

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ УСИЛИТЕЛЬ ДАВЛЕНИЯ

Эликбаев К.Т.

Имаш НАН КР, Бишкек, Кыргызстан, kdk_318@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрен принцип работы гидроусилителя, также даны схема и стадии работы усилителя давления.

Ключевые слова: обработка камней, гидроструйный способ, водоструйная резка, рабочее давление, усилитель давления, движение жидкости.

HYDRAULIC PRESSURE BOOSTER

Elikbaev K.T.

Institute of Mechanical Engineering of the NAS KR, Bishkek, Kyrgyzstan

Annotation: The article describes the principle of operation of the hydraulic booster, and also gives the scheme and stages of operation of the pressure booster.

Key words: stone processing, water jet method, water jet cutting, working pressure, pressure booster, fluid movement.

Строительные материалы и изделия из природного камня имеют на мировом рынке большой спрос благодаря своей долговечности, декоративности и экологичности и другим свойствам.

По классификации, предложенной Алимовым О.Д. и Мамасаидовым М.Т. [1], отделение блоков основано на двух принципах: направленный откол и направленное резание. При первом принципе в массиве сначала образуются искусственно ослабленные сечения, а затем по ним раскалывают его на блок; при втором – массив разделяют на блоки путем образования в нем щелей. Вновь осваиваемый гидроструйный способ обработки камней (материалов) относится к принципу направленного резания.

Инструментом **водоструйной резки** является определенным образом сформированная струя жидкости, исходящая из специального сопла диаметром 0,1 - 0,5 мм со сверхзвуковой скоростью (более 700 м/с) и обеспечивающая рабочее давление на заготовку до 300 МПа и более [2,3].

Энергетические параметры струи, воздействующие на обрабатываемую среду (рис.1) - давление P_m , скорость $V_{ст}$, создающая на поверхности материала силу $F_{сж}$ на ограниченной площадке S_k .

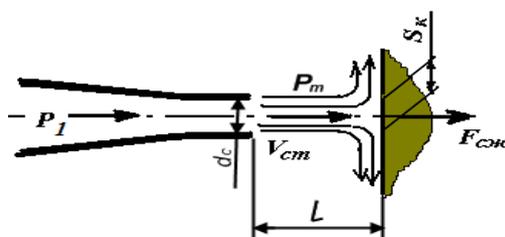


Рис.1. Действие струи на преграду и её параметры

Тогда условие разрушения материала можно записать в виде

$$\sigma_{сж} = F_{сж} / S_k > [\sigma_{сж}] \quad (\text{МПа}) \quad (1)$$

где $F_{сж}$ - разрушающая сила на поверхности материала,
 S_k - площадь контакта струи с поверхностью.

С другой стороны, сила сжатия материала при взаимодействии со струей определяется по формуле:

$$F_{сж} = P_D \cdot S_k \text{ (Н)} \quad (2)$$

где P_D - давление воды, создаваемое на поверхности материала

$$P_D = \rho \cdot V_{cm}^2 / g \quad (3)$$

здесь ρ - плотность воды при температуре до 20° С,
 g - ускорение свободного падения.

Из равенств (1), (2) и (3) получим, что необходимая скорость потока струи воды

$$V_{cm} = \sqrt{\frac{[\sigma_{сж}] g}{\rho}}, \quad (4)$$

Тогда для разрушения материалов с пределом прочности $\sigma_{сж} = 300 \div 5200$ МПа скорость потока струи воды должна быть приблизительно равной $V_{ст}$ (см. рис. 2, табл.1).

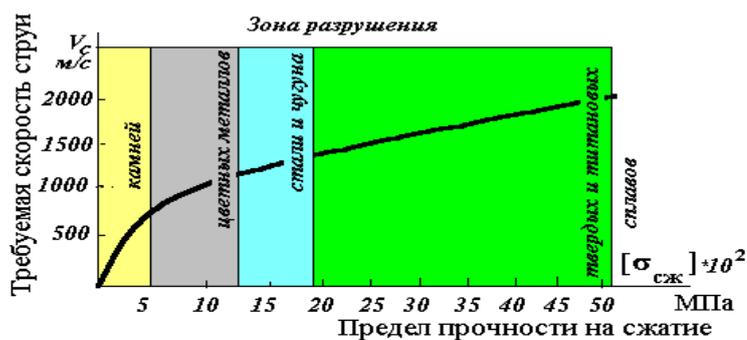


Рис. 2. Скорость струи воды для разрушения материалов

Необходимая скорость потока струи воды Таблица 1

$\sigma_{сж}$, МПа	300	500	1 000	2 000	3 000	4 000	5 200
$V_{ст}$, м/с	540	700	990	1400	1710	1980	2260

Отсюда можно предположить, что для разрушения природного камня достаточно сообщить струе скорость порядка 600–700 м/с. А струей со скоростью до 1500 м/с можно производить обработку многих сортов металлов, имеющих предел прочности на сжатие до 2000–2500 МПа, не говоря уже о неметаллах, твёрдость которых значительно ниже. Для создания требуемой скорости струи воды V_{cm} необходима разработка и создание гидравлических усилителей давления, конструктивная схема установки предлагается ниже (рис. 3) [5].

Гидравлическая установка для струйной резки материалов состоит из: центробежного гидравлического насоса 3, забирающего жидкость из резервуара 1 (либо прямо из водопроводной системы); фильтра 2 для очистки воды от механических примесей; предохранительного клапана 4; обратного клапана 6, препятствующего самопроизвольному вытеканию жидкости из трубопроводов; манометра 5, для контроля давления в низконапорной магистрали; крана переключения направления потока жидкости 7, предназначенного для отключения всей установки; золотника 8, автоматически регулирующего непрерывность работы установки; силового гидроцилиндра 9, создающего требуемое сверхвысокое давление на выходе; обратных клапанов 10 и 11, предназначенных для предотвращения обратного движения жидкости по трубопроводам; предохранительного клапана 12 для аварийного сброса давления, величину которого замеряет манометр 13; фильтра тонкой очистки 14, предохраняющего сопло от засорения; насадки 15 со струей формирующим каналом, на выходе которой установлено сопло; механизма подачи 16 абразивного материала в зону обработки.

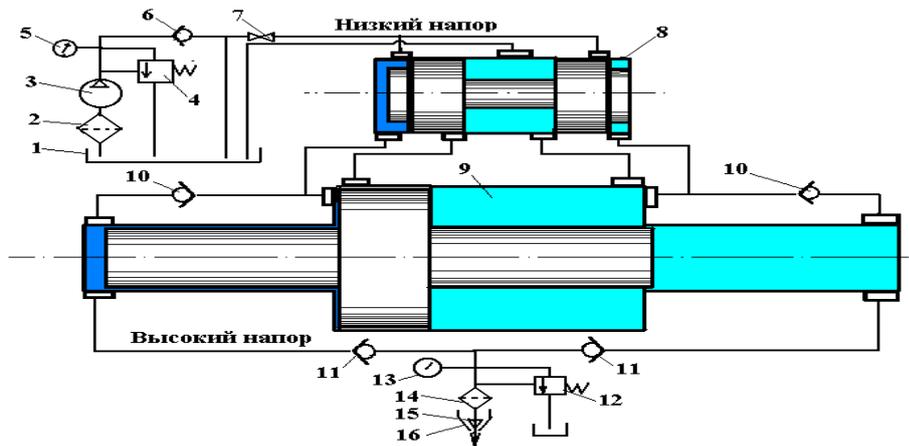


Рис.3. Схема гидроусилителя сверх высокого давления

1-поддон, 2-фильтр предварительной очистки, 3-насос, 4-предохранительный клапан, 5-манометр низкого давления, 6-обратный клапан, 7-кран переключения, 8-золотник, 9-гидроцилиндр, 10, 11-обратные клапаны, 12-предохранительный клапан высокого давления, 13-манометр высокого давления, 14-фильтр тонкой очистки, 15-насадка с соплом, 16-податчик абразива

Принцип работы гидроусилителя заключается в следующем (рис. 4):

I стадия. Рабочая жидкость от насоса по магистрали низкого давления 8 поступает в левую торцевую полость золотниковой камеры 6, при этом золотник 7 занимает правое крайнее положение, перекрывая тем самым левую магистраль низкого давления и сливную магистраль 4л, при этом магистраль 4п откроется на слив. Золотник будет прижат вправо из-за разности давлений в левой и правой полостях камеры золотника. Жидкость по напорной магистрали 5л поступает в левые полости штока 3 и поршня 2, приводя в движение поршень «вправо»,

II стадия. При движении поршня вправо рабочая жидкость из правой полости штока вытесняется через правый клапан 11 по магистрали высокого давления 11 к насадке с соплом 12, при этом правый клапан 9 перекрывает правую напорную магистраль 5п, предотвращая перекачку жидкости в полость поршня и торцевую полость золотниковой камеры. Не желательное переливание жидкости из правой полости штока в левую предотвращается левым обратным клапаном 10,

III стадия. В конце хода поршнем 2 перекрывается окно правой магистрали слива 4п и остаточный объём жидкости, вытесняясь через правую напорную магистраль 5п, поступает в правую торцевую полость золотниковой камеры, переключая золотник в «левое» положение, при этом левое окно магистрали 8 закрывается и открывается правое окно. Одновременно с этим закроется сливная магистраль 4п и откроется магистраль 4л, соединив левую полость поршня со сливом,

IV стадия. Теперь жидкость начинает поступать в правую торцевую полость золотника, прижимая его влево. Далее жидкость по магистрали 5п поступает в правые полости штока и поршня, заставляя перемещаться поршень влево. Жидкость из левой полости поршня уходит на слив через магистраль 4л, а жидкость из полости штока через магистраль 11 и левый клапан 10 будет подаваться к соплу 12, при этом правый клапан 10 будет плотно закрыт из-за разницы давлений левой и правой полостях штока.

В момент, когда поршень дойдет до правого крайнего положения и остаточная жидкость переключит золотник вправо и цикл повторится.

Давление в полости штока

$$P_{ш} = K \cdot P_{п} \quad (5)$$

где $K = \frac{S_{п}}{S_{ш}}$ - коэффициент усиления;

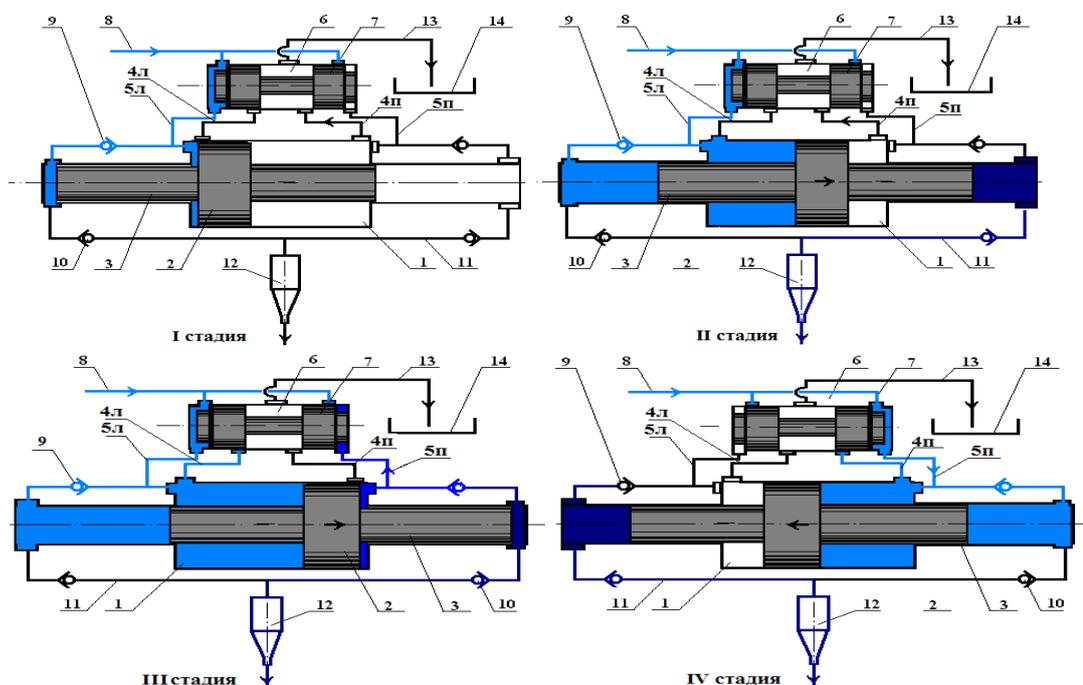


Рис.4. Стадии работы усилителя давления

здесь S_n – площадь поршня, S_u – площадь штока;

P_n – требуемое давление воды в полости поршня

$$P_n = \frac{\lambda \cdot \rho \cdot l \cdot V_{ст}^2}{2d_{соп}} \quad (6)$$

где $\lambda = 64/Re$ – коэффициент Дарси для круглой трубы, Re – число Рейнольдса, $d_{соп}$, l – соответственно диаметр и длина канала сопла.

Расход воды, протекающий через полость поршня

$$Q_n = K \cdot Q_c. \quad (7)$$

Количество истечения жидкости через сечение сопла

$$Q_c = V_{ст} \cdot S_c = \frac{V_{ст} \cdot \pi \cdot d_{соп}^2}{4} \quad (8)$$

Мощность необходимая для перемещения поршня

$$N_n = P_n \cdot Q_n = P_u \cdot Q_c. \quad (9)$$

Использованная литература

1. Алимов О.Д., Мамасаидов М.Т. К прогнозу развития камнедобывающей техники. – Фрунзе: «Илим», 1989.
2. Обоснование создание водоструйной резки. Отчет №196. – Б.; Иماش НАН КР, 2001.
3. Техника и технология для добычи, обработки и переработки природных камней и других материалов / Отчет. Иماش НАН КР. – Бишкек, 2004.
4. Усубалиев Ж., Эликбаев К.Т. и др. Обоснование параметров струи воды для обработки материалов различной твердости / Сб. тр. Машиноведение. – Вып. 4., – Б.: Илим. 2004.
5. Усубалиев Ж., Эликбаев К.Т. и др. «Гидравлический усилитель давления» //Патент № 1177 KG C1 29.08.2009.