

УДК 689.08.05

**ТАБИГЫЙ ТАШТАН ТАТААЛ КАПТАЛДУУ
ТЕТИКТЕРДИ ЖАСООНУН ЗАМАНБАП
ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ**

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
СЛОЖНО-ПРОФИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПРИРОДНОГО
КАМНЯ**

**MODERN TECHNOLOGIES FOR MANUFACTURING
COMPLEX-PROFILE PARTS FROM NATURAL STONE**

А.П. Муслимов, А.В. Трегубов, Н.Э. Атаканова
A.P. Muslimov, A.V. Tregubov, N.E. Atakanova

Табигый таштан татаал капталдуу буюмдарды жасоонун эмгек сыйымдуулугун төмөндөтүү жана жумушчулардын эмгек шарттарын жакшыртуучу, иштетилип жаткан тетиктин бетинин өндүрүмдүүлүгүн жана сапатын жогорулатуучу техникалык каражаттарды иштеп чыгуусу каралат. Иштин жүрүшүндө төмөнкү маселелер чечилди: табигый таштан татаал капталдуу буюмдарды өндүрүү боюнча алдыңкы ата-мекендик жана чет өлкөлүк компаниялардын жабдуулары жана технологияларын карап чыгуу жана талдоо жана өндүрүш шарттамдарын башкаруунун шайма шай автоматтык тутумун иштеп чыгуу. таш иштетүүчү машина; тес үчүн оригиналдуу түзмөктөрдү долбоорлоо жана жаратуу.

Рассматривается разработка технических средств, повышающих производительность и качество обрабатываемой поверхности детали; снижающих трудоемкость изготовления сложно-профильных изделий из природного камня и улучшающих условия труда станочников. В процессе работы решались следующие задачи: обзор и анализ техники и технологий ведущих отечественных и зарубежных фирм по производству сложно-профильных изделий из природного камня и разработка универсальной автоматической системы управления режимами работы камнеобрабатывающего станка; проектирование и создание конструкции оригинальных устройств для станка.

The development of technical means that increase the productivity and quality of the surface of the part being machined is considered; reducing the labor intensity of manufacturing complex-profile products from natural stone and improving working conditions for machine operators. In the process of work, the following tasks were solved: review and analysis of equipment and technologies of leading domestic and foreign companies for the production of

complex-profile products from natural stone and the development of a universal automatic system for controlling the operating modes of a stone-processing machine; design and creation of original devices for the machine.

Түйүн сөздөр: *капитал, табигый таштан жасалган буюмдар, тестин техникалык мүнөздөмөлөрү, кесүүчү күчтүк өлчөм мүнөздөмөлөрү, алмаз куралдары, таш кесүүчү тестер, таштын физикалык-механикалык касиеттери, эксперименталдык сынама.*

Ключевые слова: *профиль, изделия из природного камня, технические характеристики станка, силовые параметры резания, алмазный инструмент, камнерезные станки, физико-механические свойства камня, экспериментальный стенд.*

Key words: *profile, natural stone products, technical characteristics of the machine, cutting power parameters, diamond tools, stone cutting machines, physical and mechanical properties of stone, experimental stand.*

Введение

Кыргызская Республика обладает уникальными месторождениями природного камня – гранита, базальта, мрамора, ракушечника и др., которые по своим физико-механическим показателям и декоративным качествам соответствуют мировым стандартам. За последние 15 – 20 лет в республике вновь активно начала развиваться камнеобрабатывающая отрасль. Создавались и появляются новые предприятия и компании, которые оснащаются современным оборудованием для обработки камня [1, 2].

Особым покупательским спросом пользуются сложно-профильные изделия из природного камня, выполненные в виде шаров, ваз, чаш, колонн, а также балюстрадные элементы лестниц, люстры и т.д., которые широко применяются при реконструкции отелей, офисов фирм, посольств, в монументальном строительстве (рис. 1).

На камнеобрабатывающих предприятиях в процессе изготовления сложно-профильных деталей из гранита, мрамора, ракушечника из-за существенного различия их физико-механических свойств, а также неравномерности припусков обрабатываемого материала на алмазном инструменте в зоне резания возникают радиальные и осевые нагрузки, значительно превышающие допустимые. Это приводит к возникновению вибраций, повышенному износу и иногда поломкам инструмента, ухудшению качества обрабатываемого

мой поверхности деталей и увеличению трудоемкости обработки на станке.



Рисунок 1 – Виды сложно-профильных изделий из природного камня

В настоящее время камнеобрабатывающие станки получили широкое применение благодаря высокой скорости резания и качеству получаемой поверхности изделий. На камнеобрабатывающих станках можно выполнять широкий спектр технологических операций, таких как распиловка, точение, фрезерование, шлифование и полирование изделий.

На токарных камнеобрабатывающих станках осуществляется в основном обработка деталей типа тел вращения (балясины, колонны, вазы, чаши и др.), прорезание кольцевых пазов (рис. 2 а), точение наружных и внутренних поверхностей деталей из камня (рис. 2 б). Кроме выше указанных технологических операций, на токарных камнеобрабатывающих станках можно точить винтовые канавки и горизонтальные пазы (рис. 2 а), а также обрабатывать сложно-профильные поверхности (рис. 3).

На камнеобрабатывающих станках процесс настройки, регулирования и контроля процесса обработки деталей осуществляется станочником вручную, что существенно сдерживает рост производительности и повышение качества изделий. В связи с этим разработка гидравлических устройств автоматического регулирования режимами обработки изделий из природного камня и композитов является актуальной задачей.



а



б

Рисунок 2 – Технологические схемы обработки деталей на камнеобрабатывающем станке: а – обработка сферической поверхности; б – прорезание пазов



а



б

Рисунок 3 – Технологические операции обработки изделий на камнеобрабатывающем станке: а – прорезка пазов; б – сферической поверхности в форме шара

В работе предлагается новая оригинальная схема регулирования силовых параметров шпиндельного узла и механизма подачи камнеобрабатывающего станка, который позволяет автоматически снижать или увеличивать величину подачи инструмента в зависимости от нагрузки на шпиндельном узле с учетом особенностей физико-механических свойств природного камня [3-5].

При оптимальном автоматическом регулировании процессами обработки изделий из природного камня требуется обеспечить как заданную траекторию относительного движения инструмента и заготовки, так и непрерывное управление параметрами режима обработки для достижения наилучших технико-экономических показателей. Режимы обработки в значительной степени определяют точ-

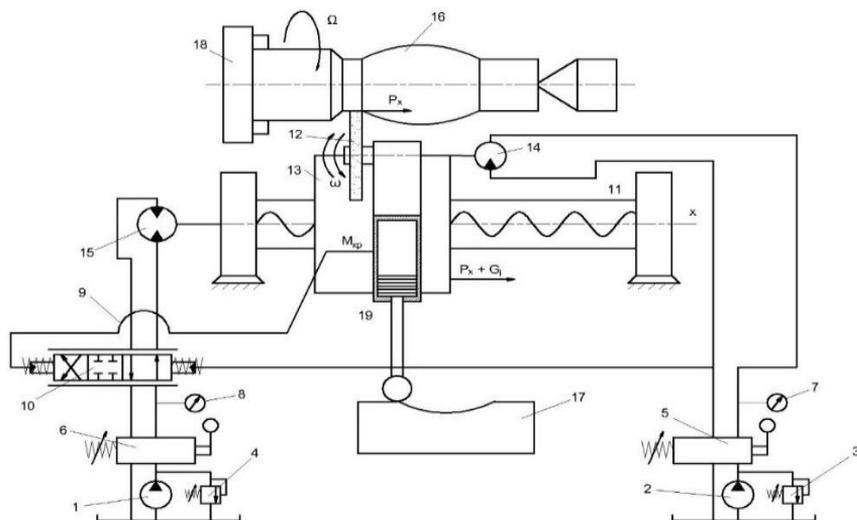
ность размера, формы и взаимного расположения обрабатываемых поверхностей, а также степень их шероховатости, производительность обработки, расход режущего инструмента и в конечном итоге себестоимость их изготовления.

На кафедре «Автоматизация, робототехника и мехатроника» КГТУ им. И. Раззакова под руководством проф. Муслимова А.П. выполняются работы по созданию и разработке автоматических систем управления режимами работы металлорежущих и камнеобрабатывающих станков. В наших предыдущих работах [3-5] приведены примеры решения задач регулирования скорости обработки изделия в зависимости от усилия подачи, которые показывают, что все создаваемые конструкции позволяют предохранить привод вращения дискового инструмента от перегрузок за счет изменения скорости или усилия подачи.

Практика показала, что этот принцип рационален, и мы приняли аналогичный подход, однако не все конструкции регуляторов адаптивных систем станков предусматривали автоматическое изменение усилия и направления подачи. В наиболее полной степени, по нашему мнению, требованию регулирования режимами резания изделия на станке отвечает система, позволяющая не только уменьшить усилия или скорость подачи до нуля, но произвести реверс подачи при возникновении перегрузки или поломки инструмента в процессе работы.

Основываясь на опыте создания подобных систем, на рисунке 4 приведена схема автоматической системы управления токарного камнеобрабатывающего станка для обработки сложно профильных деталей. В отличие от ортогональных камнерезных станков [6, 7], где обрабатываются плоские детали, а подача осуществляется только в двух направлениях – «против подачи» и «по подачи», на гидрокопировальном токарном камнеобрабатывающем станке в процессе обработки сложно-профильных деталей 16 подача дискового инструмента 12 осуществляется в продольном и поперечном направлениях по копиру 17. Гидравлическая система станка состоит из двух частей: гидросистемы винтового подающего механизма с

приводом от насоса 1 и гидросистемы вращателя дискового инструмента с приводом от насоса 2.



- 1,2 – насосы; 3,4 – предохранительные клапаны;
5,6 – распределители; 7,8 – манометры; 9 – управляющий канал;
10 – регулятор; 11 – винтовой подающий механизм; 12 – инструмент;
13 – суппорт; 14 – гидромотор; 15 – гидродвигатель; 16 – заготовка;
17 – копир; 18 – патрон; 19 – гидроцилиндр.

Рисунок 4 – Гидрокинематическая схема токарного камнеобрабатывающего станка с винтовым подающим механизмом

В процессе работы станка жидкость из маслобака насосом 1 через распределительный блок 6 и золотниковый регулятор 10 направляется к гидродвигателю 15 подающего механизма. С помощью настроенного на заданное давление предохранительного клапана 4 регулируется давление в напорной магистрали гидродвигателя 15 и тем самым обеспечивается необходимое усилие на инструменте в продольном направлении. Контроль давления в напорной магистрали осуществляется по манометру 8. Гидросистема вращателя дискового инструмента 12 включает насос 2, распределительный блок 5 и гидромотор 14. Регулировка давления в напорной магистрали гидромотора вращателя осуществляется с помощью аналогичного клапана 3 и контролируется по манометру 7.

Гидросистема винтового подающего механизма оснащена регулятором 10 с обратной связью (с одной стороны) с напорной магистралью гидромотора 14 вращателя инструмента и (с другой стороны) с помощью управляющего канала 9 с поршневой полостью гидроцилиндра 19 поперечной подачи инструмента 12. В случае повышения момента сопротивления на инструменте 12 в процессе резания выше настроечного, т.е. при заклинивании или поломке инструмента давление в системе гидромотора вращателя резко возрастает и по управляющему каналу воздействует на золотник регулятора 10, который дросселирует поток рабочих жидкостей, подаваемой от насоса 1 к гидродвигателю 15 подающего механизма, тем самым уменьшая усилие и скорость продольной подачи инструмента. В случае превышения допустимого радиального усилия на инструменте при поперечной подаче рабочая жидкость под давлением из поршневой полости гидроцилиндра 19 по управляющему каналу воздействует на золотник регулятора 10, который, смещаясь, вправо дросселирует поток жидкости, поступающий к гидродвигателю 15 и в результате уменьшает радиальное усилие подачи на инструменте. С помощью двух регулируемых пружин можно настроить регулятор на определенное давление в напорной магистрали гидромотора вращателя инструмента и в напорной магистрали поршневой полости гидроцилиндра 19, при котором происходит запираение магистралей гидродвигателя подающего механизма и прекращение подачи дискового инструмента в зоне резания заготовки 16. При дальнейшем увеличении давления (в случаях заклинивания или поломки инструмента) произойдет реверс подачи инструмента. После стабилизации давления в напорной магистрали гидромотора 14 вращателя и гидроцилиндра 19 золотник регулятора 10 под действием пружин возвращается в исходное положение, и инструмент возобновляет движение в направлении зоны резания автоматически без вмешательства станочника.

На кафедре «Автоматизация, робототехника и мехатроника» совместно с кафедрой «Технология машиностроения» КГТУ им. И. Раззакова на протяжении последних 10 лет ведутся работы по модернизации металлорежущих станков с целью повышения их произ-

водительности, улучшения качества обрабатываемых деталей и улучшения условий труда станочников. Эти работы успешно могут быть использованы для совершенствования камнеобрабатывающего оборудования на предприятиях КР. Так для расширения технологи-



Рисунок 5 – Технологический модуль с дисковым алмазным инструментом

ческих возможностей камнеобрабатывающих станков разработан и создан сменный технологический модуль (рис. 5), который монтируется на суппорте токарного станка и позволяет осуществлять точение, фрезерование, шлифование и полировку при изготовлении сложно-профильных

изделий из гранита, мрамора, ракушечника и др. материалов.

Основные технические параметры технологического модуля камнеобрабатывающего станка приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Техническая характеристика

Обрабатываемый материал	гранит, мрамор, стекло, керамика и композиты
Выполняемые операции	точение, фрезерование, шлифование, полировка, растачивание
Максимальная частота вращения инструмента	3000 об/мин
Мощность электродвигателя, кВт	1,5
Габаритные размеры	длина – 500 мм ширина – 310 мм высота – 270 мм
Вес, кг	40

Этот технологический модуль предполагается для установки на гидрокопировальном токарном станке экспериментального стенда кафедры АРиМ для исследования режимов обработки природного камня.

Заключение

На основании проведенного обобщения и анализа техники и технологий ведущих отечественных и зарубежных фирм по производству сложно-профильных изделий из природного камня разработана универсальная автоматическая система управления режимами работы камнеобрабатывающего станка; разработан и создан сменный технологический модуль, расширяющий технологические операции токарного камнеобрабатывающего станка.

Литература

1. Муслимов А.П., Кадыров Э.Т., Атаканова Н.Э. Разработка автоматической системы управления технологическими процессом обработки природного камня. – Вестник КРСУ. – Т.22 (12). – Бишкек, 2022.
2. Муслимов А.П., Кадыров Э.Т., Атаканова Н.Э. Технология обработки природных камней и ее особенности. Известия КГТУ им. И. Раззакова №2(62). – Бишкек, 2022.
3. Муслимов А.П., Трегубов А.В., Самсалиев А.А. Методика назначения припусков на абразивную обработку, физико-механические свойства и обрабатываемость природного камня. – Изв. КГТУ им.И.Раззакова .№ 63. – Бишкек, 2022.
4. Трегубов А.В., Абышев О.А. Режущие силы при механической обработке природного камня дисковым алмазным инструментом. – Мат-лы науч-техн. конф. молодых ученых, асп. и студ. Ч.1. – ИЦ Текник, 2016.
5. Трегубов А.В., Абышев О.А. Разработка системы автоматического регулирования режимов работы камнеобрабатывающего станка. – Мат-лы науч-техн. конф. молодых ученых, асп. и студ. – Ч.1. – ИЦ Текник, 2016.
6. Jerro H. D., Pang S. S., Yang C., and Mirshams R. A., Kinematics analysis of the chipping process using the circular diamond saw blade // Journal of Manufacturing Science and Engineering, Transactions of the ASME, 1999, vol. 121, no. 2, pp. 257–264.
7. Brach K., Pai D. M., Ratterman E., and Shaw M. C., Grinding forces and energy // Journal of Engineering for Industry, 1988, vol. 110, no. 1, pp. 25–31.