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 кинетостатики механизма с самоторможением на примере клинового аналога.

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

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

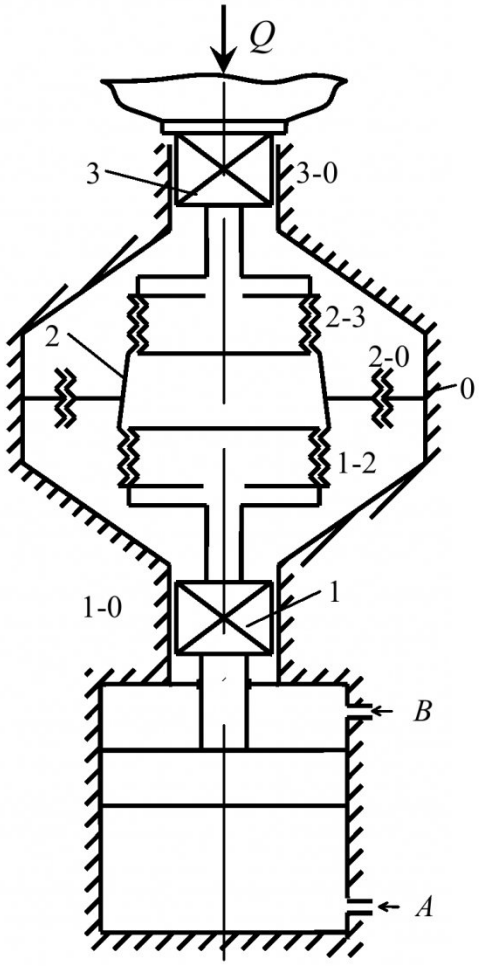

Рис. 1. Конструктивная схема гидромеханического домкрата

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.

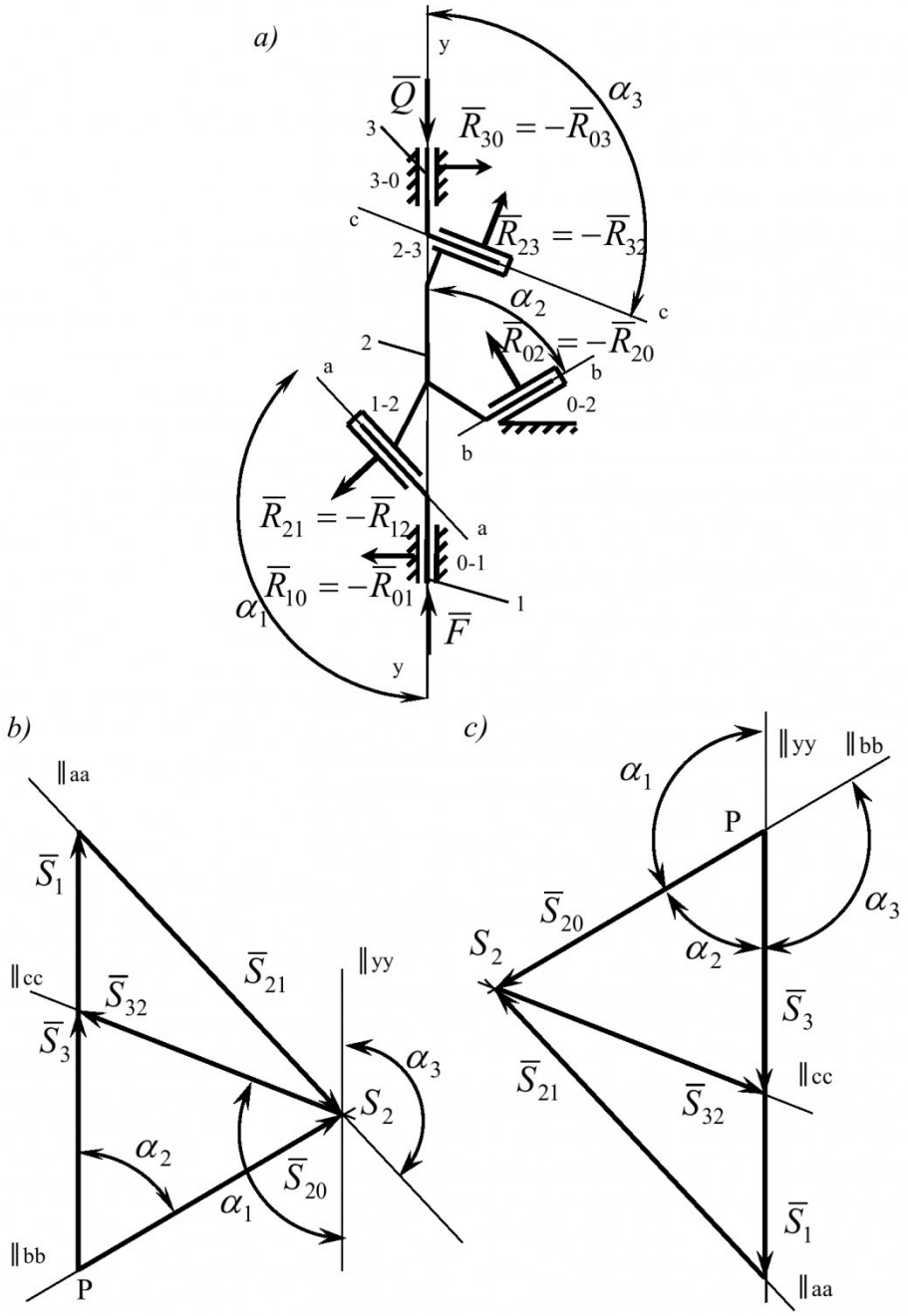

Рис. 2. Клиновой аналог и планы смещений звеньев гидромеханического домкрата

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,*a*) 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,*a*) 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,*b*) 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 α_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 определят необходимые углы наклона резьб в парах 1-2 и 3-2. Если же заранее задаться одним из углов α_1 или α_3 в парах 1-2 или 3-2, то по нему прежде определится положение точки S_2, а затем уже и угол α_3 или α_1, соответственно.

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

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

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

По найденному смещению S_2 смещение звена 3 также опишется системой уравнений

$$\begin{cases} \overline{S}_3 = \overline{S}_2 + \overline{S}_{32}, & \overline{S}_{32} \| cc, \\ \overline{S}_3 = \overline{S}_{0_2} + \overline{S}_{30_2}, & \overline{S}_{30_2} \| yy. \end{cases}$$

где $\overline{S}_3$, $\overline{S}_{32}$, $\overline{S}_{30_2}$ - абсолютное и относительное смещения звена 3.

Графические решения этих систем уравнений показаны на рис. 2,*b* - при движении звена 1 вверх и на рис. 2,*c* - 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

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

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 и $\overline{R}_{03}$ и $\overline{R}_{23}$.

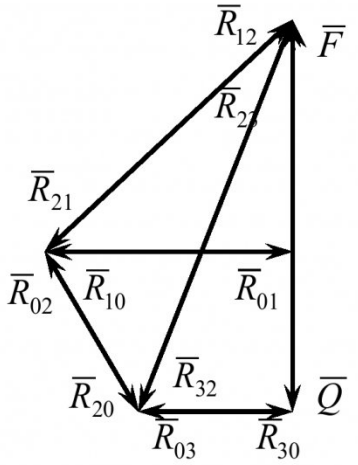

Рис. 3. План сил механизма

Далее может быть составлено уравнение равновесия звена 2 как $\overline{R}_{32} + \overline{R}_{02} + \overline{R}_{12} = 0$. По известному углу α_1 или α_3 это уравнение решается от найденной реакции $\overline{R}_{23}$. При этом необходимо иметь в виду, что реакция $\overline{R}_{32} = -\overline{R}_{23}$ Чтобы далее найти необходимую для придания движения всему механизму силы $\overline{F}$, - достаточно составить уравнение равновесия звена 1 $\overline{R}_{21} + \overline{R}_{01} + \overline{F} = 0$, где $\overline{R}_{21} = -\overline{R}_{12}$, из которого вполне однозначно определится уравновешивающая сила $\overline{F}$.

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, kinetostatics.*

REFERANCES

1. Korovkin, Ju.A Teorija i praktika dlinnolavnyh sistem / Ju.A. Korovkin, P.F. Savchenko. – M.: Izd-vo «Gornoe delo» OOO «Kommerijskij centr», 2012 808s.

2. Balabyshko, A.M. Gidroprivod mehanizirovannyh krepej: Ucheb. Posobie. / A.M. Balabyshko, V.P. Ruzhickij, K.M. Pervov. – M.: Izdatel'stvo Moskovskogo gosudarstvennogo gornogo universiteta, 2002. – 138 s.

3. Patent №2329381 Gidrodomkrat sekcii mehanizirovannoj krepi / 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