

6. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья, продовольствия на 2013-2020 годы, утверждена постановлением Правительства от 14 июля 2012 года № 717.
7. Ткачев А.Н. Урожай-2016 в цифрах и фактах. Информационное агентство ТАСС [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tass.ru/ekonomika/3781343> (дата обращения 21.03.2018)
8. Способы хранения зерна. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.biohim.com.ru/articles/sposoby-khranjenija-zjerna/> (дата обращения 21.03.2018).
9. Землянка К. Посевной комплекс конкорд. [Электронный ресурс]. URL: <http://miragro.com/pos-evnoi-kompleks-konkord.html> (дата обращения 22.03.2018).
10. Алехин И. Кузбасская агрореволюция. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kuzbass85.ru/2012/05/23/k-uzbasskaya-agrorevolyutsiya/> (дата обращения 24.03.2018)
11. Об обеспечении сельскохозяйственных товаропроизводителей техникой. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Департамент растениеводства, механизации, химизации и защиты растений [Электронный ресурс]. URL: <http://www.media.rspp.ru/document/1/f/2/f28b3bc257cafeb9ca24aa47624b2916.pptx> (дата обращения 22.03.2018).
12. Федеральный закон от 9 июля 2002 г. № 83-ФЗ «О финансовом оздоровлении сельскохозяйственных товаропроизводителей».
13. Балабанов В.И., Димитров Д.М., Сабиров И.Х. Разработка агротехнологического роботизированного комплекса //Инновации в сельском хозяйстве. 2017. № 1. С. - 107-110.
14. Иноземцев Г.Б. Проблемы и перспективы практического применения электромагнитной энергии в процессах ускорения развития растительных объектов //Инновации в сельском хозяйстве. 2016. - № 3 (18). – С. 13-17.
15. Горпинченко К.Н. Коммерциализация и трансфер инноваций в зерновом производстве //Научный журнал КубГАУ. 2014. - № 101 (07). – С. 1598-1611.

## ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ГИДРОИМПУЛЬСНОГО МЕХАНИЗМА

*О.И. Богданов, аспирант, Е.Н. Пашков, к.т.н., зав. кафедры ТПМ  
Томский политехнический университет  
634050, г. Томск пр. Ленина 30, тел. (3822)-12-34-56  
E-mail: ru.oleg.tom@gmail.com*

Представлена модель гидроимпульсного механизма бурильных машин с двумя колебательными контурами. Описана реальная установка, собираемая на кафедре ТПМ с компонентами, используемыми при сборке. Представлена математическая модель гидроимпульсного механизма с его оптимальными параметрами. Определены проблемы возникшие в процессе проектирования и сборки модели, а также пути их решения.

A model of the hydraulic mechanism of drilling machines with two oscillatory circuits is presented. A real installation, assembled at the TPM department with components used in the assembly, is described. A mathematical model of the hydroimpulse mechanism with its optimal parameters is presented. The problems encountered in the design and assembly of the model, as well as the ways to solve them, are identified.

В настоящее время при разработке месторождений полезных ископаемых, в строительстве, для бурения шпуров и скважин в горных породах, для разрушения каменных и бетонных блоков, твердых покрытий, забивки свай и труб широкое применение находят буровые машины ударно-вращательного действия. Перспективным направлением развития таких машин является их создание на основе безбойкового гидроимпульсного механизма.

В Томском Политехническом Университете в 1976 году под руководством О.Д. Алимова и В.Ф. Горбунова, Л.А. Саруевым, П.Я. Крауиньшом и другими был создан опытный образец безбойкового гидроимпульсного механизма для разрушения массива горных пород. Но по ряду причин, во многом организационных и не связанных с его технической сущностью, он не был доведен до конца. Однако идеи, заложенные в его конструкцию, не потеряли своей актуальности, и могут являться основой для дальнейшего развития этого перспективного направления. Так на сегодняшний день с целью проведения ряда научных экспериментов появилась необходимость создать максимально приближенную к реальному (промышленному) опытную модель гидроимпульсного механизма. Конструированием и сборкой занимаются студенты, аспиранты и научно-преподавательский коллектив

кафедры теоретической и прикладной механики ТПУ. Зиякаев Г. Р., Пашков Е. Н. и Новосельцевой М. В. в трудах [1,2,3] была рассчитана математическая модель гидроимпульсного механизма, использованы метод моделирования динамических процессов, метод планирования экспериментов и обработки результатов, а также использованы классические положения теоретической механики и гидромеханики. Рассчитано что эффективная работа гидроимпульсного механизма в качестве буровой головки достигается при граничных значениях параметров в следующих пределах: сила поджатия от 10 до 17 кН; жесткость пружины поджатия от 40 до 60 кН/м; инерционная масса от 20 до 50 кг [3]. После создания реальной модели планируется испытать его используя эти данные и сравнить результат с математическим. В системе будут доступны к изменениям следующие параметры гидроимпульсного механизма: жесткость пружины, сила поджатия, активная масса. Благодаря этим переменным будет возможно подобрать иные значения параметров для получения идеальных импульсов и конечного усилия на породоразрушающий инструмент. За основу будущего чертежа была взята схема с использованием металлической пружины как наиболее доступная.

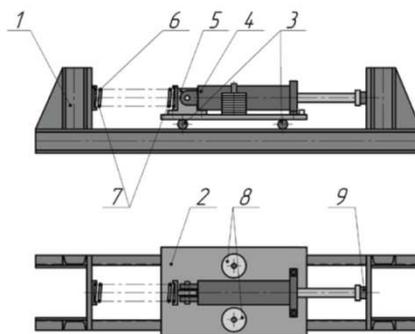


Рис. 1. Схема механической части экспериментального стенда: 1 – рама; 2 – подвижное основание; 3 – ролики; 4 – гидроцилиндр; 5 – стойка; 6 – пружина; 7 – стаканы; 8 – грузы; 9 – измеритель силы.

Основными составляющими компонентами для сборки модели являются жесткая рама, гидроцилиндр, рукав высокого давления, гидропульсатор, пружины, датчики, фитинговые соединения, винтовая пара. Материальная база, а также ресурсы кафедры ТПМ позволили обойтись минимальными затратами на недостающие компоненты. Были использованы имеющиеся на кафедре трехплунжерный буровой насос в качестве гидропульсатора вынужденных колебаний, металлический шкаф путем доработки использовался в качестве рамы, винтовая пара была взята с разобранной машины по испытанию на растяжение-сжатие. Прочие металлические конструкции уголки, швеллера, пластины были использованы для укрепления, фиксации и создания направляющих. Саруевым Л.А. на экспериментальной модели 1976 года было определено образующееся давление в гидроцилиндре равное около 200 атм. Исходя из этого положения было принято решение приобрести гидроцилиндр МС100/50х250-3.72 с максимально отвечающими необходимым параметрами.

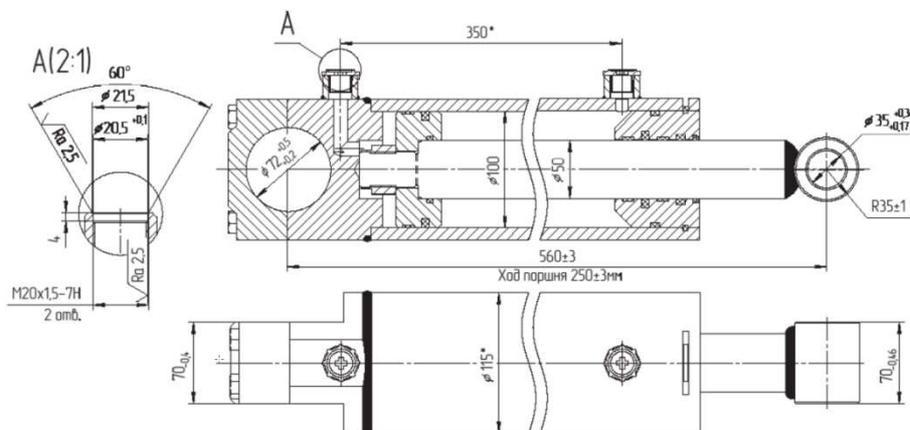


Рис. 2. Гидроцилиндр МС100/50х250-3.72 производства «Гидросила». Диаметр поршня: 100 мм, максимальное давление: 20 Мпа.

Также были закуплены или изготовлены необходимые фитинговые соединения и рукав высокого давления  $l=1.5$  м,  $P_{\max}=200$  атм. Кроме того, для фиксации импульса жидкости в системе и силы действующей на породу стали необходимы к приобретению соответствующие датчики.

В процессе сборки модели выявлены две основные проблемы: герметичность жидкостного контура и жесткость системы в целом. В качестве рабочей жидкости в гидросистеме используется специальное масло. Так как импульс величина очень маленьких и коротких перемещений поршня, то для его создания необходима система, исключая потери на различные погрешности конструкции. Одной из таких преград для полноценной работы гидроимпульсного механизма это полное отсутствие воздуха в жидкостном контуре. Так как контур абсолютно замкнутый, сложностью является заполнение контура жидкостью с полным вытеснением воздушных пробок, пузырьков из каждого элемента гидроконтура. Чтобы этого добиться был сделан тройник с пробкой для удаления воздуха из шланга и полости гидропульсатора и тройник подсоединенный непосредственно к гидроцилиндру для вытеснения воздуха из него.

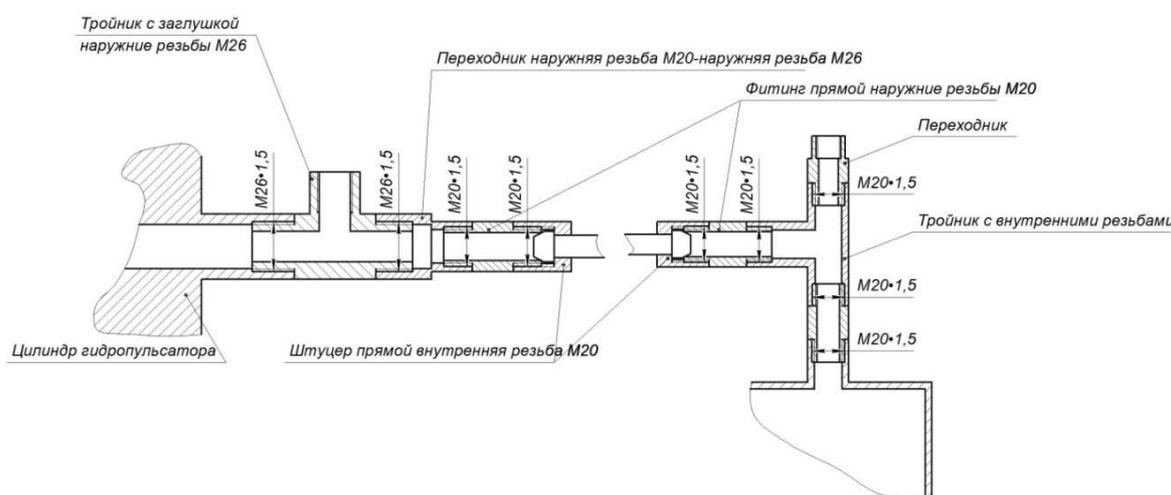


Рис. 3. Гидравлическая сборка соединений

Контур заполняется с минимально возможным расходом до края верхнего штуцера, затем путем давления на шток вытесняется лишнее масло вместе с воздушными пробками через открытые пробки. Шток вдавливается до расстояния 10 мм между поршнем и стенкой гидроцилиндра. При создании предварительного давления в системе путем поджатия штока гидроцилиндра и пульсатора стали проявляться негерметичности резьбовых соединений, а также манжет гидропульсатора. Появилась необходимость поменять некоторые фитинги на более высокосерийные с использованием жидких герметиков. Данные решения помогли исправить проблему при предварительном давлении, дальнейшее увеличение давления пока не проводилось по некоторым причинам, что возможно покажет не совершенство герметичности жидкостного контура. Влияние жесткости установки также играет большую роль на итоговый импульс. В рабочем и предпусковом состоянии гидроцилиндр, пружина и плита как имитация породы, находятся под напряжением. Гидроцилиндр под действием сжатой пружины с одной стороны и незакрепленного конца штока с другой старается развернуться и освободиться от действующего напряжения. Таким образом импульсы жидкости, передающиеся на шток не будут полностью передаваться на плиту (породу). Чтобы исключить такие потери необходимо добиваться высокой точности в элементах фиксации гидроцилиндра и его направляющих. Направляющие, на которых жестко закреплен гидроцилиндр должны давать только одну степень свободы гидроцилиндру, это движение вдоль оси гидроцилиндра. Направляющие были изготовлены из уголков и швеллера, что позволило добиться удовлетворяющей фиксации.

Силами сотрудников кафедры ТПМ с использованием сварки, резки, сверления в данный момент собирается все воедино и испытывается. Конечный результат позволит проводить различные опыты, подбирать оптимальные параметры и усовершенствовать механизм.

Список литературы

1. Пашков, Е. Н., Саруев Л. А., Зиякаев Г. Р. Математическое моделирование гидроимпульсного механизма бурильных машин // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – № 5 – с. 26–31.
2. Pashkov, E. N., Ziyakaev G. R., Tsygankova M. V. Differential equations of processes for the hydropuls power mechanism of drill machines // Applied Mechanics and Materials. – 2013 – Vol. 379. – p. 91–94 [6765–2013].
3. Саруев Л. А., Зиякаев Г. Р., Пашков Е. Н. Математическое моделирование гидроимпульсного механизма бурильных машин // Перспективы развития горнотранспортного оборудования: П26 Сборник статей. Отдельный выпуск Горного информационно-аналитического бюллетеня (научно-технического журнала) – М.: издательство “Горная книга”. – 2011. – № ОВ5. – 344 с.
4. Пашков Е. Н., Зиякаев Г. Р., Кузнецов И. В. Дифференциальные уравнения процессов гидроимпульсного силового механизма бурильных машин / Пашков Е. Н., Зиякаев Г. Р., Кузнецов И. В. // Приволжский научный вестник. – 2013. – № 4 (20). – С. 32–36.
5. Пашков Е. Н., Зиякаев Г. Р., Юровский П. Г., Пономарев А. В.. Патент на ПМ 133152 РФ. МПК7 E02D 7/10. Гидроимпульсная сваебойная машина / Оpubл. 10.10.2013 г.

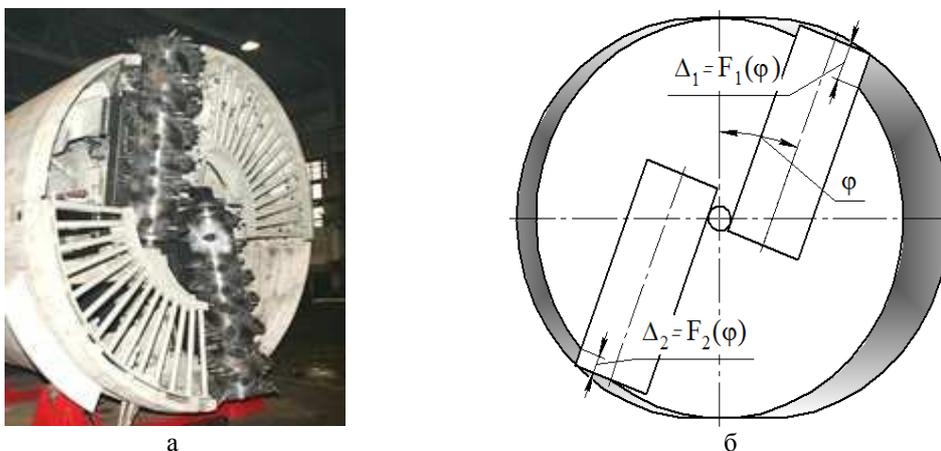
**РАЗРАБОТКА СИСТЕМ ДИСКРЕТНОГО ГИДРОПРИВОДА С ТОНКИМ ФОРМИРОВАНИЕМ ИМПУЛЬСОВ РАСХОДА**

*В.Ю. Бегляков, к.т.н., А.И. Изотова, студент, К.С. Асадчий, студент  
Юргинский технологический институт  
652057, Кемеровская область, ул. Ленинградская, 26, (38451) 777-67  
E-mail: [beglyakov@tpu.ru](mailto:beglyakov@tpu.ru)*

Приведен анализ существующих управляющих гидроаппаратов, обоснована необходимость разработки и производства нового класса гидроаппаратов дискретного действия, управляемых устройствами ЧПУ, дано описание конструкции и принципа работы дискретного регулятора расхода, приведены схематические решения систем дискретного управления гидроприводом

The analysis of the existing hydraulic control devices is given, the necessity of development and production of a new class of discrete-action hydraulic devices controlled by CNC devices is substantiated, a description of the design and operating principle of the discrete flow regulator is given, schematic solutions of discrete control systems of hydraulic drive are presented

Работа большинства технологических машин сводится к формированию сложных движения выходных звеньев рабочего оборудования в автоматическом режиме. Обычно движение по заданной траектории обеспечивается суммированием нескольких движений по конструктивно определенным координатам (рис. 1). Для этого необходимо иметь возможность изменять скорость по каждой координате от нуля до максимуму.



*Рис. 1. Исполнительный органа геохода  
а) общий вид, б) управление движением барабанов исполнительного органа в полярных координатах  $\Delta$  и  $\varphi$*