

УДК: 521:658.652.3/6

**РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
РЕЖИМОВ РАБОТЫ КАМНЕОБРАБАТЫВАЮЩЕГО СТАНКА**

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

Карпушевич Зинаида Геннадьевна зав.отделом АДМ КГТУ им. И.Раззакова, (+996) 779003725, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, E-mail: kzg60@mail.ru
Абышев Оман Аскарбекович, магистрант КГТУ им. И.Раззакова, (+996) 556 188140, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, E-mail: muras_a@bk.ru

Аннотация Рассматривается система автоматического регулирования режимами работы ортогональных камнерезных станков с различным приводом исполнительных механизмов, а также экспериментальный электрогидравлический стенд для проведения исследования зависимостей сил резания от режимов резания при обработке природного камня.

Ключевые слова: автоматическая система управления, гидропривод станка, силы резания, датчики, экспериментальный электрогидравлический стенд, камнеобрабатывающий станок, режимы работы станка.

STAND DEVELOPMENT FOR AUTOMATIC CONTROL OF THE OPERATION MODES OF STONE PROCESSING MACHINE

Tregubov A.V. associate professor, c.t.s., head of «TM» department, KSTU named after I.Razzakov A., (+996) 555 719364, Bishkek, Ch. Aitmatov ave 66, E-mail: altreg13@mail.ru
Karpushevich Z.G. head of «ADN» department, KSTU named after I.Razzakov A., (+996) 555 719364, Bishkek, Ch. Aitmatov ave 66, E-mail: kzg60@mail.ru
Abyshev O.A. magistant of KSTU named after I.Razzakov A., (+996) 556 188140, Bishkek, Ch. Aitmatov ave 66, E-mail: muras_a@bk.ru

Abstract. The paper deals with the developed system of automatic control modes orthogonal stone-cutting machines with different drive actuators and electro- experimental stand for research dependences of cutting forces on cutting conditions for the processing of natural stone.

Keywords: automatic control system, hydraulic machine, cutting force, sensors, experimental electro-hydraulic stand, stone processing machine, modes of machine operation.

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. Изделия из природного камня пользуются большим спросом на мировом рынке благодаря отсутствию в их составе вредных для здоровья человека веществ. Покупательским спросом кроме облицовочной плитки пользуются декоративные изделия из камня выполненные в виде шаров, ваз, чаш, колонн, а также балюстрадные элементы лестниц, люстры, которые нашли применение в архитектурном и индивидуальном строительстве. Детали из природного камня, керамики и стекла широко используются в машиностроении, радиоэлектронной технике и приборостроении [3?4].

На камнеобрабатывающих предприятиях республики в процессе изготовления сложно-профильных деталей из гранита, мрамора, ракушечника из-за их различных 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 поломкам инструмента, ухудшению качества обрабатываемой поверхности деталей и увеличению трудоемкости обработки на станке [1,2].

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 актуальной задачей является разработка гидравлических устройств автоматического регулирования режимами обработки изделий из природного камня.

В данной 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.

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[5]. Режимы обработки в значительной степени определяют точность 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 рис.1 показана принципиальная схема разработанной автоматической системы, предназначенной для регулирования режимами работы камнерезного станка с гидравлической подачей рабочего стола с заготовкой.

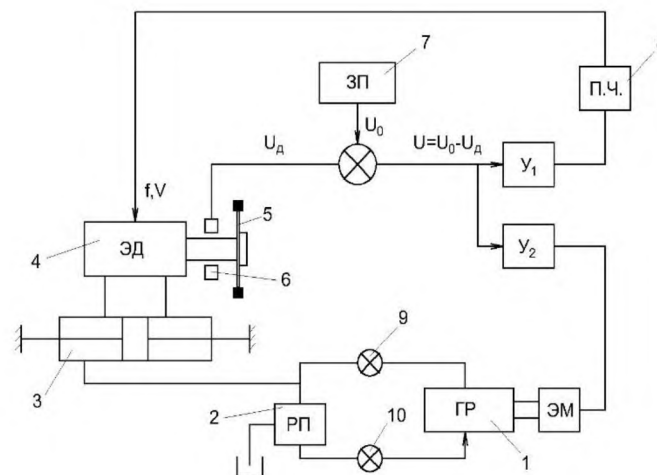


Рис.1. Блок-схема электрогидравлической системы регулирования экспериментального станка: 1-гидравлический регулятор; 2-редукционный клапан; 3-гидроцилиндр; 4-электродвигатель; 5- дисковый инструмент; 6-индуктивный датчик; 7- задающий прибор; 8- преобразователь частоты; 9,10-дроссели.

Представленная система имеет несложный принцип работы, проста в изготовлении, обладает высокой скоростью срабатывания и не требует значительных затрат на внедрение. САР состоит из следующих элементов автоматики и гидравлических узлов: индукционного датчика крутящего момента 6; усилителя электрических сигналов U ; регулятора расхода жидкости с электромагнитным управлением 1; редукционного клапана 2 и двух дросселей 9, 10. (рис.1).

Принцип работы САР заключается в следующем: в ходе технологического процесса, датчик 6, установленный на свободном участке шпиндельного вала, измеряет крутящий момент при колебании силы резания относительно заданной её величины. Величина силы резания является расчётной и задаётся перед началом работы на самом датчике. При возрастании силы резания электрический сигнал от датчика, пройдя через усилитель U , поступает на блок электромагнитного управления перемещением золотника регулятора

расхода рабочей жидкости станка. (рис.1). Вследствие этого золотник регулятора начинает перемещаться вправо, уменьшая величину пропускной щели h рабочей жидкости. Уменьшение щели приводит к уменьшению расхода жидкости, поступающей в гидроцилиндр 3 механизма подачи и, следовательно, скорости подачи рабочего стола с заготовкой на вращающийся инструмент, до тех пор, пока величина силы резания не примет заданное значение.

Перемещение золотника влево с целью увеличения щели осуществляется под действием пружины, после уменьшения величины электрического сигнала датчика.

С целью исключения внешних колебаний давления в гидравлической системе САР, а также для обеспечения линейности выходных параметров регулятора, параллельно к последнему подключён редукционный клапан 5 с двумя демпферами 9,10.

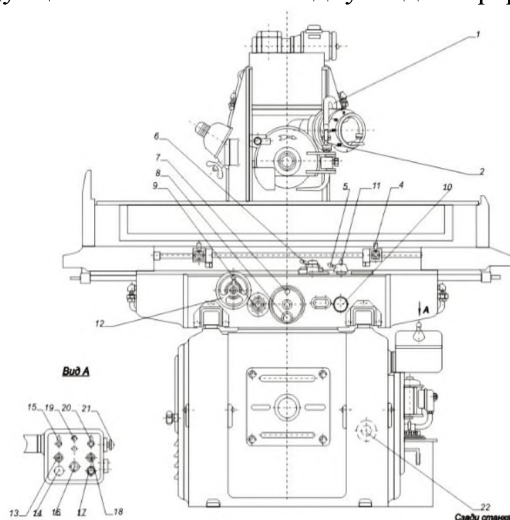


Рис.2 Общий вид системы управления экспериментального станда.

За основу экспериментального станда (рис.2) принят универсальный плоскошлифовальный станок высокой точности с горизонтальным шпинделем и прямоугольным столом модели 3Г71. Гидропривод системы управления станда осуществляет: продольное возвратно-поступательное перемещение стола с регулируемой скоростью; автоматическую прерывистую поперечную подачу на каждый продольный ход стола; реверс поперечной подачи стола; смазку направляющих стола; автоматическое отключение и блокировку механизма ручного перемещения во время работы стола; автоматическую вертикальную подачу на каждый поперечный реверс.

Электродвигатель насоса гидропривода включается нажатием кнопки 18 (рис.2). Реверсирование стола происходит по упорам 4, перестановкой которых регулируется длина хода стола. Остановка стола осуществляется поворотом рукоятки крана 11. Скорость стола регулируется поворотом рукоятки дросселя 5. Величина поперечно подачи регулируется поворотом лимба 9. Реверсирование поперечного перемещения стола происходит автоматически по упорам, перестановкой которых регулируется величина поперечного хода стола.

На рис.3 приведена гидрокинематическая схема экспериментального станда станка

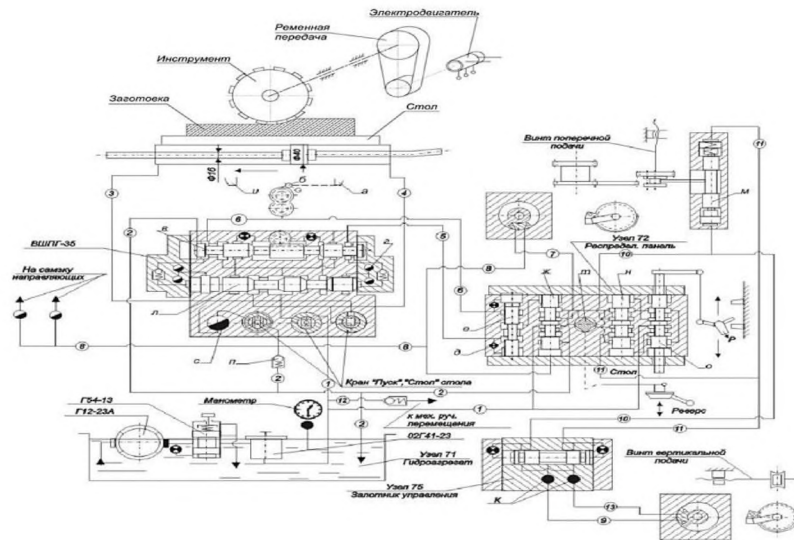


Рис.3. Гидрокинематическая схема экспериментального стенда.

Гидропривод станка состоит из гидравлических узлов: гидроагрегата; распределительной панели; гидроцилиндра; золотника управления; панели ВШПГ-35 (рис.3), соединенных между собой трубопроводами в единую систему, питаемую насосом Г12-23А. Панель ВШПГ-35, которая осуществляет реверс стола и регулирование скорости последнего. Гидроагрегат гидросистемы представляет собой маслобак сварной конструкции емкостью 45 литров.

На крышке маслобака установлены: электродвигатель АОЛ2-22-66 мощностью 1,1кВт, $n=930$ об/мин, соединенный муфтой с лопастным насосом Г12-23А. Производительность насоса $Q=25$ л/мин, при рабочем давлении 64 кгс/см^2 .

1. Напорный золотник Г54-13, настройкой которого устанавливается требуемое давление в гидросистеме. Пропускная способность напорного золотника Г54-13: $Q=35$ л/мин, при $P=20 \text{ кгс/см}^2$.
2. Фильтр пластинчатый встроенный 0,2Г41-23 при $P=50 \text{ кгс/см}^2$ пропускной способностью $Q=35$ л/мин. Предназначен для очистки масла, поступающего в гидросистему.
3. Манометр общего назначения Ф60, предназначен для контроля давления в гидросистеме.

Распределительная панель предназначена для управления механизмом поперечной подачи и работает в момент реверса хода стола. Панель снабжена краном для включения и отключения реверса поперечно подачи.

Золотник управления предназначен для управления механизмом вертикальной подачи и работает в момент реверса крестового суппорта. По конструкции золотник управления представляет чугунный корпус с притертым в нем золотником. По торцам корпус закрыт крышками. Золотник управления снабжен краном отключения механизма вертикальной подачи. Крепится золотник управления сверху на крестовом суппорте.

Принцип работы автоматической системы (рис.1) заключается в следующем: с трёхфазной сети в 380 В и частотой 50 Гц через преобразователь частоты тока 8 подаётся питание на исполнительный механизм 4, который преобразует электрический ток в механическую силу для вращения вала шпинделя с определённой угловой скоростью ω , в результате чего происходит вращение дискового инструмента 5. В процессе обработки заготовки (рис.37) в обрабатываемой зоне возникает сила резания P_p , которую обычно подразделяют на три её составляющие силы P_z , P_{ϕ} , P_m , зависящие от ряда факторов:

$$P_p = f(v_p; t; S; HB; C_1; C_2; C_3),$$

где: v_p – скорость резания;
 t – глубина резания;
 S – скорость подачи инструмента;
 HB – твёрдость обрабатываемого материала;
 C_1 – коэффициент, характеризующий режущий инструмент;
 C_2 – поправочный коэффициент, других условий обработки;
 C_3 – коэффициент, зависящий от конструктивных особенностей рабочего органа.

При расчёте режимов резания данные факторы и коэффициенты учитываются как постоянными величинами. Но на практике, как правило, эти факторы, с неоднородностью обрабатываемого материала переменчивы, что напрямую влияет на силу резания, и в конечном итоге приводит к неравномерным и нестабильным нагрузкам на систему СПИД, что может привести к поломке или заклиниванию инструмента, а также неточному изготовлению детали.

Для постоянного контроля за моментом резания на валу шпинделя установлен магнитоупругий датчик момента 6 (разработка проф.Муслимова А.П., к.т.н. Васильева В.Б.), который преобразует крутящий момент на валу в электрический сигнал, который усиливается усилителем и подаётся в преобразователь 8, где в зависимости от момента резания увеличивается или уменьшается частота и напряжение электрического тока, поступающего на электродвигатель.

Таким образом, разработана система автоматического регулирования режимами работы ортогональных камнерезных станков и токарных камнеобрабатывающих станков с различным приводом исполнительных механизмов, а также экспериментальный электрогидравлический стенд для проведения исследования зависимостей сил резания от режимов резания при обработке природного камня.

На рис 4 приведен общий магнитоупругого датчика МД-60.разработанный проф. Муслимовым А.П. и к.т.н. Васильевым В.Б. и успешно прошедший апробацию на кафедре “АиР”. Техническая характеристика магнитоупругого датчика МД-60 приведена в таблице1.



Рис.4. Общий вид магнитоупругого датчика МД-60.

Таблица 1.

Технические характеристики датчика МД – 60

Диаметр измеряемого вала, мм.....	60
Частота вращения вала, об/мин.....	50÷1000
Номинальный крутящий момент, Н·м.....	250
Пределы измерения крутящего момента, Н·м.....	1÷400

Напряжение питания обмотки возбуждения, В.....	12
Частота тока возбуждения, Гц.....	400
Количество полюсов возбуждения, шт.....	6
Количество измерительных полюсов, шт.....	24
Вес, кг.....	2,5

В работе рассмотрен вариант создания экспериментально-лабораторного стенда, позволяющего регистрировать составляющие силы резания, крутящий момент, вибрацию и температуру, на операциях механической обработки природного камня при распиловке, фрезеровании и шлифовании с помощью тензометрического силового динамометра, представленного на рис.5.



Рис.5. Динамометр для измерения сил резания P_x , P_y , P_z .

Оснащение лабораторного стенда специальным программным обеспечением, дающего возможность отображать изменение составляющих сил резания, момента, температуры, позволит повысить точность обработки, достоверность измерений, сократить время на обработку экспериментальных данных, предоставить возможность проводить необходимые математические и статистические вычисления, создавать массивы экспериментальных данных, графически представлять выходные данные в режиме реального времени (рис.6).

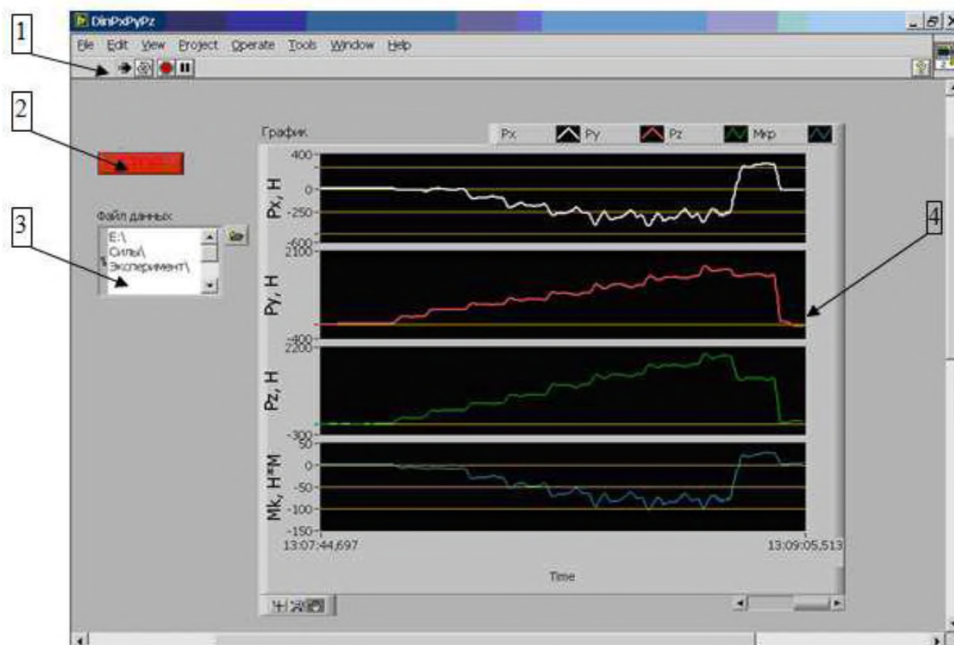


Рис.6. Диаграммы измерения составляющих сил резания P_x , P_y , P_z .

При проведении экспериментальных работ, в процессе распиловке природного камня, после преобразования сигналов, поступающих от динамометра через усилитель, преобразователь аналогового сигнала (АЦП Е-502), показания составляющих сил резания выводятся в виде диаграмм на монитор компьютера лабораторного стенда. .

Заключение

Разработанный учебно-лабораторный стенд позволит автоматически регулировать режимы работы камнеобрабатывающего станка в зависимости от изменения физико-механических свойств обрабатываемого материала, повысить точность и достоверность измерений, сократить время на обработку экспериментальных данных, предоставить возможность проводить необходимые математические и статистические вычисления, создавать массивы экспериментальных данных, графически представлять выходные данные в режиме реального времени.

Список литературы:

- 1.Александров В.А., Алексеенко Н.А., Мечник В.А. Исследование силовых и энергетических параметров резки гранита алмазными дисковыми пилами // Сверхтвердые материалы. - 1984. - №6. - С. 35-39.
- 2.Александров В.А. Обработка природного камня алмазным дисковым инструментом. Киев: Наукова думка, 1979, 239с.
- 3.Романов В.Ф, Сафронов В.Г. др. Алмазный инструмент. Каталог. НИИТЭРМ. М.: 1985, 117с.
- 4.Сычев Ю.И., Берлин Ю.Я. Распиловка камня. М.: Недра, 1989, 319с.
- 5.Карпушевич З.Г., Трегубов А.В. Методика выбора основных параметров регулятора автоматической системы регулирования режимами работы привода подачи инструмента. Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова № 17. Бишкек, 2009 г.