

## ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ШАХТНЫХ КРЕПЕЙ

*Синицын Г.М.<sup>1</sup>, Князев А.С.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II,  
Санкт-Петербург;*

<sup>2</sup>*Сибирский государственный индустриальный университет; Новокузнецк*

**Ключевые слова:** крепь, машиностроение, безопасность, винтовой редуктор, надежность оборудования.

**Аннотация.** Добыча полезных ископаемых – это сфера деятельности человека, связанная с риском для его жизни. С целью обезопасить нахождение человека под землей разрабатываются различные устройства, в том числе обеспечивающие прочность свода шахт. От их надежности зависит жизнь многих работников, потому их усовершенствование повышает безопасность нахождения человека под землей. В статье предлагается вариант оснащения гидростоек шахтной крепи редуктором поступательного движения.

## IMPROVING THE SAFETY OF MINE SUPPORT STRUCTURES

*Sinitsyn G.M.<sup>1</sup>, Knyzev A.S.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Saint-Petersburg Mining University of Empress Catherine II, Saint-Petersburg;*

<sup>2</sup>*Siberian state industrial university, Novokuznetsk*

**Keywords:** fasteners, mechanical engineering, safety, screw gearbox, reliability of equipment.

**Abstract.** Mining is a field of human activity associated with the risk to his life. In order to protect the presence of a person underground, various devices are being developed, including those that ensure the strength of the vault of mines. The lives of many workers depend on their reliability, because their improvement increases the safety of a person underground. The article suggests a variant of equipping the hydraulic struts of the shaft support with a forward motion reducer.

По мере развития машиностроения и других отраслей промышленности потребность в различных ресурсах так же возрастает. Добыча различных ресурсов при этом производится различными способами. Одним из таких способов является способ добычи в шахте. Несмотря на развитие технологий и создание автономных систем с целью устранить труд человека в опасной для жизни среде, полностью убрать человека из шахты на данный момент не представляется возможным, поэтому необходимо обеспечить должную безопасность нахождения человека под землей. Опасность нахождения под толщей земли для человека и оборудования представляется именно в самой толще земли. В процессе выработки порода разрушается и вынимается из шахты, и тем самым в толще образуются пустоты, а в земле образуется напряжение, вследствие которого свод выработки может проседать и разрушаться в зависимости от проводимых работ и характеристик самого пласта. Во избежание разрушения зоны выработки и вследствие снижения возможности разрушения оборудования и травм персонала свод укрепляется.

В зависимости от условий и характеристик породы, в которой образуется технологическая полость, технологии и способы укрепления сводов так же отличаются. Каждому случаю соответствует свое оборудование. В составе

выемочных механизированных комплексов роль такого оборудования выполняет механизированная крепь [1] (рис. 1), задача которой состоит в поддержании свода, механизации процесса крепления и управления сводом. Так же в зависимости от толщины слоя породы и его характеристик механизированные крепи различаются по типам, конструктивным особенностям и отдельным параметрам. Механизированные крепи используются обычно в составе систем однотипных или разнотипных, расставленных по длине рабочей зоны с определенным шагом.

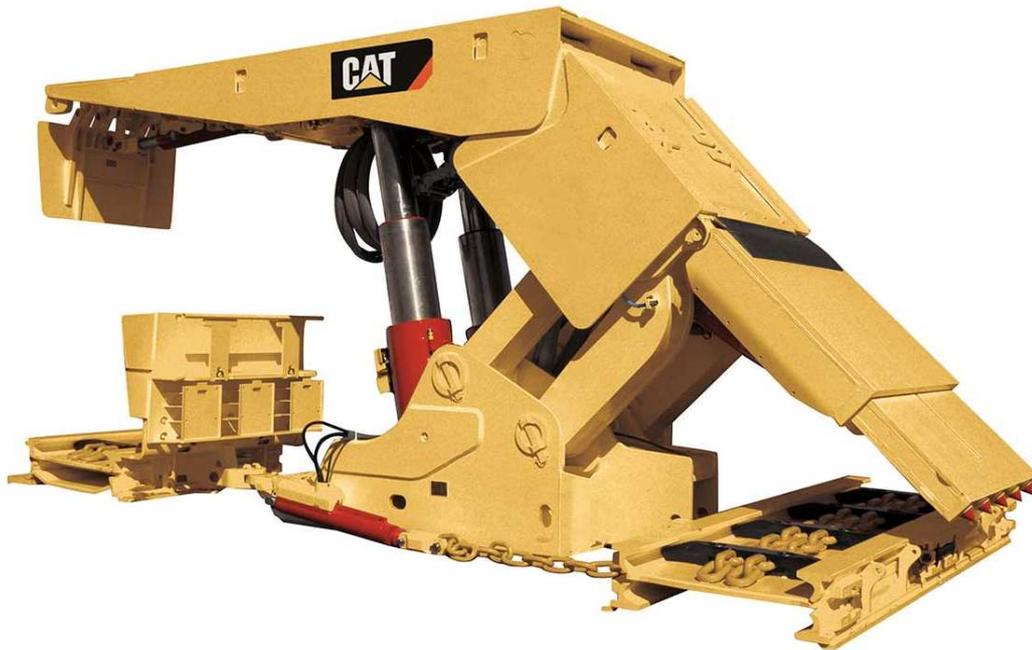


Рис. 1. Механизированная крепь

В зависимости от предназначения (табл. 1) крепи могут быть оградительными, задачей которых является сдерживание пластичных пластов от осыпания в рабочую зону со стороны стен забоя; поддерживающими – их задачей является поддержание мощности пласта от проседания; а так же варианты, сочетающие в себе как поддержание, так и ограждение: поддерживающе-оградительные и оградительно-поддерживающие.

Табл. 1. Типы механизированных крепей по способу взаимодействия с боковыми

Тип крепи			
Поддерживающая	Поддерживающе-оградительная	Оградительно-поддерживающая	Оградительная
<p style="text-align: center;"><math>L_n</math></p> <p style="text-align: center;"><math>L_{02}=0</math></p>	<p style="text-align: center;"><math>L_n</math>     <math>L_{02}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>L_n \geq L_{02}</math></p>	<p style="text-align: center;"><math>L_n</math>     <math>L_{02}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>L_n \leq L_{02}</math></p>	<p style="text-align: center;"><math>L_{02}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>L_n=0</math></p>

Давление, создаваемое мощностью пласта породы, в ходе работы компенсируется давлением механизированной крепи, создающимся в разном количестве, в зависимости от конструкции самой крепи, гидростоек. В зависимости от количества рядов таких стоек крепи разделяются на однорядные, двухрядные и трехрядные, а в зависимости от количества стоек в одном ряду – на одностоечные, рамные и кустовые. Количество стоек крепи влияет на воспринимаемое крепью давление, а так же на ее устойчивость.

Поскольку давление, оказываемое на крепь, передается исключительно на гидростойки, решающую роль в сохранении целостности пласта и, как следствие, оборудования и жизни персонала играет надежность и устойчивость гидростоек. В зависимости от характеристик породы, а так же самой крепи и рабочей жидкости в ней, рассчитываются просадки секций крепи, которые в совокупности с формой и конструктивными особенностями крепи, позволяют перераспределить точно возрастающую нагрузку с нагружаемой секции на соседние с целью уменьшить напряжение в пласте и повысить устойчивость каждой секции в ряду. Помимо технологических просадок, обусловленных стремлением привести в баланс горное давление, в конструкции механизированной крепи находятся гидравлические стойки, которые, несмотря на возможность выдерживать давление, обладают таким недостатком, как неконтролируемое протекание рабочей жидкости из поршневой полости в штоковую и обратно. Такое неконтролируемое движение жидкости может сказаться на давлении в поршневой полости стойки и стать причиной произвольного проседания самой стойки. Проседание стойки может вызвать неравномерность распределения нагрузки, оказываемое на разные сегменты цепи механизированных крепей, что, в свою очередь, может спровоцировать возникновение давления, превышающего критическое для данной породы и ее последующее разрушение. Несмотря на высокий риск и обусловленные риском требования по безопасности и качеству оборудования, нельзя исключать нарушение работы гидравлики и выход ее из строя. В случае такого происшествия крепь не сможет выполнять поставленную ей задачу, а персонал будет подвергнут риску, поскольку прочность породы может быть недостаточной, чтобы выдерживать собственное давление – произойдет обрушение.

В качестве предохранения в случае выхода из строя гидравлики или других происшествий возможно рассмотреть целесообразность внедрения в конструкцию механизированной крепи помимо обязательных гидростоек вспомогательного механического устройства, воспринимавшего бы нагрузку в случае необходимости.

Подобное конструктивное предложение было предложено и защищено патентом на изобретение в 2008 году [2] (рис. 2). Идея заключается в объединении устройств гидродомкрата и винтового редуктора с резьбой, обладающей эффектом самоторможения, в конструкции одной гидростойки [3]. Так, был предложен вариант ликвидации возможных проседаний гидростойки за счет комплексной работы гидравлики и механики в одном устройстве.

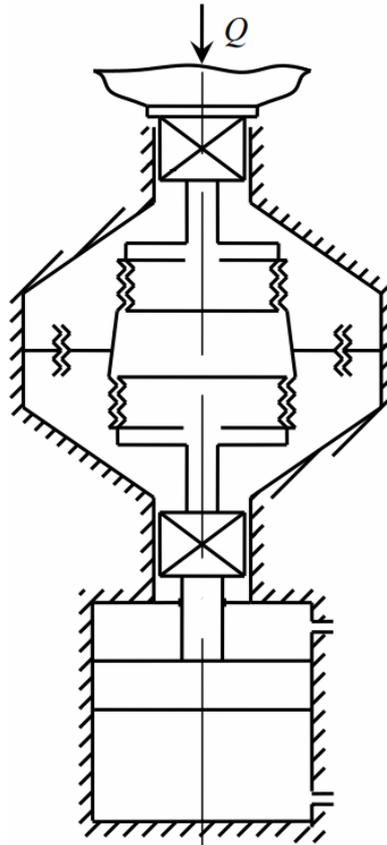


Рис. 2. Конструктивная схема гидравлического домкрата

В силу наличия недостатков устройства механизированной крепи, целесообразно внедрение предложенной ранее идеи по введению в конструкцию дополнительной винтовой пары с эффектом самоторможения с целью снижения рисков при работе под землей с повышением уровня безопасности.

#### Список литературы

1. Кантович Л.И., Гетопанов В.Н. Горные машины. – М.: Недра, 1989. – 304 с.
2. Патент №2329381 РФ. Гидродомкрат секции механизированной крепи / Дворников Л.Т., Баклушин Д.С., Князев А.С. – Заявка № 2007102447/03 от 22.01.2007.; опубл. 20.07.2008, Бюл. №20.
3. Дворников Л.Д, Князев А.С. Исследование гидродомкрата секции механизированной крепи с эффектом самоторможения // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2015. – №4(110). – С. 41-45.

#### Сведения об авторах:

*Синицын Георгий Михайлович* – студент;

*Князев Антон Сергеевич* – старший преподаватель кафедры механики и машиностроения.