

УДК 622.28

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДОМКРАТА СЕКЦИИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ КРЕПИ С ЭФФЕКТОМ САМОТОРМОЖЕНИЯ

Дворников Леонид Трофимович ,

доктор технических наук, профессор, email: knyazev\_a.s@mail.ru

Князев Антон Сергеевич,

старший преподаватель , email: knyazev\_a.s@mail.ru

Сибирский государственный индустриальный университет 654007, Россия, Кемеровская область, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42

### Аннотация

Описывается проблема проседания поршня в гидродомкрате секции механизированной крепи. Предлагается использование гидродомкрата секции механизированной крепи с эффектом самоторможения. Механическое самоторможение обеспечивается при использовании специального узла – редуктора поступательного движения. Производится исследование кинематики и кинестатики механизма с самоторможением на примере клинового аналога.

**Ключевые слова:** гидродомкрат секции механизированной крепи, кинематика, кинестатика.

При проведении подземных горных работ для защиты от обрушения пород и управления горным давлением широко используются различные виды горной крепи от индивидуальной до передвижной. Основным элементом таких крепей является объемная гидравлическая или гидростатическая передача, обеспечивающая возвратно-поступательные относительные движения звеньев за счет гидростатического напора жидкости.

Управление таким гидродомкратом - движением поршня с его штоком осуществляется путем подачи жидкости в подпоршневую или в штоковую полости.

Особенно широкое применение в горном деле получили гидравлические домкраты [1], как приводы секций механизированных крепей горных очистных комбайнов, являющихся основным видом машин, применяемых при добыче угля в шахтах.

Гидродомкрат обладает рядом недостатков, основным из которых является неуправляемая возможность перетечки жидкости из штоковой полости в подпоршневую или наоборот, приводящей к самодвижению и оседанию крепи, т.е. к потере самой их функции удержания кровли.

Широко известны также винтовые домкратные устройства, в которых оказывается возможным управлять движением как входного, так и выходного звеньев в обоих направлениях [2]. При этом самодвижение выходного звена исключается за счет обратного самоторможения в винтовом механизме. Вполне возможным является объединение функций гидростатического и винтового механизмов, т.е. создания гидромеханического домкрата или гидромеханической распорной стойки.

При этом неизбежные различия в скоростях и

усилиях при прямом и обратном ходе гидростоек, обусловленные разностью площадей штоковой и

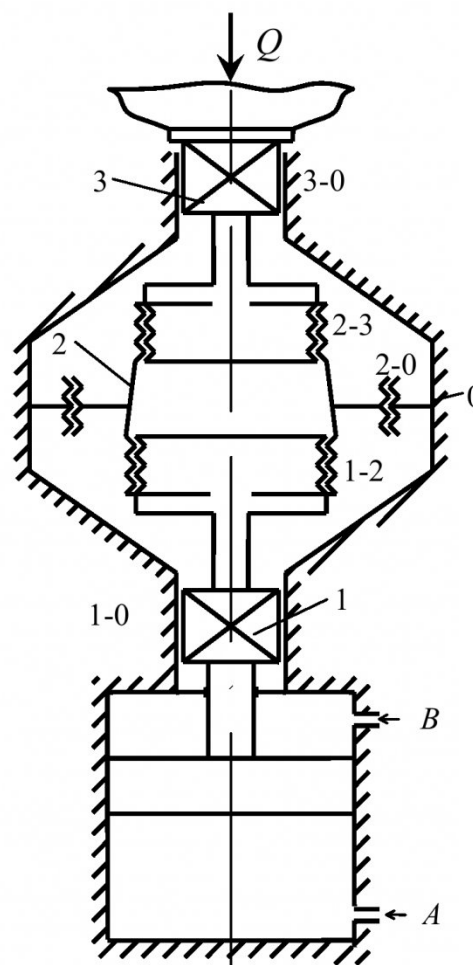


Рис. 1. Конструктивная схема гидромеханического домкрата

подпоршневой полостей, могут быть уменьшены или увеличены до необходимых за счет винтового механизма.

Механическое самоторможение может быть обеспечено в конструкции гидродомкрата в виде специального узла - редуктора поступательного

движения.

Одно из таких простейших технических решений [3] приведено на рис. 1 в виде гидромеханического домкрата, защищенного патентом РФ № 2329381 от 20.07.2008г.

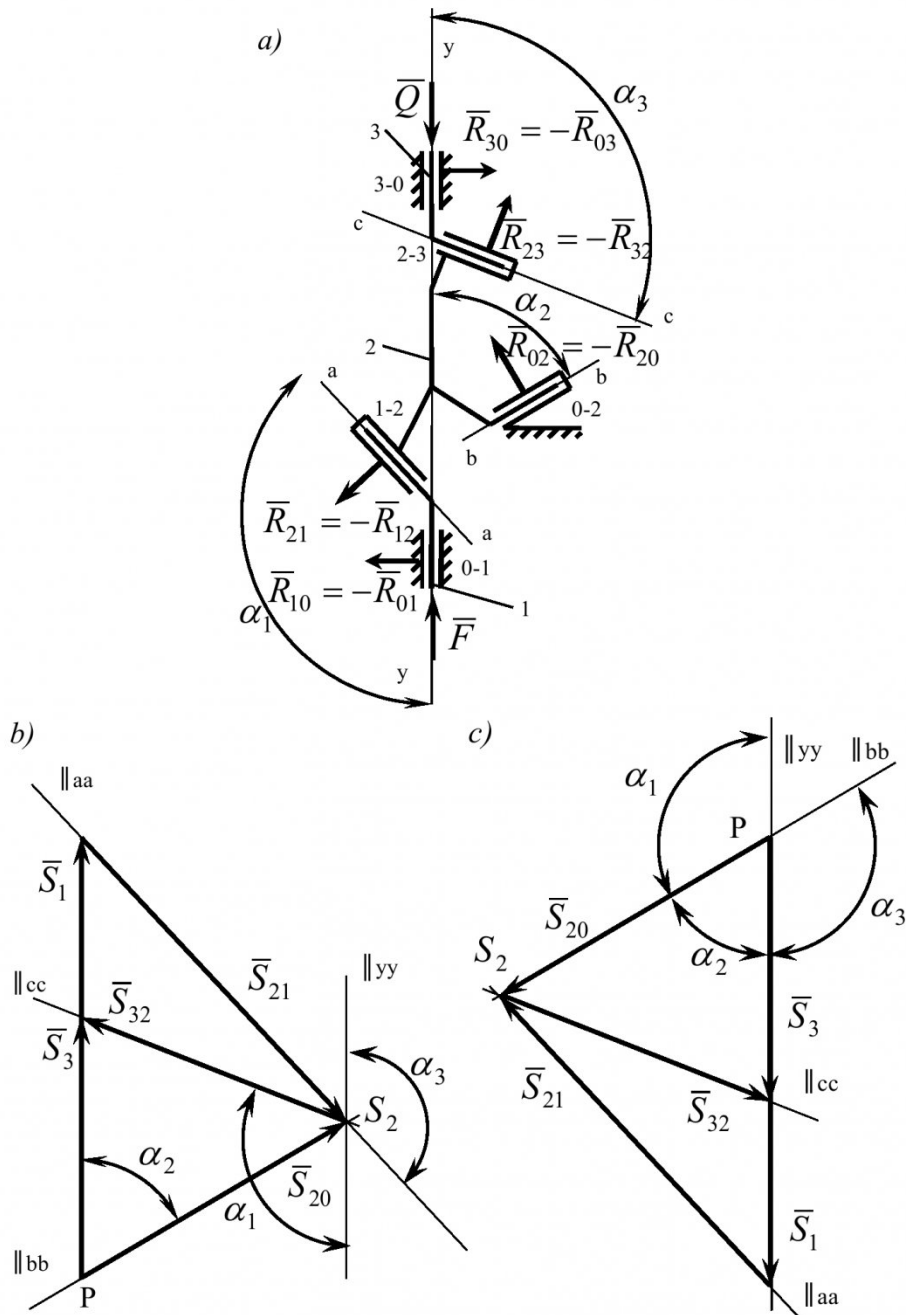


Рис. 2. Клиновой аналог и планы смещений звеньев гидромеханического домкрата

Структурно гидромеханический домкрат состоит из входного ползуна 1, жестко соединенного с поршнем гидродомкрата и его штоком, гайки 2 и выходного ползуна 3. За счет эффекта самоторможения в соединении гайки 2 со стойкой (кинематическое соединение 2-0) обратное движение (самодвижение) механизма под действием силы  $Q$

оказывается невозможным. Такое движение станет возможным лишь тогда, когда поршню со штоком 1 будет задано движение вниз.

Винтовой механизм гидромеханического домкрата, состоящий из звеньев 1, 2 и 3, можно показать в клиновом исполнении как клиновой аналог (рис. 2,а) в виде трех ползунов, смещаю-

щихся относительно друг друга и относительно неподвижной опоры. При подаче движения звену 1, звенья 2 и 3 получают вполне определенные управляемые движения.

С использованием клиновой схемы (рис. 2,а) возможно проведение полного кинематического и силового исследования гидромеханического домкрата. Задаваясь смещением входного звена  $S_1$ , по заданным углам относительных движений в парах 1-2, 0-2 и 3-2, может быть найдено смещение  $S_3$ . Возможно решение и обратной задачи, т.е. по заданным смещениям  $S_3$  и  $S_1$  находить необходимые углы наклона резьб. Последнее производится следующим образом: на плане смещений (рис. 2,б) из полюса  $P$  откладываются вектора потребных смещений  $S_1$  и  $S_3$  звеньев 1 и 3 и задается угол подъема резьбы самотормозящей пары 0-2, т.е. угол  $\alpha_2$ , под которым из полюса  $P$  проводится прямая  $PS_2$ . На этом луче может быть выбрана точка  $S_2$ , а направления, соединяющие точки  $S_1$  и  $S_2$ , а также  $S_3$  и  $S_2$  определяют необходимые углы наклона резьб в парах 1-2 и 3-2. Если же заранее задаться одним из углов  $\alpha_1$  или  $\alpha_3$  в парах 1-2 или 3-2, то по нему прежде определится положение точки  $S_2$ , а затем уже и угол  $\alpha_3$  или  $\alpha_1$ , соответственно.

Очевидно, что смещение и скорость звена 2 при заданном смещении звена 1  $S_1$  определится системой уравнений

$$\begin{cases} \bar{S}_2 = \bar{S}_1 + \bar{S}_{21}, & \bar{S}_{21} \parallel aa, \\ \bar{S}_2 = \bar{S}_0 + \bar{S}_{20}, & \bar{S}_{20} \parallel bb, \end{cases}$$

где  $\bar{S}_1, \bar{S}_2, \bar{S}_{20}, \bar{S}_{21}$  - абсолютные и относительные смещения звеньев.

По найденному смещению  $S_2$  смещение звена 3 также опишется системой уравнений

$$\begin{cases} \bar{S}_3 = \bar{S}_2 + \bar{S}_{32}, & \bar{S}_{32} \parallel cc, \\ \bar{S}_3 = \bar{S}_{02} + \bar{S}_{302}, & \bar{S}_{302} \parallel yy. \end{cases}$$

где  $\bar{S}_3, \bar{S}_{32}, \bar{S}_{302}$  - абсолютное и относительное смещения звена 3.

Графические решения этих систем уравнений показаны на рис. 2,б - при движении звена 1 вверх и на рис. 2,с - при движении звена 1 вниз.

Передаточное отношение, гидромеханического домкрата определится, как  $u_{13} = S_1/S_3$ . Отсчет углов относительных движений звеньев проводится единообразно, т.е. от вертикали против часовой стрелки к направлению движения, что позволяет производить аналитическую запись движений и тем самым учитывать истинные направления смещений.

Столь же вполне определенно может быть решена и задача силового исследования гидромеханического домкрата.

Прежде всего, рассмотрим звено 3 (рис. 1), к которому приложена действующая сила  $Q$ . Силовое решение этого звена определится уравнением

$$\bar{Q} + \bar{R}_{03} + \bar{R}_{23} = 0.$$

Направления всех этих сил известны, они перпендикулярны направлениям относительных смещений звеньев в парах 0-3 и 2-3. На этом основании, проводя соответствующие направления из начала и конца вектора приложенной силы  $Q$  (рис. 3), можно найти  $\bar{R}_{03}$  и  $\bar{R}_{23}$ .

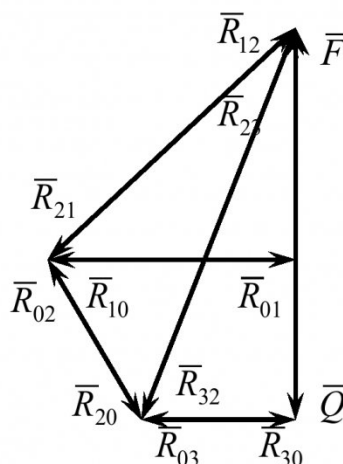


Рис. 3. План сил механизма

Далее может быть составлено уравнение равновесия звена 2 как  $\bar{R}_{32} + \bar{R}_{02} + \bar{R}_{12} = 0$ . По известному углу  $\alpha_1$  или  $\alpha_3$  это уравнение решается от найденной реакции  $\bar{R}_{23}$ . При этом необходимо иметь в виду, что реакция  $\bar{R}_{32} = -\bar{R}_{23}$ . Чтобы далее найти необходимую для придания движения всему механизму силы  $\bar{F}$ , - достаточно составить уравнение равновесия звена 1  $\bar{R}_{21} + \bar{R}_{01} + \bar{F} = 0$ , где  $\bar{R}_{21} = -\bar{R}_{12}$ , из которого вполне однозначно определится уравновешивающая сила  $\bar{F}$ .

Решение задачи может быть уточнено учетом сил трения в винтовых парах. Для этого по полученным реакциям с учетом реальных коэффициентов трения  $f$  по зависимости  $F_{TP} = R \cdot f$  можно найти силы трения и приложить их как действующие силы сопротивления.

Описанная и исследованная конструкция гидромеханического домкрата может найти применение не только в горном деле, но и в строительстве и при выполнении самых различных монтажных работ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Коровкин, Ю.А* Теория и практика длиннолавных систем / Коровкин Ю.А., Савченко П.Ф.. – М.: Изд-во «Горное дело» ООО «Коммерийский центр», 2012 - 808с.
2. *Балабышко, А.М.* Гидропривод механизированных крепей: Учеб. Пособие. / Балабышко А.М., Ружицкий В.П., Первов К.М.. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2002. – 138 с.
3. Патент №2329381 Гидродомкрат секции механизированной крепи / Дворников Л.Т., Баклушин Д.С., Князев А.С. (РФ) – приоритет от 22.01.2007, опубл. 20.07.2008, Бюл. №20.

*Поступило в редакцию 06.05.2015*

## THE STUDY OF A HYDROJACK OF THE SECTION MECHANIZED FIX WITH EFFECT OF SELF-RETARDATION

**Dvornikov Leonid T.,**

D.Sc. (Engineering), Professor, e-mail: knyazev\_a.s@mail.ru

**Knyazev Anton S.,**

senior lecturer, email: knyazev\_a.s@mail.ru

Siberian State industrial University. 42 street Kirov, Novokuznetsk, Kemerovo region, 653033, Russian Federation

### **Abstract**

*The bucket flash problem in a hydrojack of the section of powered support is described. Use of a hydrojack of the section of powered support is offered with effect of self-retardation. Mechanical self-retardation is provided when using special knot – a progress reducer. The study of kinematics and a kinetostatiks of the gear with self-retardation on the example of maple analog is made.*

**Keywords:** hydro jack section powered roof support, kinematics, kinetostatiks.

### REFERANCES

1. *Korovkin, Ju.A* Teorija i praktika dlinnolavnyh sistem / Ju.A. Korovkin, P.F. Savchenko. – М.: Izd-vo «Gornoe delo» ООО «Kommerijskij centr», 2012 808s.
2. *Balabyshko, A.M.* Gidroprivod mehanizirovannyh krepej: Ucheb. Posobie. / A.M. Balabyshko, V.P. Ruzhickij, K.M. Pervov. – М.: Izdatel'stvo Moskovskogo gosudarstvennogo gornogo universiteta, 2002. – 138 s.
3. Патент №2329381 Gidrodomkrat sekcii mehanizirovannoj krepj / Dvornikov L.T., Baklushin D.S., Knjazev A.S. (RF) – prioritet ot 22.01.2007, opubl. 20.07.2008, Bjul. №20.

*Received 06.05.2015*