При работе всухую (особенно в помещении) станок должен быть оборудован пылеотсосом, а рабочее место — приточно-вытяжной вентиляцией.

При распиловке камня всухую хорошие результаты обеспечиваются предварительным водонасыщением блоков-заготовок, что снижает пылеобразование в процессе распиловки и одновременно увеличивает производительность распиловки (при сокращении ее энергоемкости) за счет размягчения камня при водонасыщении. В производственных условиях водонасыщение блоков-заготовок можно производить в специальных емкостях-чанах вместимостью 15—20 м³, где камень выдерживается примерно в течение 1 сут. Для ускорения водонасыщения

можно довести воду до кипения, пользуясь электронагревателем.

Технология распиловки блоков кольцевыми пилами позволяет в ряде случаев достичь высоких технико-экономических показателей при пассировке блоков и их распиловке на утолщенные заготовки. Использование кольцевых пил позволяет осуществлять распиловку блоков высотой до 1 м, что делает возможным исключить применение для этих целей дорогостоящего инструмента — алмазных дисковых пил диаметром 3 м. Производительность станков, оснащенных кольцевыми пилами на низкопрочных породах превышает производительность станков с алмазным инструментом. Работа кольцевых пил осуществляется без подачи охлаждающей жидкости (воды), что упрощает технологический процесс и позволяет организовать круглогодичную распиловку блоков в polygonальных условиях, на открытых промышленных площадках (это особенно важно при пассировке блоков вблизи карьера).

Распиловку блоков камня кольцевыми пилами осуществляют на специализированных станках и стационарных установках (типа КСС-15 и др.). Распиловка может производиться одновременно несколькими пилами. Таким способом наиболее целесообразно получать из блока утолщенные пластины-заготовки, используемые впоследствии для многодисковой распиловки на плиты. Распиловку осуществляют по схеме резания «по подаче», обращая особое внимание на надежность крепления распиливаемого блока к рабочему столу станка, предотвращающую его смещение (для этого обычно используют деревянные упоры).

Для распиловки блоков могут использоваться и уступные добывающие камнерезные машины (СМР-028, СМ-177А, СМ-580А). При этом их следует переоборудовать по любому из двух следующих вариантов: установить на промышленной площадке разновысотные рельсы-направляющие, расстояние между которыми соответствует взаимному расположению катков машины (верхние направляющие монтируют на металлической сварной ферме или на бетонной опорной стенке), или же оборудовать машину кронштейном с перемещением верхних катков на один уровень с нижними. При этом рельсы — направляющие машины устанавливаются на одном уровне — нулевой отметке промышленной площадки.

Распиловка блоков камнерезными машинами с кольцевыми пилами обычно производится для их пассировки. При этом опиливают одну или две грани блока, используя только вертикальную фрезу. Производительность пассировки блоков обеспечивается при достаточно большой длине рабочей зоны (20—30 м), позволяющей осуществлять последовательную распиловку целого ряда блоков (5—10 шт. и более), уложенных друг за другом.

Рабочая площадка, на которую укладываются блоки, должна иметь бетонное покрытие с поперечными пазами для удобства крепления блоков. Блоки крепят деревянными упорами или цементированием нижней грани. Подъемно-транспортные операции по доставке блоков на промышленную площадку, их укладку выполняют с помощью портално-козлового крана.

Доставленные на пассировку блоки (монолиты) размещаются на рабочей площадке с ориентацией плоскости намечаемого распила по оси продольной подачи исполнительного органа.

Рациональные (ориентировочные) режимы распиловки кольцевыми пилами в зависимости от видов камня приведены в табл. 31.

Таблица 31. Рациональные режимы и технологическая производительность распиловки камня кольцевыми твердосплавными пилами (фрезами)

Группа пил-ности	Вид распиливаемого камня	Скорость резания (окруж-ная), м/с	Скорость рабочей подачи, мм/ч·10 ³	Технологическая производительность распиловки (на одну пилу), м ² /ч
IX	Известняк жетыбайский, альминский, бодракский, никерманский Тuf вулканический октремберянский, артинский и др.; гипсовый камень журавинский, сауристанский и др.; доломит каар-масский, мустинавский и др.	1,7—2	2—4	20—40
VIII	Известняк экларский, сарыташский	1,3—1,5	0,5—0,7	5—7
VII	Мрамор коелгинский, уфалейский, мраморский, иджеванский, газганская, агурский	0,5—0,7	0,1—0,3	1—3

В каждом конкретном случае, особенно при переходе на распиловку новой разновидности камня, необходимо провести работы по подбору рациональных режимов применительно к конкретным производственным условиям. При этом следует учитывать, что большая часть оборудования, оснащенного кольцевыми пилами, имеет дискретную (ступенчатую) систему регулирования режимов распиловки, осуществляемого с помощью коробки передач. Обычно такой подбор режимов распиловки начинают с установки механизмов рабочей подачи и привода вращения пилы на минимальные скорости. После этого выполняют пробный пропил. Если оборудование работает нормально, электродвигатели не загружены на полную мощность, нагрева механизмов и узлов не происходит, шум работающих шестерен не усиливается, то распиловку прекращают и механизм подачи переключают на следующую (большую) скорость. Затем производят еще несколько пробных распилов до тех пор, пока не произойдет заклинивание кольцевой пилы. После этого необходимо повысить частоту вращения пилы на одну ступень. Если заклинивание инструмента прекратится и не появятся признаки перегрузки электродвигателей, подачу увеличивают на следующую ступень.

При подборе рациональных режимов резания во избежание ошибки важно точно знать причину заклинивания инструмента: повышенная скорость подачи, перекос направляющих и др. Если пила вращается легко и не заклинивается при отводе от зоны резания на 50—100 мм (но без вывода ее из пропила), значит причиной заклинивания в процессе отработки режимов была большая скорость подачи. Подбирая рациональный режим распиловки, следует всегда стремиться к тому, чтобы оборудование работало на максимальной скорости рабочей подачи и на оптимальной скорости резания, которая в то же время не должна быть завышена. При малой частоте вращения пилы расход инструмента и электроэнергии мельче.

Контроль за процессом распиловки камня кольцевыми пилами осуществляют, главным образом, по мощности, потребляемой на резание. При рациональных режимах работы она не должна превышать 7—8 кВт на одну пилу. С этой целью оборудование оснащают ваттметром или амперметром. Кроме того, систематически проверяют состояние как всего исполнительного органа — коль-

цевой пилы (плавность вращения, отсутствие стука и скрежета в подшипниках и т. д.), так и режущих элементов (см. § 46).

Важное условие эффективной эксплуатации кольцевого режущего инструмента — своевременная перезаточка его рабочих элементов (резцов). Необходимость каждой очередной перезаточки или замены инструмента устанавливается исходя из увеличения мощности, потребляемой на резание, появления сильных вибраций исполнительного органа, а также по величине площадки износа резцов. Работа затупившейся кольцевой пилой резко увеличивает расход электроэнергии, приводит к перерасходу твердого сплава, вызывает преждевременный износ деталей и узлов исполнительного органа и оборудования. Единичные резцы с выкрошенными пластинками твердого сплава подлежат немедленной замене, при наличии затупленных резцов (свыше 25 % общего количества) необходимо заменить пилу.

Закрытые помещения, в которых эксплуатируется оборудование с кольцевыми пилами, должны иметь системы пылеотсоса и вентиляции в соответствии с действующими санитарными нормами.

Технология распиловки камня камнерезными машинами с кольцевыми пилами (в polygonных условиях) при пассировке мрамора, травертина, доломита, известняка распространена на комбинате «Саянмрамор», Симферопольском заводе нерудных материалов, предприятиях «Эсти доломийт» и некоторых других предприятиях.

§ 40. Распиловка канатными неармированными пилами

В современной практике распиловки камня канатные неармированные пилы применяются довольно редко. Однако при наличии на камнеобрабатывающем предприятии соответствующего оборудования применение технологии распиловки канатными неармированными пилами (абразивно-канатной распиловки) может быть экономически оправдано для разделки нетабаригов на блоки, пассировки блоков, выпиливания из них толстомерных заготовок, а иногда и распиловки блоков на плиты (рис. 77) благодаря конструктивной простоте станка, невысокой стоимости инструмента, низкой энергоемкости.

Свободным абразивом при канатной распиловке обыч-

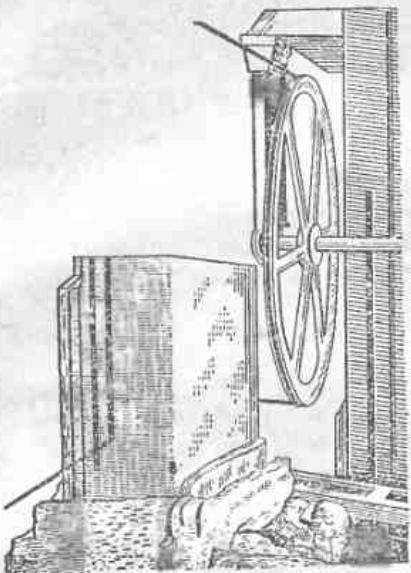


Рис. 77. Выпиливание толстомерных плит-заготовок канатной неармированной пилой

но служит кварцевый песок с крупностью зерен фракций 0,2—0,5 мм (число фракций 0,2—0,3 мм должно быть не менее 60 %).

Аbrasивная пульпа, подаваемая в пропил, состоит из двух основных компонентов — кварцевого песка и воды, соотношение между ними составляет 1:4, реже 1:3. Средняя плотность пульпы 1100—1200 г/л. Принципиальная схема подачи пульпы по замкнутому циклу аналогична схеме насосной подачи пульпы на штрупсовых станках (см. рис. 15, б). При замкнутой системе подачи в составе пульпы неизбежно присутствуют твердые частицы — продукты разрушения породы, содержащие которых составляет до 20—30 % по массе. Дозатор абразива обычно представляет собой металлическую емкость объемом 150—200 л, снабженную электромеханическим вибратором с регулируемой подачей до 10 л/ч.

При распиловке камня повышенной прочности в качестве абразива могут быть использованы порошки карбида кремния зернистостью 20, 32 и 40 (ГОСТ 3647—80), обеспечивающие более высокую по сравнению с кварцевым песком производительность распиловки. Следует отметить, что для абразивно-канатной распиловки особен-

но целесообразно применение дешевых отходов производства карбидового инструмента в виде концентрата.

Красноярский институт цветных металлов предложил в качестве абразива при канатном пилении смесь кварцевого песка с карбидом кремния (1:1), а также белый электрокорунд. Соотношение компонентов пульпы на основе этих абразивов то же, что и на кварцевом песке. Применение такого абразива резко повышает производительность труда. Так, если принять технологическую производительность распиловки с кварцевым песком за 100 %, то со смесью песка и карбида кремния она составит 199 %, с белым электрокорундом — 224 %, с карбидом кремния — 297 %.

Процесс распиловки камня на канатопильных станках начинается с установки блока на станочную тележку так же, как и на одиоштрупсовых станках и дисковых станках, работающих с пилами большого диаметра. По манометру, динамометру или грузу натяжной станции (в зависимости от конструкции станка) проверяют натяжение каната, которое должно составлять 2—2,5 кН для каната диаметром 3,5 мм и 2,5—3 кН для каната диаметром 4 мм и выше.

Собственно распиловка, как и в других случаях распиловки камня, начинается с запуска станка. Рабочая подача осуществляется опусканием шкивов с канатом на распиливаемый блок. Рациональная скорость резания составляет 8—15 м/с, а расход абразивной пульпы — 4—6,5 л/мин. Пульпа в пропил подается через форсунку (войронку), устанавливаемую на верхней грани блока непосредственно над передним краем пропила (по ходу движения каната)¹.

Рациональные значения скорости рабочей подачи и технологическая производительность распиловки в зависимости от видов распиливаемого камня и абразива приведены в табл. 32.

При запиливании скорость подачи устанавливают в пределах 25—30 % ее рациональных значений при распиловке. Характерная особенность канатной распиловки — наличие стрелы прогиба каната, достигающей значительных величин из-за повышенной эластичности инструмента. Максимальное значение стрелы прогиба f_{\max} в зависимости от длины распиливаемого блока и усилий, прикладываемых к канату, можно вычислить по формуле

$$f_{\max} = ql^2/8H,$$

¹ При запиливании форсунку приподишают на 100—150 мм над верхней гранью блока, например с помощью треножника.

Таблица 32. Рациональная скорость рабочей подачи и технологическая производительность распиловки камня канатными неармированными пилами

Группа плиты	Вид распиливаемого камня	Рациональная ско- рость рабочей пода- чи, мм/ч, при распиловке		Технологическая производительность распиловки, м ² /ч, при распиловке	
		с кварце- вым пес- ком	с карби- дом кремни-	с кварце- вым пес- ком	с карби- дом кремни-
IX	Известняк бодрак- ский, альминский, же- тыбайский; туф артик- ский, ереванского ти- па, октемберянский	400—500	1000— 1500	0,8	3,4
VII	Мрамор кеолгинский, газганская, уфалей- ская, мраморский	300—350	800— 1000	0,6—0,7	2—3
III	Мрамор горовской, уле-нарошенский, хор- виранский, агверан- ский	250—300	1000— 1100	0,5—0,6	1,8—2
V	Мрамор кибиц-кор- донский, рускеаль- ский, арымский	200—250	600— 800	0,4	1,3—1,5
IV	Базальт паракарский, иорский, берестовец- кий	140—160	400— 600	0,3	1,0—1,2
III	Габбро головинское; лабрадорит головин- ский	120—140	350— 450	0,25	0,5—0,7
II	Гранит жежелевский, трикратинский	100	300— 400	0,2	0,4—0,6
I	Гранит смельянов- ский, капустинский, савосайский, коросты- шевский, танский	60—80	180— 200	0,1	0,2—0,3

где q — приведенная нормальная нагрузка на 1 м каната, $q = 0,3 \dots 0,8$ кН в зависимости от прочности камня; l — длина пропила, м; H — усилие натяжения каната, $H = 2 \dots 3$ кН.

Максимальная стрела прогиба каната не должна превышать 7—10 % длины пропила.

В отдельных случаях, например при распиловке блока на плиты-заготовки, необходимо принимать специальные технологические меры для предотвращения появле-

ния глубоких борозд и заливов на поверхности распила. Среди них уменьшение скорости рабочей подачи на 20—40 % по сравнению с рациональными значениями (см. табл. 32), регламентирование гранулометрического состава абразива (максимальное содержание в нем фракции 0,3 мм при полном исключении частиц диаметром 0,5 мм и выше); сокращение стрелы прогиба каната, которая не должна превышать 3 % длины пропила.

§ 41. Распиловка канатными армированными пилами

Благодаря значительным преимуществам и прежде всего высокой износстойкости канатных алмазных пил перед твердосплавными канатными алмазно-канатная распиловка получила доминирующее распространение при разделке монолитов на блоки, пассировке блоков, выпиливании из них разнообразных заготовок. Наибольший эффект достигается при алмазно-канатной распиловке камня средней прочности и шизодрочного. В то же время опытные работы последних лет свидетельствуют о большой перспективности применения алмазных пил и для распиловки прочных, в том числе изверженных горных пород.

Характерными особенностями, отличающими алмазно-канатную распиловку от абразивно-канатной, являются ограниченная длина рабочего контура (обычно до 18—20 м) и высокая скорость резания (25—40 м/с)*.

Принципиальная схема и последовательность процесса алмазно-канатной распиловки те же, что и распиловки канатными неармированными пилами. Рациональное значение усилия натяжения пилы составляет 2,5 кН.

Распиловка осуществляется с подачей в пропил охлаждающей жидкости (обычно воды), расход которой в зависимости от длины пропила составляет 10—25 л/мин. Рациональные значения скорости рабочей подачи при алмазно-канатной распиловке различных видов камня и соответствующие им значения производительности приведены в табл. 33.

Стрела прогиба каната при алмазно-канатной распи-

* На станках, имеющих возможность регулировать частоту вращения шкивов, наименьшие значения скорости резания задаются при распиловке малоабразивных пород повышенной прочности, а наибольшие — при распиловке высокоабразивных низкопрочных пород.

Таблица 33. Рациональная скорость рабочей подачи и производительность распиловки камня канатными алмазными пилами

Группа материалов и камней	Вид распиливаемого камня	Рациональная скорость ра- бочей подачи, мм/ч	Произ- водитель- ность рас- пиловки, м ² /ч
IX	Ишшестник альминский, жетыбайский; туф артикский, октемберянский	2000—3000	4—6
VIII	Травертин шахтахтинский	1400—1600	3—4
VII	Мрамор кеодгинский, уфалейский, мрамореский, газганская	1200—1400	2,5—3,5
VI	Мрамор иджеванский, горовский, уле-нарошепский	900—1200	1,9—3
V	Мрамор кибирь-кордонский, рускеальский, арымский, буровицкий	300—500	0,6—1,2
VI	Базальт паракарский, норский, берестонецкий	100—200	0,2—0,5
III	Габбро годовинское, лабрадорит голо- щечный	100—150	0,2—0,4

ловке такая же, что и при распиловке неармированным канатом. Однако этот параметр требуется тщательно контролировать — чрезмерно большая стрела прогиба пилы может привести к преждевременному выходу из строя каната из-за появления значительных напряжений изгиба в месте крепления алмазных режущих элементов; слишком малая стрела прогиба не позволяет создать достаточно высокое давление резания и подачи, что снижает производительность распиловки. Для расчета рациональных значений стрелы прогиба можно пользоваться формулой § 40 с учетом того, что приведенные нормальные нагрузки при алмазно-канатном пилении составляют 0,6—1,2 кН на 1 м каната в зависимости от прочности распиливаемого камня.

Твердосплавно-канатную распиловку, как и алмазно-канатную, осуществляют при ограничении длине рабочего контура (до 18—20 м). Максимальный диаметр режущих элементов, выполненных в виде конических втулок, составляет обычно 10 мм, шаг между ними выбирается в зависимости от вида камня в пределах 50—150 мм. Рациональная скорость резания 15—22 м/с, скорость рабочей подачи при распиловке низкопрочного камня (известняков, вулканического туфа и т. д.) 10000—15000 мм/ч, что соответствует технологической

производительности распиловки 20—25 м²/ч. Пиление осуществляется с подачей охлаждающей жидкости (воды) в пропил, расход воды 10—15 л/мин.

§ 42. Распиловка ленточными алмазными пилами

Распиловка блоков камня ленточными алмазными пилами (алмазно-ленточная распиловка) более детально разработана в ФРГ и Японии (в СССР ведутся опытные работы).

Длина рабочего контура ленточной алмазной пилы обычно 12—18 м. Обязательным технологическим условием является использование на распиловочном станке шкивов большого диаметра (1800—2200 мм) для уменьшения влияния перегибов ленты на срок ее службы. При этом считается, что для соблюдения достаточной эластичности пилы необходимо выполнять соотношение:

$$b_{\text{л}} = 0,001 + 0,0007D,$$

где $b_{\text{л}}$ — толщина корпуса (ленты), мм; D — диаметр шкивов, мм.

Уменьшение толщины ленточной алмазной пилы позволяет сократить потери сырья на пропил, снизить энергоемкость и расход алмазов. Однако для сохранения достаточной устойчивости инструмента, обеспечивающей исключение брака распиловки от увода пилы, требуется или увеличить натяжение ленты, или снизить скорость рабочей подачи. Практика показывает, что при уменьшении толщины на каждые 0,2 мм скорость подачи необходимо снизить на 20—40 %.

Натяжение ленточных пил обычно осуществляется посредством гидроцилиндра и контролируется по манометру. Оптимальное усилие натяжения в зависимости от толщины ленты составляет 40—50 кН.

Структура технологического процесса при алмазно-ленточной распиловке камня в принципе та же, что и при алмазно-канатной. Скорость резания при распиловке прочного камня (граниты, габбро и др.) 20—26 м/с, камня средней прочности и низкопрочного (мраморы, доломиты, травертины, известняки, туфы и др.)—35—40 м/с.

Рациональные значения скорости рабочей подачи и соответствующая им производительность распиловки в зависимости от видов камня приведены в табл. 34.

Расход воды при алмазно-ленточной распиловке кам-

Таблица 34. Рациональная скорость рабочей подачи и технологическая производительность распиловки камня ленточными алмазными пилами

Группа по длительности	Вид распиливаемого камня	Рациональная скорость ра- бочей пода- чи, мм/ч*	Техноло- гическая про- извод- ительность рас- пиловки, м ² /ч
IX	Известняк альминский, жетыбайский; туф артикский, октемберянский	4500—6000	9—12
VII	Мрамор коелгинский, уфалейский, газганинский	2200—3000	4,5—6
V	Мрамор кибик-кордонский, рускеальский, арымский	1200—1800	2,5—3,5
IV	Базальт паракарский, чорский	900—1000	1,8—2
III	Габбро головинское; лабрадорит голдинский	600—900	1,2—1,8
II	Гранит жежелевский, трикратченский	700—600	0,9—1,2
I	Гранит смельяновский, капустинский, новоданиловский	200—500	0,5—0,9
	Гранит яицевский, токовский, карлахтинский		

* При использовании для распиловки одновременно двух ветвей пилы, проподаваем к значительному увеличению длины пропила, скорость подачи снижают в обратной пропорции, сокращая технологическую производительность примерно на одном и том же уровне.

ия 120—170 л/мин. Некоторые конструкции распиловочных станков предусматривают дополнительные качательные движения рабочего инструмента или камня (вместе со столом) в процессе распиловки. Это способствует более высокой производительности и создает лучшие условия для обнажения алмазных режущих элементов. Частота таких качаний 30—50 двойных ходов в мин, длина хода 280 мм, амплитуда качания 20—40 мм.

В процессе эксплуатации ленточной алмазной пилы необходимо систематически тщательно контролировать ее состояние путем регулярного осмотра ленты и алмазносных элементов. Для предотвращения чрезмерных деформаций внутренней части корпуса пилы (ленты) необходимо периодически переворачивать ленту тыльной стороной вовнутрь, размыкая и вновь перенапаняв ее концы. Периодичность таких переворотов — 3—4 раза в течение срока службы алмазных элементов пилы до их полного износа. С этой же целью рекомендуется пе-

риодически производить рихтовку ленты, предварительно размыкая ее концы.

§ 43. Распиловка баровыми армированными пилами

Распиловка низкопрочного камня баровыми твердосплавными пилами (на специальных двухстоечных станках) ограничено применяется в некоторых европейских странах (Франции, Бельгии). В СССР на отдельных предприятиях этот процесс используют для пассировки блоков мрамора добычной камнерезной машиной (СТ-30, КМХ-2), размещаемой на подошве уступа или непосредственно на пассируемых блоках. Незначительность масштабов твердосплавно-баровой распиловки объясняется главным недостатком твердосплавного инструмента — необходимостью многократных перезаточек режущих элементов. Тем не менее использование этой технологии на известняках, травертинах, мраморах пониженной прочности может оказаться экономически оправданным, если учесть достигаемую при этом высокую производительность распиловки, превышающую производительность распиловки алмазным инструментом. При этом наиболее высокая производительность достигается при распиловке низкопрочного камня двухпорным баром повышенной жесткости.

Скорость резания при твердосплавно-баровой распиловке обычно 2—6 м/с, скорость рабочей подачи при обработке низкопрочных известняков и вулканических туфов 5000—10000 мм/ч, мрамора типа коелгинского — 3000—4000 мм/ч, что соответствует производительности распиловки соответственно 10—15 и 6—7 м²/ч. В процессе распиловки в пропил подается вода, расход которой должен быть 40—50 л/мин.

Внешние признаки правильно выбранного режима распиловки: глухой звук резания, отсутствие парения и пыления, белый цвет шлама, вытекающего из пропила, отсутствие вибраций исполнительного органа, нормальная загрузка электроприводов, контролируемая по амперметру.

Характерная особенность оборудования, оснащенного баровыми твердосплавными пилами, — наличие механизмов плавного регулирования режимов распиловки — скорости резания и рабочей подачи. Однако возможность поддержания рациональных значений этих режимов оп-

ределяется состоянием режущих элементов, износ которых зависит от прочности, твердости, абразивности, однородности и других свойств горной породы. Контроль за состоянием резцов в процессе распиловки осуществляется по амперметру и визуально. По мере затупления резцов необходимо постепенно снижать скорость рабочей подачи, руководствуясь показаниями амперметра главного электропривода. Заточка резцов осуществляется непосредственно на станке специальным приспособлением, оборудованным шлифовальным кругом, в соответствии с рекомендациями § 47.

Рациональный режим твердосплавно-баровой распиловки сохраняется при износе резцов в пределах до 50 % их名义ального размера. Обязательное условие благоприятного режима резания — соблюдение одинаковой высоты и ширины всех резцов каждого типа. Поэтому при смене затупившихся резцов необходимо заменять все резцы данного типа аналогичными. Особое внимание следует уделять правильной заточке наиболее широких (зачистных) резцов баровой пилы, так как их размерностью определяется ширина пропила, уменьшение которой может привести к заклиниванию инструмента.

На эффективность процесса распиловки влияет натяжение цепи баровой пилы, осуществляемое в основном с помощью винтового устройства. Правильность натяжения цепи контролируют по ее провесу относительно корпуса бара. Для этого включают движение цепи на холостом ходу (для освобождения всех имеющихся в цепи защоров), затем останавливают цепь и производят замер ее провеса в средней части исполнительного органа, где он имеет максимальное значение. За начало отсчета обычно принимают верхний торец направляющей цепи. Величину провеса регулируют изменением натяжения цепи.

Для баровой пилы с длиной рабочей части 1,5—1,8 м провес цепи, соответствующий ее рациональному натяжению, составляет 80—100 мм; для пилы с длиной рабочей части 2—2,5 м — 100—150 мм.

После окончания регулировки натяжения цепи баровой пилы винты, соединяющие головку бара с корпусом, завинчивают плотно до отказа.

Основные правила, обеспечивающие стабильную распиловку камня твердосплавно-баровым инструментом: обязательная подача охлаждающей жидкости в зону ре-

зания; осуществление первоначальной стадии распиловки (до полного захода пилы в камень) на скоростях резания и подачи, не превышающих 25—30 % рациональных значений; немедленное отключение подачи при заклинивании инструмента с последующим его отводом назад на 20—30 мм (до начала вращения цепи), после чего необходимо производить распиловку при пониженной скорости рабочей подачи; постоянное смазывание цепи маслом во время работы.

В СССР, Бельгии, Италии, ФРГ, Франции и Швейцарии проводятся работы по разработке технологии алмазно-баровой распиловки камня с использованием цепных пил или пил с несущим элементом, выполненным в виде гибкой эластичной нити (например, канат, клиновой ремень). Отличительная особенность этой технологии — высокая скорость резания (до 25—40 м/с), незначительная ширина пропила (до 20—22 мм). Скорость рабочей подачи составляет, мм/ч: при обработке мрамора типа коелгинского — 4500—6000, мрамора типа агурского — 1800—2400, габбро — 600. Технологическая производительность алмазно-баровой распиловки мрамора 3—8 м²/ч, габбро — 1—1,5 м²/ч. Расход воды при этом 6—8 л/мин.

Распиловка блоков камня алмазным баром в перспективе могла бы заменить распиловку дисковыми алмазными пилами большого диаметра (до 3 м и выше), предусматривающую использование весьма дорогостоящего инструмента и громоздкого оборудования. В то же время следует отметить, что алмазно-баровая распиловка требует осуществления особо тщательного систематического контроля за состоянием технологического процесса и инструмента.

§ 44. Предупреждение брака и контроль качества распиловки

Брак при распиловке камня может иметь разнообразные формы — разнотолщина и клиновидность пилевых плит, неплоскость их поверхности, низкое качество поверхности распила, сколотые кромки и углы, трещиноватость плит и их бой. Наиболее характерные формы брака и причины его возникновения приведены в табл. 35.

Следует отметить, что основная часть брака при рас-

Таблица 25. Предотвращение и исправление брака плит-заготовок

Вид брака	Форма проявления брака	Причина возникновения брака	Меры по предотвращению	
Разнотолщинность плит	Различная толщина плит одной партии, выпиленных из одной ставки (отклонение по толщине — свыше 3 мм)	Низкое качество проставок у притисковых станков. Деформация корпуса дисковых пил (старелоч-дисковых пил «стакан») у многодисковых станков	Замена проставок Рихтка зажима пил или замена деформированных пил новыми	Калибровка (турбийонометрическим) брака
Клиновидность плит	Клиновидное сечение плит с постепенным изменением толщины по высоте плиты	Увод пил из-за затупления их рабочей поверхности (у алмазного инструмента) То же, из-за нарушения режимов распиловки	Вскрытие рабочей поверхности инструмента	Тщательное соблюдение рациональной технологии распиловки Систематический контроль натяжения и подтяжка пил при необходимости
		То же, из-за ослабления натяжения у штريповых пил		Следует соблюдать перпендикулярность пильного вала направлению подачи
		Непараллельность плоскости дисковых пил (на направлению подачи (на многодисковых станках)		
Неплоскость плит	Выпуклая, вогнутая или выпукло-вогнутая поверхность плит	Увод пил из-за затупления их рабочей поверхности	Вскрытие рабочей поверхности инструмента	Тщательное соблюдение рациональной технологии распиловки Систематический контроль натяжения и подтяжка пил при необходимости Обеспечение надежного крепления распилованной ставки (блока) из-за неудовлетворительного крепления ее на станочной тележке То же, из-за неудовлетворительной фиксации тележки в рабочем пространстве стакана
Низкое качество поверхности распила		На поверхности плит глубокие борозды (глубиной 3 мм), ступеньки и прочие следы запилов (с вершинами выше 3 мм)	Затупление рабочей поверхности алмазных пил с выносом 3 мм, ступеньки и пиловки	Вскрытие рабочей поверхности инструмента Тщательное соблюдение рациональной технологии распиловки
				Рихтка зажима пил или замена деформированных пил новыми Регулировка пильного вала
				Регулировка механизма подачи Рассев дроби с удалением из нее фракции с крупностью более 1 мм

Вид брака	Формы проявления брака	Причины возникновения брака	Меры по предотвращению брака	
				Меры по устранению (исправлению) брака
Низкое качество кромок плит и углов (при работе на многодисковых и ортогональных, а также одновалочных станках, вырезанных плиты из брусков-заготовок)	Скоты на кромках (ребрах) плит; более двух на мраморе и более трех на гранитах, а также сколы, более двух отбитых углов с длиной по ребру свыше 5 мм	Затупление рабочей поверхности алмазных пил Нарушение режимов распиловки Несоответствие используемых подложек и упоров	Вскрытие рабочей поверхности инструмента Щадительное соблюдение рациональной технологии распиловки Замена поддонов и упоров	Окантовка на мелко-размерные корзинки
Трещиноватость плит	Трещина у плит	Недостатки сырья Нарушение режимов распиловки Нарушение технологии разборки ставок	Щадительный контроль качества поступающих на распиловку блоков с отбраковкой трещиноватого камня Щадительное соблюдение режимов распиловки Щадительное соблюдение технологии разборки ставок	Окантовка на мелко-размерные корзинки
Бой плит	Выход плит после распиловки в виде мелко-размерного осколка	То же	То же	То же

пиловке (до 70 %) приходится на разноголщинность, клиновидность и неплоскость плит, а также на низкое качество поверхности распила. Наиболее частые причины возникновения этих видов брака состоят в уводе пил, что, в свою очередь, является следствием нарушения технологии распиловки (завышение скорости рабочей подачи, несвоевременное вскрытие алмазного инструмента, ослабление натяжения штрапсовых пил, неудовлетворительное крепление камня на станочной тележке и др.).

Очевидно, что эти виды брака могут быть исключены на каждом предприятии путем строгого соблюдения технологии процесса распиловки, а также правил эксплуатации камнераспилового оборудования и инструмента.

Такая форма брака, как трещиноватость и бой плит, связана главным образом с низким качеством блочного сырья и значительно в меньшей степени — с отклонением от рациональной технологии, что обуславливает необходимость щадительного контроля качества блоков, поступающих на распиловку, с отбраковкой трещиноватого камня.

Учитывая, что конечным результатом распиловки является получение плит-заготовок (полуфабрикатов), а не готовой продукции, часть брака распиловки может быть устранена на последующих операциях, прежде всего на грубой шлифовке. Необходимо, однако, иметь в виду, что всякое исправление брака на последующих операциях ведет к резкому увеличению трудозатрат и соответственно к удорожанию изготовленных изделий. Кроме того, брак при распиловке может оказаться настолько значительным, что исправление его будет явно нецелесообразным: В отдельных случаях убытки предприятия от брака распиловки могут быть весьма существенными. Так, поздно обнаруженный увод пил с соответствующей клиновидностью выпиливаемых плит приводит к необходимости снятия недопиленной ставки из-под станка во избежание возникновения аварийных ситуаций на станке и поломок инструмента.

Весьма ощутимы последствия некачественной распиловки на многодисковых ортогональных и односторонних станках, производящих разрезку брусков-заготовок правильной формы на плиты, окантованные по двум или четырем сторонам. В этом случае брак в виде сколотых кромок и углов ведет к необходимости дополнительной

окантовки плит на меньший размер. В результате возрастают объем работ и одновременно сокращается выход продукции из блока. Причинами сколов кромок и углов на выпиливаемых плитах являются, главным образом, отклонения от рациональной технологии распиловки, поэтому указанные виды брака могут быть полностью исключены (см. табл. 35).

Для оценки качества пиленных плит и других заготовок, получаемых распиловкой, а также для фиксации брака пользуются простейшими мерительными средствами.

Линейные размеры плит и других заготовок определяют с помощью металлической линейки с точностью до 1 мм. Замер толщины плит, оценку их разнотолщинности и клиновидности производят посредством штангенциркуля или толщиномера.

Для оценки неплоскости поверхности к ней прикладывают ребром стальную линейку (по периметру и диагоналям плиты) с последующим промером просвета под линейкой набором стальных калибровочных пластин (шупов).

Глубину запилов и борозд на поверхности плит измеряют глубиномером или штангенциркулем, длину и глубину сколов — металлической линейкой с точностью до 1 мм.

Глава 11. КОНТРОЛЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАБОЧЕГО ИНСТРУМЕНТА И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЕГО РЕЖУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

§ 45. Задачи и методы контроля

В процессе эксплуатации камнеобрабатывающего инструмента необходим систематический контроль его работы. Цель такого контроля — оценка состояния инструмента, позволяющая судить о правильности выбора режимов распиловки и о соответствии инструмента виду обрабатываемого камня, сопоставлять фактический износ инструмента с нормируемыми показателями, осуществлять своевременную заточку режущих элементов. В ряде случаев контроль за работой камнеобрабатываю-

щего инструмента позволяет предотвратить его поломку, а иногда и избежать аварии на станке.

В производственных условиях оценку состояния инструмента осуществляют двумя взаимно дополняющими друг друга методами: косвенным (определяя работоспособность инструмента по скорости рабочей подачи, качеству распила и т. д.) и непосредственным (оценивая внешний вид инструмента, степень его износа и т. д.).

Косвенным методом оценки состояния рабочего инструмента по существу пользуются постоянно в течение всего процесса распиловки. Рабочий-распиловщик камня, постоянно контролируя скорость рабочей подачи (по тахогенератору или другому виду индикаторов) и мощность, расходуемую на распиловку (по ваттметру или амперметру), может своевременно обнаружить отклонение этих показателей от их нормальных (заданных) значений, установить причину отклонений и принять соответствующие меры. Так, снижение скорости рабочей подачи и рост энергоемкости процесса распиловки свидетельствуют о потере инструментом режущей способности из-за затупления (засаливания) рабочих элементов. Другое следствие затупления режущих элементов — резкое ухудшение качества поверхности распила, появление на ней глубоких запилов, ступенек, борозд и других видов неплоскости. Часто результатом затупления инструмента является увод пил, приводящий к браку распиловки в виде клиновидности плит-заготовок, их «пропеллерности» и т. д.

К числу непосредственных методов оценки состояния рабочего инструмента относят визуальный контроль его внешнего вида, измерение износа, специальный контроль разнообразными измерительными средствами.

§ 46. Методы и средства измерения износа инструмента

Визуальный контроль внешнего вида инструмента производят путем его систематического тщательного осмотра невооруженным глазом или с помощью лупы, имеющей 5—12-кратное увеличение. При этом у армированных пил внимательно обследуется как корпус инструмента, так и его режущие элементы. В процессе визуального контроля могут быть выявлены различные дефекты инструмента, появившиеся в процессе его эксплуатации, — раковины и выкрошивания на поверхности режущих эле-

ментов, отрыв от корпуса отдельных элементов, трещины и коробления на корпусе и др. Перечисленные дефекты могут являться следствием как невысокого качества изготовления инструмента, так и нарушения правил его эксплуатации.

Если величина этих дефектов превышает допускаемые значения, регламентируемые соответствующими правилами эксплуатации инструмента [6, 10], то инструмент должен быть заменен.

В процессе визуального контроля внешнего вида инструмента большое внимание уделяется анализу формы его рабочей части, которая постоянно изменяется в процессе изнашивания. Для армированного инструмента (в частности, дисковых и штрапсовых алмазных пил) необходимо тщательно контролировать форму сечения рабочих элементов. При аномальных формах износа элементов армированный инструмент подлежит замене.

Другая важная сторона визуального контроля армированного инструмента — оценка состояния рабочей поверхности режущих элементов. Так, у твердосплавных элементов (резцов) в процессе работы интенсивно изнашиваются углы с образованием радиусов затупления на задней грани резцов. При ширине площадки затупления более 1 мм инструмент подвергают перезаточке.

Затупление (засаливание) алмазных режущих элементов сравнительно легко обнаруживается при визуальном контроле их рабочей поверхности: если у нормально обработанного инструмента ясно видны хорошо вскрытые зерна алмаза с острыми гранями, отчетливо выступающие из связки¹, то у засалившегося инструмента зашлифованные алмазные зерна слабо выступают из связки и едва различимы на ее фоне. Алмазные пилы с засалившейся поверхностью рабочих элементов должны быть подвергнуты правке (см. § 47).

Измерение износа рабочего инструмента осуществляется, как правило, для последующего расчета удельного расхода инструмента для сопоставления этого показателя с нормативным. Обычно удельный расход выражают в единицах массы, отнесенной к единице поверхности

¹ Состояние режущей поверхности алмазного инструмента можно оценить и на ощупь: у засалившегося инструмента рабочая поверхность воспринимается совершенно гладкой, а у нормального — вскрытые зерна явно ощущаются при поглаживании элементов пальцем.

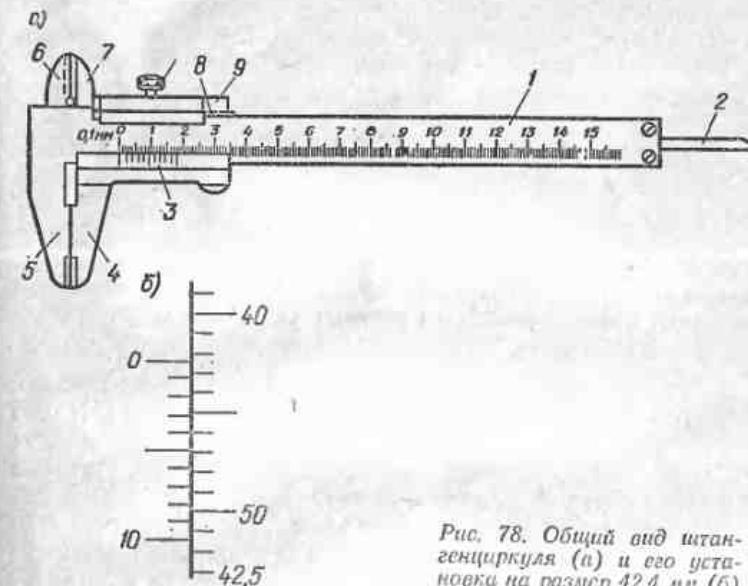


Рис. 78. Общий вид штангенциркуля (а) и его установка на размер 42,4 мм (б)

распила. В производственных условиях, однако, значительно проще оценить износ инструмента измерением потери его линейных размеров (с последующим пересчетом на массу). Учитывая, что линейный износ большинства видов инструмента по высоте протекает значительно быстрее, чем по ширине (ввиду того, что периферийные грани режущих элементов нагружены в большей степени, чем торцевые), для оценки износа инструмента обычно замеряют потерю его линейного размера по высоте.

При измерении износа камнеобрабатывающего инструмента пользуются широким ассортиментом измерительных средств: штангенинструментами, микрометрическими приборами и индикаторными инструментами.

В группе штангенинструментов наиболее приемлемы для замера износа пил штангенциркули и штангенглубиномеры.

Штангенциркули выпускают нескольких типов (рис. 78): ШЦ-I — двусторонние с глубиномером, ШЦ-II — двусторонние, ШЦ-III — односторонние.

Штангенциркуль состоит из штанги 1 с миллиметровой шкалой, губок штанги 6 и 5, рамки 9, губок рамки 7 и 4, нониуса 3, зажима рамки 8 и глубиномера 2. Точ-

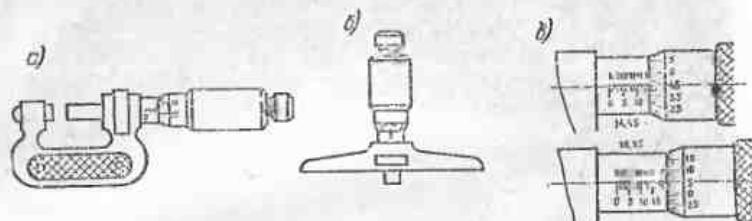


Рис. 79. Микрометрические приборы

а — микрометр; б — микрометрический глубиномер; в — шкала микрометра, установленная на размеры 14,45 и 18,55 мм

нность измерения штангенциркулем определяется шкалой нониуса, который может иметь величину отсчета 0,1; 0,05 и 0,02 мм.

Штангengлубиномер состоит из основания, штанги с миллиметровой шкалой и нониуса.

К микрометрическим приборам (рис. 79) относятся микрометры и глубиномеры, измерительным элементом у которых служит микрометрическая головка с вмонтированным в нее микрометрическим винтом с прецизионной резьбой, перемещающимся в стебле, который со встроенной гайкой запрессован в корпус прибора. Со стеблем соединен барабан, на конической части которого напесено, как правило, 50 делений.

Индикаторными инструментами (рис. 80) служат измерительные головки (индикаторы часового типа, рычажно-зубчатый, многооборотный, головка рычажно-зубчатая и т. д.), индикаторные глубиномеры, скобы с отсчетными устройствами и др.

Большинство измерительных головок конструктивно представляет собой корпус со шкалой и вмонтированным в него передаточно-измерительным (зубчатым или рычажно-зубчатым) механизмом.

В нижнюю часть корпуса встроена втулка — направляющая, в которой перемещается измерительный стержень с наконечником. Стержень кинематически связан через передаточный механизм со стрелкой — указателем шкалы.

Измерительные головки применяют в качестве отсчетных устройств в универсальных измерительных приборах и специализированном инструменте, который может использоваться при определении износа пил (ин-

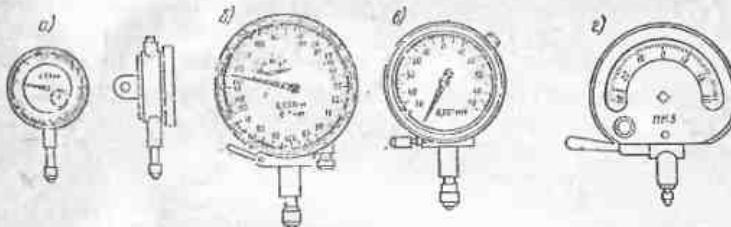


Рис. 80. Индикаторные инструменты

а — индикатор часового типа ИЧ-2; б — индикатор многооборотного типа И-МИГ; в — индикаторная головка рычажного типа И-ИГ; г — измерительная головка рычажно-зубчатого типа ИГЗ

дикаторные глубиномеры, скобы с отсчетным устройством и др.).

Использование того или иного средства измерения зависит от вида контролируемого камнеобрабатывающего инструмента.

У неармированного инструмента износ протекает весьма быстро, поэтому для его замера обычно пользуются наименее точными измерительными средствами, получая при этом вполне удовлетворительный результат. Так, износ канатной неармированной пилы определяют, измеряя ее диаметр посредством штангенциркуля (типа ЩЦ-1 и др.). Абсолютный износ пилы ΔI_n , мм, равен разности ее диаметров, замеренных соответственно до пиления (D_1) и после (D_2):

$$\Delta I_n = D_1 - D_2.$$

Удельный расход канатной неармированной плиты q , кг/м², может быть рассчитан по формуле

$$q = \Delta I_n l_n p / K_n D_k S,$$

где l_n — общая длина контура, м; p — праведенная масса каната, кг/м; K_n — коэффициент износа, учитывающий процент износа каната до его замены, $K_n=0,1..0,15$; D_k — первоначальный диаметр каната, мм; S — общая площадь поверхности пропилов, произведенных за период между измерениями износа, м².

Нормальные значения удельного расхода канатных неармированных пил при распиловке мрамора — 1,5—2,5, гранита — 5—8 кг/м².

Линейный износ (по высоте) штрапсовой неармированной пилы можно с достаточной для последующих расчетов точностью измерить простейшими средствами: штангенциркулем и даже обычной масштабной линей-

кой. Замер производят в центральной части пилы, где износ достигает максимальных значений. Абсолютный линейный износ $\Delta l_{\text{ш}}$ штруссовой неармированной пилы (по вертикали) равен разности ее высот в центральной части, измеренных соответственно до пиления (H_1) и после (H_2),

$$\Delta l_{\text{ш}} = H_1 - H_2.$$

Считается, что износ штруссовой неармированной пилы в процессе распиловки протекает нормально, если соотношение между его абсолютным линейным износом $\Delta l_{\text{ш}}$ и высотой образованного пропила в камне (граите) находится в пределах от $1/12$ до $1/26$ (в зависимости от характера распиливаемого камня). При распиловке однородных гранитов $\Delta l_{\text{ш}}$ прямо пропорционален высоте образованного пропила.

Удельный расход штруссовой неармированной пилы q , кг/м², рассчитывают по формуле

$$q = 10^{-3} \Delta l_{\text{ш}} b_{\text{ш}} l_{\text{ш}} p / K_{\text{и}} S,$$

где $b_{\text{ш}}$ — толщина штруссовой пилы, мм; $l_{\text{ш}}$ — длина штруссовой пилы, мм; $K_{\text{и}}$ — коэффициент износа пилы, учитывающий процент ее износа до замены, $K_{\text{и}}=0.65 \dots 0.7$; S — общая площадь поверхности пропилов на одну пилу, произведенных за период между измерениями износа, м²; p — плотность стали, г/см³.

Средний удельный расход таких пил составляет 2,6 кг на 1 м² поверхности пропилов и 5,7 кг на 1 м² готовой продукции. В зависимости от обрабатываемости гранита значения удельного расхода пил колеблются в пределах 1,8—5 кг на 1 м² поверхности пропилов.

Определение износа армированного инструмента требует использования средств измерения повышенной точности. Это относится прежде всего к алмазным пилам, износ которых протекает крайне медленно в связи с их высокой стойкостью. Поэтому для замера линейного износа алмазных элементов такого инструмента предпочтительно использовать мерительные средства, обеспечивающие точность не ниже 0,005 мм.

Для контроля постоянства измерений и проверки правильности установки мерительного прибора на неизнашивающейся части инструмента необходимо иметь базовые или контрольные площадки в виде отверстий, выточек или штифтов на корпусе пилы. У штруссовых и ленточных алмазных пил такими базовыми площадками могут служить участки периферийных граней корпуса

са, у дисковых пил — дно межсегментных пазов, отверстия в корпусе и т. д.

Для уменьшения ошибок при линейном измерении износа необходимо стремиться к повышению точности и жесткости приспособлений, используемых в измерительных приборах, к надежным базированию и фиксации инструмента и производить оценку износа алмазных пил за относительно большой период их работы, чтобы высота изношенного слоя была достаточно велика по сравнению с возможными ошибками измерений.

Для оценки линейного износа (по высоте) алмазных элементов штруссовых и ленточных пил наиболее приемлемы следующие виды мерительного инструмента: микрометры (типов МК-100, МК-125, МК-150, МК-175, МК-200 и др.), микрометрические глубиномеры (типа ГМ-100 и др.), индикаторные глубиномеры, индикаторные скобы и различные специальные виды мерительных приборов, оснащенные индикаторами. На рис. 81, а показана специализированная индикаторная скоба для замера износа штруссовых и ленточных алмазных пил, представляющая собой комбинацию штангенглубиномера с индикатором часового типа или многооборотным. Свободный конец штанги глубиномера 1 имеет опорный выступ 5, контактирующий с рабочей поверхностью алмазного элемента пилы при проведении замера.

Скобу данного типа несложно изготовить в условиях механических мастерских камнеобрабатывающего предприятия, используя стандартные мерительные средства.

При замере износа с помощью этого прибора скобу прикладывают к алмазной пиле таким образом, чтобы опорный выступ 5 плотно соприкасался с рабочей поверхностью алмазного элемента, после чего прижимают губки (основание) 4 к наружной периферийной грани корпуса пилы, являющейся в данном случае базовой площадкой измерения. Отсчет производят по нониусу 3 и шкале индикатора 2. Миллиметровой шкалой штанги 1 пользуются только в тех случаях, когда по каким-либо причинам возникает необходимость измерить абсолютную высоту алмазных элементов. При замере указанной скобой износа на распиловочных станках с большим количеством пил измеряющему удобнее находиться над пилами, для чего пильную раму опускают в нижнее положение (преимущество такого замера — лучшая освещенность инструмента). Если по условиям измерений

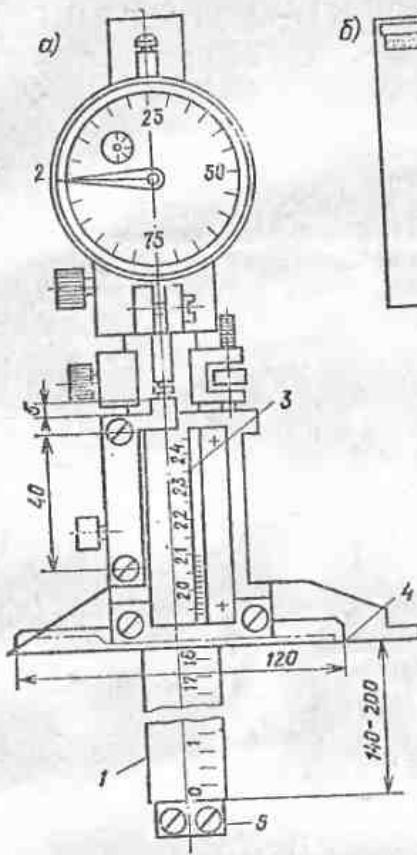


Рис. 81. Индикаторные скобы со штангенглубиномером (а) и с часовым индикатором (б)

удобнее производить их снизу пильного постава, можно пользоваться той же индикаторной скобой, но в иной модификации, у которой губки 4 и опорный выступ 5 меняются местами.

Другой конструктивный тип индикаторной скобы, используемый для замера износа штрупсовых и ленточных алмазных пил, приведен на рис. 81, б. Данный прибор состоит из собственно скобы-основания и индикатора (часового типа или многооборотного). Эта скоба конструктивно проще и также может быть изготовлена собственными силами предприятия, однако она обеспечивает меньшую точность измерения. При замере износа скобу прикладывают к пиле снизу таким образом,

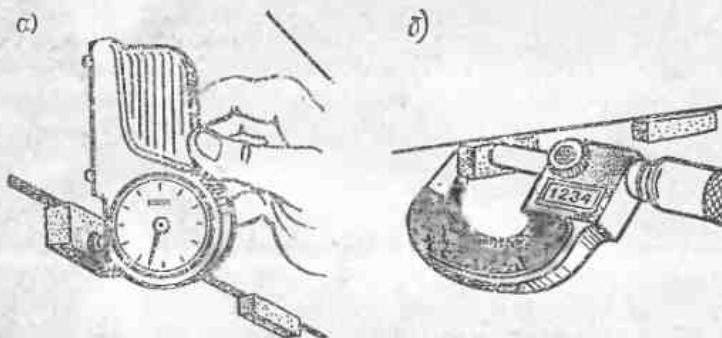


Рис. 82. Измерение торцевого износа индикаторной скобой (а) и микрометром (б)

чтобы опорные ножки основания были прижаты к внутренней периферийной грани корпуса пилы, являющейся базовой площадкой, а наконечник индикатора находился бы в контакте с центральной частью алмазного элемента. Отсчет производят по шкале индикатора.

Торцевой износ алмазных элементов штрупсовых пил контролируют обычно для своевременного обнаружения их аномального асимметричного износа, который может привести к сокращению до нуля бокового вылета элементов относительно корпуса пилы, в результате чего инструмент теряет работоспособность еще до полного износа режущих элементов.

Наиболее приемлемы для замера торцевого износа микрометры типа МК-25, индикаторные скобы типа СИ-50, специальные индикаторные скобы. Измерение торцевого износа алмазных элементов с помощью микрометра показано на рис. 82, б. При замере торцевого износа специальной индикаторной скобой (рис. 82, а) за базовую площадку принимают торцовую грань корпуса пилы. Корпус скобы прижимают к этой грани, а наконечник индикатора — к торцу алмазного элемента, производя отсчет по шкале индикатора. В этом случае, очевидно, торцевой износ замеряют не по сокращению всей ширины (толщины) алмазного элемента, а по уменьшению его бокового вылета относительно корпуса пилы.

Для замера линейного износа (по высоте) алмазных дисковых пил используют микрометрические и индикаторные глубиномеры (типов ГМ-100, ГИ-100 и др.).

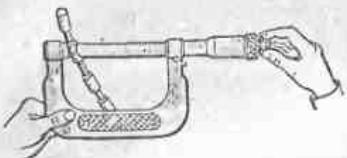


Рис. 83. Измерение износа канатной алмазной пилы микрометром

стандартные и специальные индикаторные скобы. Наиболее предпочтительно пользоваться для этого разнообразными индикаторными скобами, в частности и теми, которыми измеряют износ штريпсовых алмазных пил. В этом случае базовыми площадками служит дно межсегментных пазов, расположенных по обе стороны от измеряемого алмазного сегмента. Более точный результат измерения обеспечивают скобы, у которых в качестве базовых площадок используют отверстия, предварительно засверленные в корпусе дисковой пилы.

Горизонтальный износ алмазных элементов дисковых пил измеряют теми же средствами, что и у штрипсовых и ленточных пил.

Износ режущих элементов канатных армированных пил (алмазных и твердосплавных) определяют замером наружного диаметра элементов микрометрами типа МК-25 (рис. 83), индикаторными скобами типа СИ-50 и другим специальным инструментом.

Необходимо иметь в виду, что правильная оценка износа алмазного инструмента, армированного большим числом рабочих элементов (штрипсовые, ленточные, дисконы и канатные пилы), может быть получена только при достаточно большом числе измерений, особенно при эксплуатации инструмента на многопильных станках. Это объясняется неравномерностью износа алмазных элементов пил (как по длине инструмента, так и по отдельным его экземплярам, входящим в комплект пильного постава), что связано с неоднородностью свойств распиливаемого камня, разным объемом работы, выполняемым различными алмазными элементами, а иногда и с неоднородностью самих алмазных элементов ввиду погрешностей при их изготовлении. Для получения объективных данных износа такого инструмента необходимо осуществлять в производственных условиях множественные замеры линейного износа рабочих элементов. На многопильных станках износ необходимо замерять не менее чем у 30 % общего числа пил. В свою

очередь, у каждой такой пилы число замеряемых рабочих элементов должно составлять не менее 20 % общего количества элементов пилы (обычно интервал между соседними замеряемыми элементами составляет 3—4 элемента). Пилы постава должны быть пронумерованы в определенной последовательности, а алмазные элементы, являющиеся начальными при замере износа, — промаркированы таким образом, чтобы исключить возможность ошибки при повторных замерах. Результаты замеров износа алмазного инструмента фиксируются в специальном журнале.

Абсолютный линейный износ по высоте (в мм) каждого алмазного элемента пилы (штрипсовой, ленточной или дисковой) $\Delta i = h_1 - h_2$, где h_1 и h_2 — высота алмазосного слоя при первом и втором замерах, мм.

Среднеарифметический линейный износ алмазной пилы $\bar{\Delta}i_a$, мм, рассчитывают по формуле

$$\bar{\Delta}i_a = \sum_{n=1}^n \Delta i/n,$$

где n — количество алмазных элементов пилы, подвергшихся замеру, шт.

Удельный расход алмазов q , карат/м², рассчитывают по формуле

$$q = \bar{\Delta}i_a P/H_a S,$$

где P — масса алмазов в инструменте (пиле), карат; H_a — высота алмазосного слоя у неизношенного элемента, мм; S — общая площадь пропилов на одну пилу, полученных за время между двумя контрольными замерами, м².

При оценке расхода алмазов у инструмента многопильных станков по значениям удельного расхода, полученного для отдельных пил, рассчитывают среднеарифметический удельный расход для всего пильного постава.

Удельный расход алмазов канатных пил q_a^k , карат/м², рассчитывают по формуле

$$q_a^k = \bar{\Delta}i_a^k P/\delta S,$$

где $\bar{\Delta}i_a^k$ — среднесарифметический линейный износ канатной алмазной пилы, мм.

$$\bar{\Delta}i_a^k = \sum_{n=1}^n \Delta i/n,$$

здесь n — количество алмазных элементов пилы, подвергавшихся замеру, шт.; Δi — абсолютный линейный износ по диаметру каждого алмазного элемента пилы, мм,

$$\Delta i = D_1 - D_2.$$

D_1 и D_2 — диаметры алмазного элемента соответственно при первом и втором замерах, мм; P — масса алмазов в канатной пиле, карат; b — толщина алмазосодержащего слоя у неизношенного элемента, мм; S — общая площадь пропилов на одну пилу, полученных за время между двумя контрольными замерами, м².

В зависимости от вида распиливаемого камня удельный расход алмазов изменяется в значительных пределах.

Для контроля правильности эксплуатации инструмента сравнивают его фактический удельный расход с нормативным. Следует иметь в виду, что контроль за работой алмазного камнеобрабатывающего инструмента должен производиться с особой тщательностью и вниманием, учитывая высокую стоимость этого инструмента, а также повышенные требования к точности его установки и правильности эксплуатации.

Значительное влияние на расход алмазов и стойкость инструмента, помимо вида распиливаемого камня, оказывает также состояние используемого оборудования, правильность выбранных режимов распиловки, практический опыт распиловщика камня, качество рабочего инструмента, а также соответствие его характеристики условиям применения. Совершенствование техники и технологии распиловки камня ведет к снижению этого показателя и обеспечивает более экономичную работу алмазного инструмента.

Производственный контроль за состоянием камнераспиловочного инструмента в процессе работы позволяет предотвратить или устраниć различные аномальные явления, возникающие при эксплуатации пил, и тем самым избежать удорожания процесса распиловки.

Характерные неисправности, которые могут возникнуть при работе камнераспиловочного инструмента, с указанием вызывающих их причин и мер по предупреждению и устранению неисправностей приведены в приложении.

§ 47. Восстановление режущей способности инструмента

Как уже отмечалось, при эксплуатации армированного камнераспиловочного инструмента (с алмазными

и твердосплавными режущими элементами) происходит периодическое снижение или потеря его режущей способности.

Если у твердосплавных пил снижение режущей способности, связанное с затуплением резцов, является неизбежным, то у алмазных пил его можно избежать правильным подбором алмазных элементов нужных характеристик (в соответствии со свойствами распиливаемого камня), а также соблюдением рациональных режимов распиловки. Обычно с затуплением алмазных пил сталкиваются при эксплуатации нового инструмента или при переходе на распиловку другой разновидности камня.

Существует несколько способов восстановления режущей способности алмазных пил, называемого иногда обнажением или правкой, среди которых можно отметить два основных вида: механические и электролитические (анодные).

Механические способы правки алмазных пил могут быть безабразивными и абразивными. При безабразивной правке инструмента обнажение рабочей поверхности пилы производят на том же распиливаемом камне, но при этом изменяют режимы распиловки в сторону их интенсификации. Так, при штреповой распиловке увеличивают скорость рабочей подачи, одновременно снижая расход воды; при дисковой распиловке также увеличивают скорость рабочей подачи, предельно сокращая при этом глубину резания и уменьшая расход воды. Изменение режимов распиловки обусловливает рост давлений резания и увеличение количества продуктов разрушения на дне пропила, что приводит к ускорению износа связки и одновременно — к обнажению новых зерен алмаза.

Однако безабразивный метод правки алмазного инструмента бывает эффективным обычно только при незначительном засаливании рабочей поверхности пил, т. е. при первой стадии затупления. При значительном затуплении режущих элементов пилы более рациональны абразивные способы правки, сущность которых заключается в воздействии абразивного материала на рабочую поверхность инструмента, приводящем к интенсивному изнашиванию связки и обнажению новых алмазных зерен.

Различают способы правки алмазных пил свободным и связанным абразивом.

Правка свободным абразивом обычно производится без прекращения процесса распиловки. В пропилы подают абразив (обычно шлифовальное зерно и шлифовальный порошок карбида кремния), сокращая расход воды, чтобы предотвратить вымывание абразива. Таким способом предпочтительно восстанавливать режущую способность штруссовых алмазных пил при их эксплуатации на малоабразивных видах камня, имеющих повышенную прочность (окварцованный мрамор, габбро, диорит и др.). Для подачи абразива в пропил используют специальные воронки, устанавливаемые на верхней грани блока в средней его части.

Расход абразива (шлифовального зерна карбида кремния зернистостью 63—20) 0,02—0,05 кг/ч на одну пилу при подаче воды не выше 0,2 м³/ч.

(Подавать абразив под пилы следует небольшими порциями и по возможности равномерно. Необходимо иметь в виду, что скопление в пропилах большого количества абразива может привести к срыву блока со стационарной тележки вследствие значительных сил трения пил о камень или даже заклинивания инструмента в пропилах.)

Правку свободным абразивом считают законченной, когда мощность, расходуемая на распиловку, снизится до своего минимального значения, а затем стабилизируется, что будет свидетельствовать о нормальном вскрытии алмазных зерен на рабочей поверхности штруссовых пил.

Правка связанным абразивом заключается в периодической распиловке на станке специального абразивного материала, способствующего обнажению алмазных зерен. Обнажение штруссовых пил часто производят распиловкой низкопрочных высокоабразивных пород, например вулканических туфов (артикского, октемберианского и др.), некоторых известняков (бодракского, жетыбайского и др.), песчаников. Иногда для этой цели формуют специальные искусственные блоки из абразивного материала, например из песчано-цементного бетона с кварцевым песком, а иногда и с добавкой порошка карбида кремния. Правку дисковых алмазных пил можно также производить распиловкой силикатного кирпича, динаса и других искусственных абразивных материалов.

Количество абразивного материала, которое следует

распилить до полного обнажения рабочего инструмента, зависит от степени засаливания алмазных элементов.

Обычно нормальное вскрытие рабочей поверхности штруссовых алмазных пил наступает после распиловки одного-двух блоков абразивного материала, что соответствует примерно 1,5—2,5 м² поверхности пропилов на одну пилу. Для дисковых алмазных пил этот показатель в зависимости от диаметра инструмента равен 0,5—1 м² на одну пилу.

Как и при правке свободным абразивом, продолжительность правки пил связанным абразивом определяют по мощности, расходуемой на распиловку.

Правка алмазных пил связанным абразивным материалом быстрее восстанавливает режущую способность инструмента, чем правка свободным абразивом. Однако при этом способе приходится в большинстве случаев прерывать процесс распиловки.

Электролитические (аиодные) способы правки алмазных пил начинают получать все большее распространение в практике работы камнеобрабатывающих предприятий. Сущность этих методов заключается в аиодном растворении в среде электролита верхнего слоя металла связки алмазных элементов, что ведет к обнажению алмазных зерен на рабочей поверхности пилы. Чтобы исключить возможность появления паразитных электрических цепей, нерабочую поверхность алмазной пилы рекомендуется покрывать электроизолирующим составом.

В качестве электролита могут быть использованы различные составы: насыщенный раствор поваренной соли NaCl в воде, 6 %-ный раствор в воде дихромата калия K₂Cr₂O₇ и др. Плотность тока 4—6 А/см².

Ход обнажения алмазного инструмента в процессе электролитической правки контролируют визуально. Преимущество электролитической правки — ее относительно высокая производительность и незначительные потери алмазов при правке. К недостаткам этого способа восстановления режущей способности инструмента следует отнести необходимость принятия специальных мер предосторожности по избежанию коррозии корпуса пилы, ослабление швов пайки рабочих элементов к корпусу. В настоящее время разрабатываются усовершенствованные способы электролитической правки инструмента многопильных станков непосредственно на стап-

ках, что позволит предельно сократить время простоев технологического оборудования.

Восстановление режущей способности твердосплавных пил заключается в систематической перезаточке рабочих элементов, в результате которой им придаются первоначальные формы и геометрические параметры. В отличие от алмазного инструмента, правка которого осуществляется по большей части непосредственно на распиловочном станке, перезаточку пил, армированных твердосплавными резцами, производят на специальном заточном участке в механическом цехе (мастерской) камнеобрабатывающего предприятия. При этом перезатачиваемые резцы снимаются с пил или устанавливаются на заточной станок вместе с корпусом пилы. При снятии твердосплавных режущих элементов с корпуса их рассортируют на три группы: пригодные для перезаточки, пригодные для восстановления и утилизируемые. С утилизируемого инструмента выпаивают остаток пластинки твердого сплава, а резцедержатели отправляют в металлолом.]

Для перезаточки резцов используют заточные станки ЗЗ2Б, ВЗ-130М, ВЗ-141М или специально переоборудованные вертикально-фрезерные станки. На предприятиях с большим объемом работ по перезаточке резцов целесообразно применять для этой цели заточные полуавтоматы ЛИО-14.

При заточке резцов без их предварительного снятия с корпуса пил требуется особенно тщательно контролировать равенство вылетов режущих кромок относительно корпуса. Для обеспечения равномерной нагрузки резцов кольцевых и дисковых пил в процессе работы их необходимо затачивать таким образом, чтобы разница расстояний режущих кромок от центра пилы не превышала размера подачи на один резец. Это достигается применением специального заточного оборудования (рис. 84), изготовление которого несложно организовать в условиях ремонтных мастерских камнеобрабатывающего предприятия. Установка для заточки представляет собой станину 4, на которой располагается устройство для закрепления пилы 1 и заточкой абразивный круг 2 с приподом. Подача круга 2 во время заточки производится винтом 3 с нониусом, пользуясь которым и поворачивая пилу 1 вокруг жестко закрепленного центра добиваются удовлетворительной центровки режущих кромок.

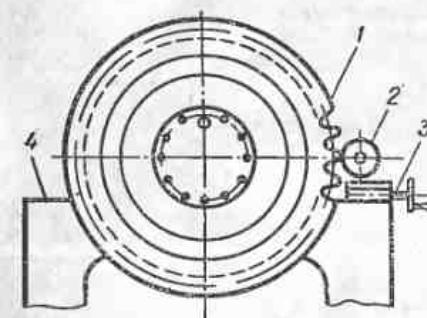


Рис. 84. Заточный станок

1 — затачиваемый инструмент; 2 — заточный круг; 3 — механизм подачи; 4 — станина

В качестве рабочего инструмента для перезаточки рекомендуется использовать карбидкремниевые шлифовальные круги прямого профиля (ПП) или чашечные (ЧЦ) диаметром 200—300 мм.

Размеры и геометрические параметры режущих элементов в процессе перезаточек контролируются с помощью мерных шаблонов, установленных для каждого типа резцов. Кроме того, проверяют (обычно с помощью лупы пятикратного увеличения) качество заточки, отсутствие трещин, сколов и выкрошиваний в твердом сплаве.

В последнее время для перезаточки твердосплавных резцов начинает успешно применяться электроалмазный метод, при котором резец подвергается одновременно электрохимическому и механическому воздействиям.

Глава 12. МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ КАМНЕРАСПИЛОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

§ 48. Общие сведения и понятия

Механизация и автоматизация производства направлены на повышение производительности и облегчение труда рабочего, улучшение качества выпускаемой продукции и высвобождение трудовых ресурсов.

Механизация производства состоит в замене ручных средств труда машинами и механизмами, приводимыми в действие различными двигателями. Механизация может быть частичной (единичной) или комплексной. При частичной механизации сохраняется значительная доля ручного труда, особенно во вспомогательных, по-

грузочно-разгрузочных и транспортных работах, а механизированы лишь отдельные в основном наиболее трудоемкие производственные операции. Комплексная механизация предусматривает замену ручного труда машинным на всех основных операциях технологического процесса и вспомогательных операциях производственного процесса. При механизации сохраняется участие человека в управлении машинами.

Автоматизация производства заключается в передаче выполнявшихся ранее человеком функций управления машинным производством и контроля за ним автоматическим устройствам и приборам.

Автоматизация может быть частичной (единичной), комплексной или полной. Частичная автоматизация представляет собой автоматизацию отдельных производственных операций. Она осуществляется в случаях, когда управление ими недоступно человеку и простые автоматические устройства могут его эффективно заменить. Частичную автоматизацию обычно применяют на действующем оборудовании. При комплексной автоматизации участок, цех или завод работает как единый взаимосвязанный автоматизированный комплекс. В этом случае все основные производственные процессы автоматизированы, а человек осуществляет общий контроль и управление работой комплекса.

Для комплексной автоматизации необходимо современное высокоразвитое производство с прогрессивными методами управления и технологией, с надежным оборудованием, работающим по программе. Полная автоматизация является высшей ее формой, при которой все функции управления и контроля комплексно-автоматизированным производством передаются автоматическим системам управления.

Структура управления современным промышленным предприятием характеризуется тремя уровнями управления: нижним, средним и высшим.

Нижний (первый) уровень образуют локальные (местные) системы управления, функции которых сводятся к автоматическому управлению работой отдельных стакнов, автоматическому регулированию некоторых технологических и рабочих параметров этого оборудования и автоматическому контролю за его работой. Указанные сравнительно несложные задачи решаются обычно системами автоматического управления (САУ), регулирования (СР) и контроля (САК).

Средний (второй) уровень представлен системами управления, решающими задачи оптимизации технологических процессов. В функции управления на этом уровне также входят: выявление и устранение аварийных режимов, переналадка оборудования на другой технологический режим, вычисление технико-экономических показателей, определение эффективности применения оборудования при определенном технологическом процессе. Такие системы называются автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУТП).

На высшем (третьем) уровне осуществляется управление предприятием с решением задачи управления всем производством в целом путем применения управляющих вычислительных машин. Такие системы называются автоматизированными системами управления предприятием (АСУП).

На камнеобрабатывающих предприятиях большое распространение получили автоматические системы управления первого уровня.

Важно отметить, что автоматизация производства в социалистическом обществе паряду с решением экономической задачи, связанной с ростом производительности труда, улучшением качества и снижением себестоимости продукции, решает также задачу социальную, способствуя улучшению условий и безопасности труда и устранению противоречий между высоким уровнем образования и устаревшими средствами труда.

Для качественной и количественной оценки состояния механизации и автоматизации, а также порядка обработки информации при выборе их средств в СССР установлены ступени и категории. Качественная оценка различается по виду — единичная и комплексная.

Ступени характеризуют масштаб использования механизации и автоматизации от единичных операций (1 ступень) до организации технологии на уровне всей промышленности (10 ступень).

Категории механизации и автоматизации устанавливают в зависимости от показателя их уровня от первой (нулевой) категории — показатель 0, когда механизация или автоматизация отсутствует, до восьмой (полной) категории — показатель 1. Высокий уровень автоматизации имеют поточные линии с показателем 0,6—0,9, соответствующим пятой — седьмой категориям.

§ 49. Комплексная механизация процессов распиловки

Все основные технологические и ряд вспомогательных операций процессов распиловки выполняются на высокомеханизированном оборудовании, в связи с чем задача их комплексной механизации сводится в основном к созданию средств малой механизации, исключающих ручной труд или значительно сокращающих его на вспомогательных операциях: транспортирования блоков, вводе-выходе станочных тележек, разборке распиленных ставок, разгрузке стакнов, стягиванию, укладке и транспортированию пиленных плит.

На камнеобрабатывающих предприятиях применяют различные устройства, механизмы и приспособления для механизации большинства указанных выше операций. Так, для транспортирования блоков и ставок и распиловочным штريповым стакнам на ряде предприятий используются передаточные тележки (рис. 85), а ввод-выход станочных тележек производится с помощью механизированного привода. Пиленные плиты из зоны разборки ставок на дальнейшую обработку могут доставляться на самоходных и несамоходных тележках с опрокидывающимися столами (рис. 86) с помощью приводных рольгантов, ленточных конвейеров и др.

Иногда для механизированного перемещения различных вагонеток, станочных и передаточных тележек используют специальную моторизованную одноколесную тачку с ручным управлением. На рис. 87 приведена схема такой тачки модели ВС-1 фирмы «Карл Майер», снабженной приспособлением для быстрого ее сцепления и расцепления с транспортируемой тележкой. Скорость перемещения тачки 10,6 м/мин. Тачка оборудована электродвигателем мощностью 1,1 кВт, пульт управления работой которого находится в рукоятке.

Простейшее средство механизации вспомогательных операций — тельферный кран с клемцевидным захватом (рис. 88) — широко распространен на камнеобрабатывающих предприятиях при разборке распиленных ставок, захвате и кантовке плит. При межоперацион-

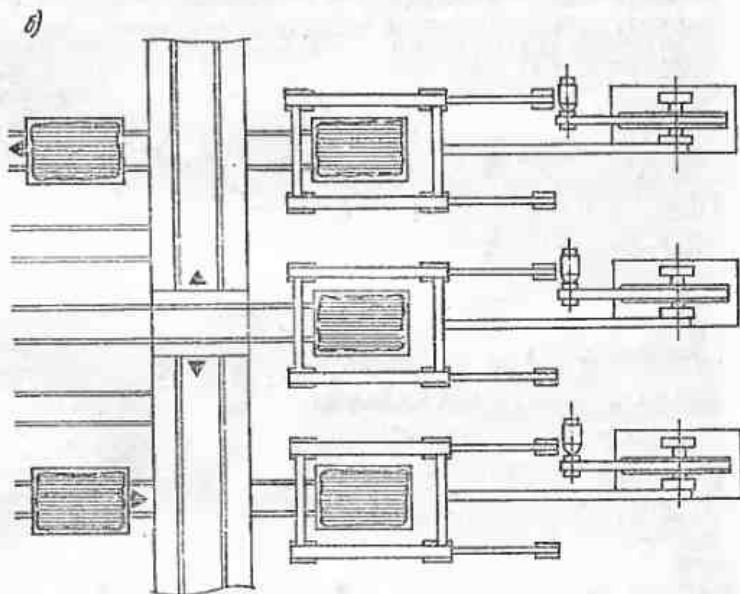
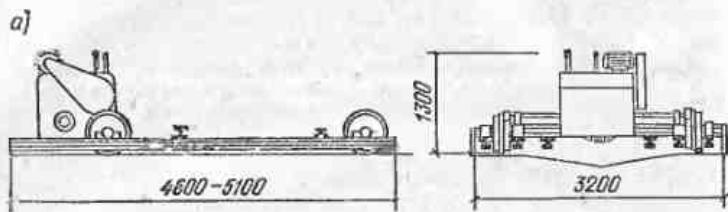


Рис. 85. Общий вид передаточной тележки (а) и схема взаимодействия передаточных и станочных тележек (б)

ной доставке плит-заготовок и других материалов, используемых в камнеобрабатывающем производстве, все чаще применяют разнообразные биотехнические манипуляторы и другие аналогичные им средства механизации, устанавливаемые на колоннах, шарнирных стойках, электрокарах, погрузчиках, автотранспорте (рис. 89). Исполнительный орган (скват) таких манипуляторов оснащается обычно вакуум-присосками.

Механизация операции съема плит-заготовок с дисковых ортогональных стапков обеспечивается разгрузочными устройствами, например полуавтоматическим устройством АРП фирмы «Бра». Схема взаимодействия разгрузочного устройства с ортогональным стапком приведена на рис. 90, а.

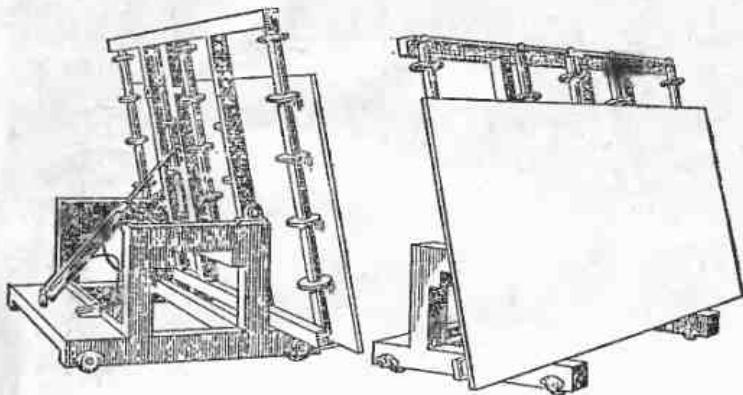


Рис. 86. Тележка с опрокидывающимся столом

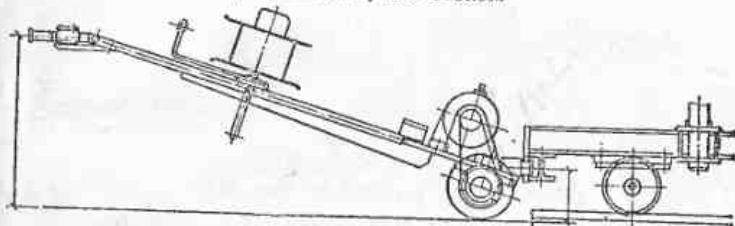


Рис. 87. Моторизованная тачка

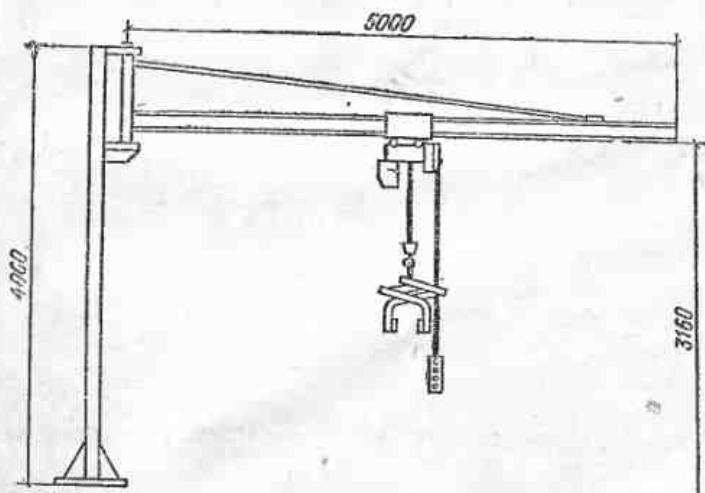


Рис. 88. Тельферный кран с клацквидным захватом

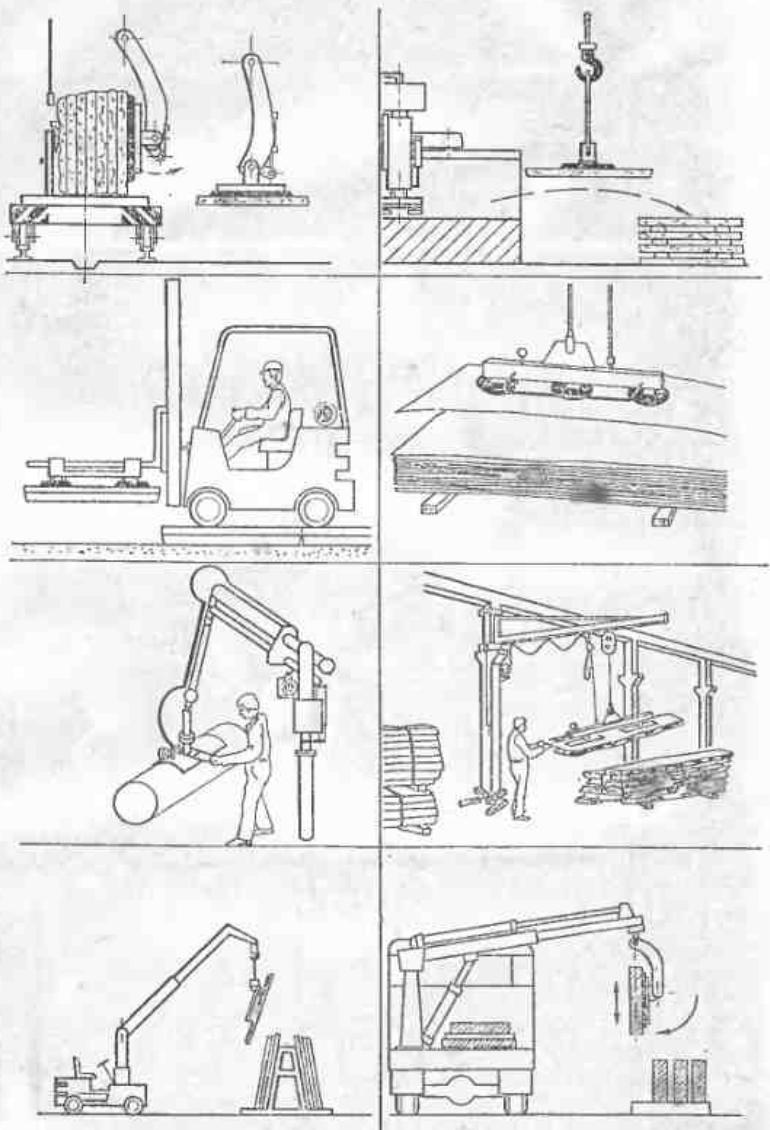


Рис. 89. Различные средства механизации на погрузочно-транспортных операциях

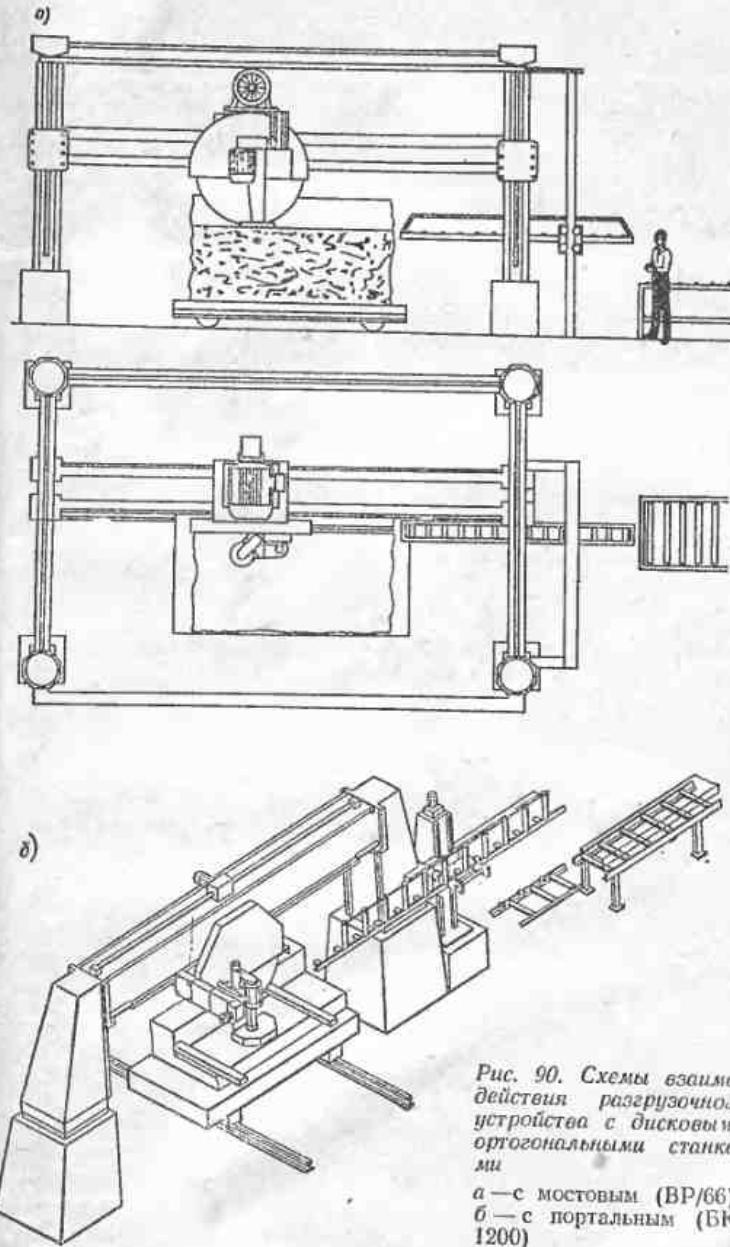


Рис. 90. Схемы взаимодействия разгрузочного устройства с дисковыми и ортогональными станками

а — с мостовым (ВР/66);
б — с порталным (БК-1200)

Устройство АРП состоит из П-образной станины, по вертикальным направляющим которой в суппортах перемещается мост, несущий каретку с рольгангом. Для перемещения моста (вертикальная подача) предусмотрен гидропривод. Перемещение рольганга относительно моста (поперечная и продольная подачи) производится электромеханическим приводом.

Устройство АРП действует следующим образом. Сначала вертикальным перемещением моста рольганг выводится на один уровень с плоскостью горизонтальной пилы станка, после чего рабочий перемещает рольганг по мосту в поперечном направлении, ориентирует его относительно выпиливаемых плит, а затем приближает рольганг к распиливаемому блоку. Выпиленные плиты сталкиваются с блока на рольганг, который подводится к приемному конвейеру, передающему плиты на дальнейшую обработку.

При работе устройства АРП в полуавтоматическом режиме опускание моста с рольгангом синхронизировано с опусканием пил станка по мере углубления пропилов.

§ 50. Автоматизация процессов распиловки

Наиболее распространенные в камнеобработке автоматические системы нижнего уровня представлены системами управления, регулирования и контроля.

Системы автоматического управления (САУ) в камнеобработке, включая распиловку камня, сводятся обычно к работе станков по заданным программам, обеспечивающим определенную последовательность технологических операций и переходов при их работе в автоматическом режиме. Программное управление характерно для распиловочных дисковых станков, предназначенных для распиловки гранита. Работа таких станков отличается определенной сложностью, связанной с членочным многопроходным резанием с постепенным заглублением пил в камень и последующей перестановкой их на новое резание. При работе распиловочного станка по заданной программе технологический процесс выполняется точно с заданными режимными параметрами практически без участия рабочего.

В последнее время получили распространение системы управления с интегральной автоматикой, появление которых было обусловлено широким развитием микроэлектронной техники. Так, интегральной автоматикой оборудуются сейчас новые поколения дисковых одновальных распиловочных станков (диаметр пил 2000–3500 мм), выпускаемых некоторыми зарубежными фирмами. АСУ с интегральной автоматикой включает: центральный процессор с запоминающим устройством (с математическим обеспечением); диалоговое устройство в виде панели с буквенно-цифровыми индикаторами, цифровой клавиатурой и клавиатурой функций; устройство ввода-вывода, состоящее из комплекта вводов и выводов с оптоэлектронными барьерами, в том числе аналоговых выводов и вводов быстрого вычисления, позволяющих контролировать четырехмерное пространство (по четырем осям координат) и управляемых двумя микропроцессорами.

В наиболее типичном варианте распиловочный станок с интегральной автоматикой работает в семи режимах, выбираемых распиловщиком камня: программирование данных, позволяющее регистрацию исходные данные о характеристиках блоков камня и па-

раметрах их распиловки (частота вращения пилы, скорость рабочей подачи, размеры блока, глубина резания, толщина выпиливаемых заготовок); внесение изменений в программу, позволяющих корректировать зарегистрированные данные; считывание программы для контроля после программирования или внесения изменений; запуск станка вручную, дающий возможность распиловщику камня при помощи кнопок управления производить установочные перемещения исполнительного органа и других узлов станка перед началом работы; автоматическое управление станком (контроль всех перемещений станка — в случае неисправности автомат останавливает станок и сигнализирует об этом распиловщику камня); проведение машинных тестов, позволяющих контролировать исправность электрической и электронной сетей станка и в короткое время обнаруживать и устранять неполадки; выдача информации о времени распиловки и площади распилованной поверхности, что позволяет оценить в первом приближении эффективность распиловки.

Системы автоматического регулирования (САР) обеспечивают работу станков по самоорганизующимся программам путем стабилизации отдельных технологических параметров. В камнераспиловочных станках распространены системы автоматического регулирования со стабилизацией мощности, потребляемой главным приводом станка. Наиболее приемлемый параметр в этом случае — активная составляющая тока нагрузки. Чувствительным элементом в САР нагрузки асинхронных двигателей являются в основном трансформаторы тока, выходной сигнал которых пропорционален полному току двигателя. Однако этот сигнал не отражает в полной мере действительного характера изменения нагрузки при распиловке, в связи с чем САР, основанные на использовании полного тока как регулируемой величины, недостаточно точны.

Более совершенной можно считать САР с датчиком, выдающим сигнал, пропорциональный активному току с асинхронного двигателя, разработанным НИИстройматериалов АзССР.

В НПО «Камень и силикаты» разработан прибор САР «Прогресс-3», используемый на алмазно-многодисковых конвейерных станках и работающий на принципе автоматической стабилизации мощности резания.

Испытания прибора «Прогресс-3» в ПО «Артик-тюф» при алмазно-многодисковой распиловке туфа показали высокую работоспособность и регулирующую способность САР, что позволило обеспечить эффективную работу оборудования в оптимальных режимах резания и исключило аварийные ситуации, связанные с заклиниванием дисковых пил. Применение прибора «Прогресс-3» привело к повышению производительности на 30–40 % и снижению удельного расхода алмазного инструмента на 20 %.

Весьма перспективно внедрение САР применительно к штробовым станкам.

Чебоксарским Росавтоматстромом разработана тиристорная САР рабочей подачи и дозировки дроби на станках 1925, опробованная на Кондопожском камнеобрабатывающем заводе. До начала распиловки станку задается автоматическая программа, определяемая технологической картой на процесс. Исходными параметрами для станции управления являются: количество пил, их толщина, длина блока, количество дроби, нагрузка электродвигателя и интегральная защита. В процессе распиловки привод рабочей подачи обеспечивает автоматическое регулирование скорости опускания

ицкой рамы в зависимости от ряда переменных факторов — прочности камня, усилия натяжения пил, количества подаваемой дроби. Обработанная информация поступает на шестиканальные самопищащие приборы (по три канала на станок), установленные в диспетчерском пункте, т.е. имеется определенная зафиксированная информация о работе станков. САР подачи обеспечивает оптимальный режим распиловки в зависимости от задания. Коррекцию режима производят распиловщик камня на пульте станка. Испытания показали эффективность системы, позволившей увеличить производительность станка, улучшить качество поверхности пиленых плит и исключить брак из-за увода пил.

Системы автоматического контроля (САК) предназначены для контроля параметров, характеризующих работу станков. Контроль осуществляется датчиками в контрольно-измерительной аппаратуре. К параметрам, характеризующим работу распиловочных станков, относятся: скорость рабочей подачи; мощность или ток, потребляемые главным приводом и приводом механизма подачи; расход промывочно-охлаждающей жидкости; давление в водопроводной сети, гидравлических или pnevmatических системах и др.

Скорость рабочей подачи замеряется индикаторами, выполненными в виде тахометров индукционного или механического типа. Степень загрузки электродвигателей главного привода и механизма подачи определяется по ваттметрам или амперметрам. Подача охлаждающей жидкости контролируется расходомерами, давление в водопроводной сети и гидравлических системах измеряется манометрами. Для контроля наличия струи жидкости пользуются специальными реле (струйными или протока), например реле протока типа РП-40. При прекращении подачи к распиловочному станку струи жидкости станок должен быть отключен.

Длина перемещений узлов станков контролируется датчиками перемещений, чаще других применяют путевые (конечные) выключатели и переключатели (нажимные путевые выключатели ВК-100, рычажные ВК-211, бесконтактные БВК-24). Кроме того, используются командные гидравлические датчики в виде одно- и двухходовых золотников, индуктивные датчики перемещений и различные фотоэлектрические датчики.

Системы автоматического контроля параметров в зависимости от назначения и характера выходного воздействия могут быть подразделены на три группы: *автоматическая сигнализация*, предназначенная для подачи светового и звукового сигналов о нормальном ведении процесса распиловки или его нарушении (аварийная сигнализация); *автоматическая защита*, обеспечивающая своевременное отключение отдельных узлов станка при возникновении аварийных ситуаций. Например, при уменьшении количества подаваемой абразивной пульпы или воды ниже допустимой нормы реле давления отключает главный привод, в результате штрапсовый станок остается, а при высоких остановках главного привода штрапсового станка автоматически прекращается рабочая подача, предотвращая поломку пил; *автоматическая блокировка*, предохраняющая распиловочные станки от неправильных действий — ограничения хода, несвоевременного включения станка и др.

Вид инструмента	Характерные неисправности	Причины возникновения	Меры по предупреждению и устранению
	Недостаточная производительность распиловки	несущего каната в процессе резания	элементов на несущем канате производственное разворачивание контура на шкивах (после распиловки каждого блока) Заменить инструмент в соответствии с рекомендациями § 25

Произвести правку пил в соответствии с рекомендациями § 47

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акопян А. С., Садоян Э. А. и др. Типовой проект организации труда и норм обслуживания основного технологического оборудования на предприятиях по обработке облицовочного камня// НИИКС. — Ереван, 1977. — 112 с.
2. Александров В. А. Обработка природного камня алмазным дисковым инструментом. — Киев: Наукова думка, 1979. — 240 с.
3. Бадумян К. Л., Мсриян Ф. А., Барсегян Э. Е. Оборудование для добычи и обработки природного камня: Отраслевой каталог/ ЦНИИТЭСтроммаш. — М.: 1987. — 378 с.
4. Берлин Ю. Я., Сычев Ю. И., Шалаев И. Я. Обработка строительного декоративного камня. — Л.: Стройиздат, 1979. — 232 с.
5. Берлин Ю. Я., Сычев Ю. И. Материаловедение для камнеобработчиков. — Л.: Стройиздат, 1986. — 176 с.
6. Захаров К. Н., Субботин Е. К., Сычев Ю. И. Эксплуатация алмазных штробильных пил при распиловке блоков природного камня: Инструкция/НИИМАШ. — М., 1978. — 32 с.
7. Нормы технологического проектирования предприятий промышленности по добыче и обработке облицовочных материалов из природного камня/Союзгипронеруд. — Л., 1976. — 128 с.
8. Орлов А. М. Добыча и обработка природного камня. — М.: Стройиздат, 1977. — 350 с.
9. Рабочему — камнераспиловщику (рекомендательный указатель литературы). ВНИИЭСМ. ЦНТБ. 1987. — 20 с.
10. Субботин Е. К., Захаров К. Н., Сычев Ю. И. Эксплуатация алмазных отрезных сегментных кругов при обработке природного камня. Инструкция/НИИМАШ. — М.: 1978. — 28 с.
11. Сычев Ю. И. Распиловка облицовочного камня в СССР и за рубежом/ВНИИЭСМ. — М., 1974. — 70 с.
12. Сычев Ю. И., Поволоцкий С. В. Рекомендации по рациональной эксплуатации штробильных распиловочных станков/ВНИИЭСМ. — М., 1979. — 72 с.
13. Сычев Ю. И., Берлин Ю. Я., Шалаев И. Я. Оборудование для распиловки камня. — Л.: Стройиздат, 1983. — 288 с.
14. Сычев Ю. И., Берлин Ю. Я. Шлифовально-полировальные и фрезерные работы по камню. — М.: Стройиздат, 1985. — 261 с.
15. Фишкин Ф. И., Кубышкин В. А. Распиловщик камня. — Л.: Стройиздат, 1987. — 90 с.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Автоматизация производства 294—296, 302—305
Ареометр 207
- Безопасность пожарная 46, 47
Блок камня 21—25, 66, 67, 72, 76, 80, 122, 168, 102, 109, 110, 112, 115, 122, 123, 147, 198, 202—205, 232, 236—239, 243
Брак распиловки 271, 272, 275, 276, 277, 305
- Вибрация пил 314, 315, 317, 318
Вскрытие (правка) режущих элементов 272, 273, 274, 269, 290, 291, 319
- Гипс (строительный) 203, 204, 205
Глубина резания 115, 133, 139, 152, 182, 229, 231, 249, 253, 290, 303, 316
- Давление резания (подачи) 152
Движение пил криволинейное 63
Дезинстал 67, 68, 70, 71, 125, 214, 307
Дефекты пил 312, 315
Длина пропила 152
Длина хода (рамы) 75, 78, 80
Дозатор дроби (питатель) 200, 209, 212, 218
Допиливание 116, 149, 166, 198, 200, 223
Дробь техническая 17, 124, 172—176, 206, 207, 209, 211—213
- Запилывание 116, 149, 198, 200, 204, 209, 221, 222, 263
Зернистость (алмазов) 128, 131, 137, 138, 139
Зерно алмазное 176—180, 183, 189, 190, 191, 278
- Известь гашеная 206, 207, 212, 213
Измерение износа 278, 279, 285—286
Износ инструмента 278—282, 284—287
Износостойкость инструмента 183, 189, 191, 208, 220, 227
- Качество распила 157, 165, 166, 173, 183, 224, 231, 271, 272, 275, 277
Комплектация станка 65, 116, 147, 148, 158, 199, 202, 203, 222, 243
Концентрация алмазов 128, 131, 137, 138, 139
Коэффициент заполнения (рабочих габаритов станка) 118, 120
— использование диаметра пилы 57, 58, 135
— оборудование (по времени) 118, 198
— и технологического
- Механизация производства 294, 297
Многостаночное обслуживание 10, 11
- Наладчик оборудования по обработке камня 3, 31, 38, 42
Направляющие пильной рамы 71, 76, 314
Натяжение пил клиновое 158, 159
— винтовое 159
— гидравлическое 140, 158, 161, 162
— комбинированное 163
— пневматическое 57, 81, 158, 162, 163
- Обнажение (правка) алмазных пил 290, 291, 292, 312, 316
Обслуживание многостаночное 10, 11
- Оптимизация режимов 152—157, 211, 304, 305
- Оснастка технологическая 150, 158
- Отстойник 53
- Охрана природы 48, 49
— труда 28, 36, 150
- Очистка сточных вод 53, 54
- Пантограф 69, 70
- Паспорта блоков 148, 198, 203, 232, 233, 258, 259, 265
- Пила дисковая алмазная 9, 23, 57, 83, 84, 87, 88, 93—96, 103, 115, 117, 118, 122, 129, 143—145, 151, 167, 179, 181, 189, 229, 232—241, 244, 246—256, 278, 285, 286, 291, 314
— твердосплавная 57, 87, 93, 122, 124, 131, 132, 151, 256, 257, 293
— канатная 9, 10, 60, 61, 106—109, 122, 123, 135—137, 188, 189, 261, 286, 317
— колыцевая 23, 59, 104, 133—135, 256, 258—261, 293, 316
— ленточная 61, 62, 111, 112, 113, 123, 126—138, 189, 283, 284, 286
— штробильная алмазная 10, 19, 23, 76, 77, 83, 115, 117, 118, 124—128, 140, 142, 158, 161, 164, 176, 179, 180, 181, 192, 219, 220—222, 225, 227, 278, 283, 284, 286, 291, 307
— неармированная 10, 19, 23, 65, 69, 72, 117, 118, 122, 124, 159, 172—174, 187, 197—200, 205—210, 214—217, 219, 221, 243, 307
— твердосплавная 57, 87, 93, 122, 124, 131, 132, 151, 219, 227, 228, 313
- Плотность камня 192—194, 196, 210, 225—230, 257, 259, 264, 266, 268
- Планировка блока 241, 242, 245, 250, 251, 252, 253, 254
- Плиты-заготовки 21, 164, 168, 170, 197, 205, 219, 233, 255, 261, 262, 264, 272, 275
- Подача струи пильной змы 63—67, 70,

76, 78, 80, 82, 88, 97, 106, 110, 114, 115—120, 152, 153, 165, 183, 197, 198, 206, 220, 228, 230, 231, 256, 257, 258, 259, 263, 264, 269, 304, 305, 311, 315, 319

Пропил 62, 64, 70, 91, 122—124, 135, 139, 145, 152, 173, 197, 203, 207, 209, 211, 220, 224, 226, 228, 232, 235, 236, 240, 242, 248, 252—255, 263, 264, 267, 269, 271, 282, 289, 291, 292, 302

Проставки 163, 164, 165

Пульпа абразивная 63, 66, 70, 152, 173, 176, 206, 211—213, 221, 262, 263, 306

Разборка ставки 43, 116, 147, 149, 198, 217, 218, 219, 223

Рама пильная 56, 63, 66—69, 71, 73—75, 121, 123—125, 139, 140, 141, 175, 181, 201, 205, 208, 209, 215, 217, 314

Распиловка блоков 17—21, 56, 57, 62, 67, 116, 147

Распиловщик камня 3, 11, 22, 29, 31, 38, 40—42, 198, 209, 218, 251, 253, 277, 289, 303, 305, 320

Распределитель абразива 68, 70, 207, 211

Расход воды 51, 224, 227, 229, 232, 240, 257, 265, 267—269, 271, 290, 291, 305, 308, 311, 314, 318

Регламент технологический 149, 150

Резцы (зубки) твердосплавные 129, 131—134, 136, 138, 189, 261, 270, 278, 290, 293, 294, 313, 316, 317

Связка алмазного инструмента 128, 131, 137, 176—178, 189, 190, 191, 227, 278, 290

Сила (усиление) подачи 109, 111, 142, 173, 176, 184, 186

— резания 109, 126, 174, 176, 183, 184, 186, 232

Система водоснабжения 50, 51, 52

Склад блочного сырья — 16, 21, 199, 222, 213, 244

— готовой продукции — 16

Скорость подачи (рабочей) 73, 79, 80, 82, 89, 94, 97, 103, 106, 110, 112, 115, 151, 152, 154, 156, 181, 182, 209,

210, 211, 215, 221, 223—226, 228, 229, 246, 248, 249, 255, 259, 260, 264, 268—271, 275, 290, 303—305, 312, 314, 317

— резания 106, 110, 112, 122, 135, 151, 156, 181, 186, 229, 230, 231, 240, 249, 259, 260, 263, 268, 269, 270, 271, 314, 317

Способность режущая 289, 280—293, 311, 312, 315, 316, 319

Ставка 21, 66, 69, 115, 116, 197, 200, 204, 205, 208, 209, 215, 216, 218, 222, 223, 273, 297, 307, 309, 313

Станки камнераспилочные баровые 23, 60, 62, 53, 113, 114, 123

— дисковые 23, 30, 57, 58, 83—85, 93—95, 117, 148, 302
— канатопильные 23, 60, 62, 106—110, 135
— ленточнопильные 23, 60—62, 111—113
— многодисковые 57—59, 86, 87, 90—97
— однодисковые 57, 83—86, 88
— одноштирифровые 55, 57, 77, 80, 81, 162, 225, 226
— ортогональные 20, 25, 27, 58, 59, 96, 98, 99, 101—103, 237
— штирифровые 6, 11, 19, 20, 21, 23, 25, 27, 28, 30, 54—56, 63, 68—71, 74—78, 80, 81, 116, 121, 123, 220
Стрела прогиба пилы 61, 141—143, 263—265, 310, 312, 318

Тележка станочная 16, 21, 66, 120, 148, 165, 166, 198, 199, 201, 203, 205, 208, 214, 215, 217, 222, 223, 232, 233, 242, 245, 255, 263, 273, 275, 297, 298, 308, 309, 313

— передаточная 21, 218, 244, 297, 298

Техника безопасности 37, 39

Трактория движения пил 63, 64, 65, 66

Трудоемкость распиловки 10, 193

Увод пил 175, 209, 214, 215, 224, 253, 267, 272, 275, 277, 305, 307, 312, 316

Управление программное 235, 241, 302, 303, 305

Усилие натяжения пил 140, 141, 142,

Установка пил 139, 140, 146, 199, 203, 244

Устойчивость пил 313, 316

163, 227, 305, 313

Участок (цех) распиловочный 15, 25, 244

Фланцы дисковых пил 143, 167, 168, 169, 170

Цикл распиловки рабочий 116—118, 148, 149, 197, 198, 221, 222, 242, 214, 245

Частота вращения пилы 89, 94, 182

Частота качаний пильной рамы 73, 79, 80, 181

Шлам 53, 69, 76, 87, 120, 206, 211, 212, 217, 226, 227, 228, 232, 269

Экология 48, 49

Эксцентрикитет линии натяжения пилы 141, 142, 310, 313

Энергоемкость распиловки 183, 186, 197, 228, 257, 261, 267

— Л.—