



УДК 622.285:624.042.3

РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ДВОЙНОГО БЛОКА В ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ КРЕПИ

Давид Жургач, Рышард Дидерихс, Марчин Брзозка

ООО «Центр гидравлики DOH», Бытом, Польша

Аннотация.

Одним из основных элементов, обеспечивающих функциональность подземных горных работ, является механизированная крепь, параметры работы которой напрямую влияют на безопасность ведения работ.

В данной статье представлена новая конструкция двойного клапанного блока и его значение в результате потери несущей способности секции механизированной крепи, вызванной внутренней негерметичностью гидравлической стойки. Стендовые испытания двойного блока для негерметичности гидравлической стойки показали суть защиты поршневой полости, что повлияло на удержание стойки с необходимой несущей способностью.

В представленном моделировании негерметичности сравнивались эксплуатационные преимущества одинарного блока и нового технологического решения – двойного блока.

На основе принятых функциональных допущений и проведенных имитационных, стендовых и эксплуатационных испытаний была разработана новая конструкция двойного клапанного блока для поддержания несущей способности крепи в результате внутренней негерметичности стойки.

Основной задачей двойного блока является поддержание несущей способности стойки крепи и диагностика герметичности стойки. В корпусе блока находятся два управляемых обратных клапана, предназначенные для отсечения поршневой и штоковой полостей стойки. Кроме того, корпус блока имеет дополнительное гнездо А размером DN для подключения соответствующего предохранительного клапана, ограничивающего максимальное давление в стойке, и гнезда АМ и ВМ, предназначенные для подключения индикаторов давления или манометров.

Использование двойного гидравлического блока для поршневой полости в стойке, работающей только на подпор, позволяет диагностировать негерметичность поршня и, если это происходит, позволяет работать стойке с номинальной рабочей несущей способностью до тех пор, пока она не будет заменена.

Информация о статье

Принята 8 мая 2020 г.

Ключевые слова:

стендовые испытания,
несущая способность,
гидравлические системы,
механизированная крепь

THE ROLE AND RELEVANCE OF A DOUBLE BLOCK IN THE HYDRAULIC SYSTEM OF A POWERED ROOF SUPPORT

Dawid Szurgacz, Ryszard Diederichs, Marcin Brzózka

Centrum Hydrauliki DOH Sp. z o.o., Bytom, Poland



Abstract.

One of the main elements ensuring the functionality of underground mining operations is a powered roof support, the parameters of which directly affect the safety of work.

The article presents a new design of a double valve block and its significance in terms of the loss of support in a powered roof support section caused by internal leakage of a hydraulic leg. The tests of the double block for a leg with internal leakage proved that it is important to secure the space under the piston as such system allows to maintain the load-bearing capacity at required level.

The presented leakage simulation compares the benefits of a single block with the new double block.

The new construction of the double valve block was developed based on the assumptions of functionality, conducted simulation, stand and operational tests and is aimed at maintaining the load-bearing capacity of the roof support in the case of internal leakage of the leg.

The main function of the double block is to maintain the support of the leg and to diagnose the leakage. There are two controlled non-return valves in the body of the block designed to cut off the space under and above the piston. There are also an additional ports: an A port size DN in the block body for connecting a suitable overflow valve to limit the maximum pressure in the leg, and AM and BM ports for connecting pressure indicators or pressure gauges.

The use of the double hydraulic block for the space under the piston of the leg, which works only in compression, enables diagnostics of the leakage and, if it occurs, enables the leg to operate with nominal working support until it is replaced.

Article info

Received May 8, 2020

Keywords: stand tests, support, hydraulic system, powered roof support

Введение

Несущая способность механизированной крепи является самым важным техническим параметром, решающим о безопасности работы всего очистного комплекса, а также правильной совместной работы крепи с горным массивом [2, 3, 4, 9]. В настоящее время существует целый ряд конструктивных решений для механизированных крепей с различными значениями несущей способности [16]. Механизированная крепь влияет на управление кровлей, воздействуя соответствующей силой, называемой несущей способностью. В отдельных фазах цикла работы механизированной крепи в лаве существуют три типа несущей способности. Первая – это предварительная несущая способность крепи, которая следует из давления, возникающего в данный момент в сливной магистрали во время распора крепи. Вторая – это номинальная несущая способность, являющаяся максимальной несущей способностью, которая достигается механизированной крепью при статической нагрузке и зависит от давления открытия предохранительных клапанов в несущей гидравлике.

Третья несущая способность, которая в данный момент достигается механизированной крепью под воздействием нажима горной массы, называется рабочей несущей способностью, и ее значение находится между предварительной и номинальной несущими способностями.

Одним из основных элементов секций механизированных крепей являются гидравлические стойки, создающие необходимое сопротивление секции крепи на кровлю пласта, обеспечивая ее несущую способность для поддержания горной выработки. Важным фактором, влияющим на уменьшение результатов, вызванных динамическим воздействием горного массива на крепь, является правильный подбор и адаптация секции к условиям горного массива [14]. Общий вид секции механизированной крепи в выработке с указанием ее основных механических, гидравлических элементов и системой управления представлен на чертеже 1.

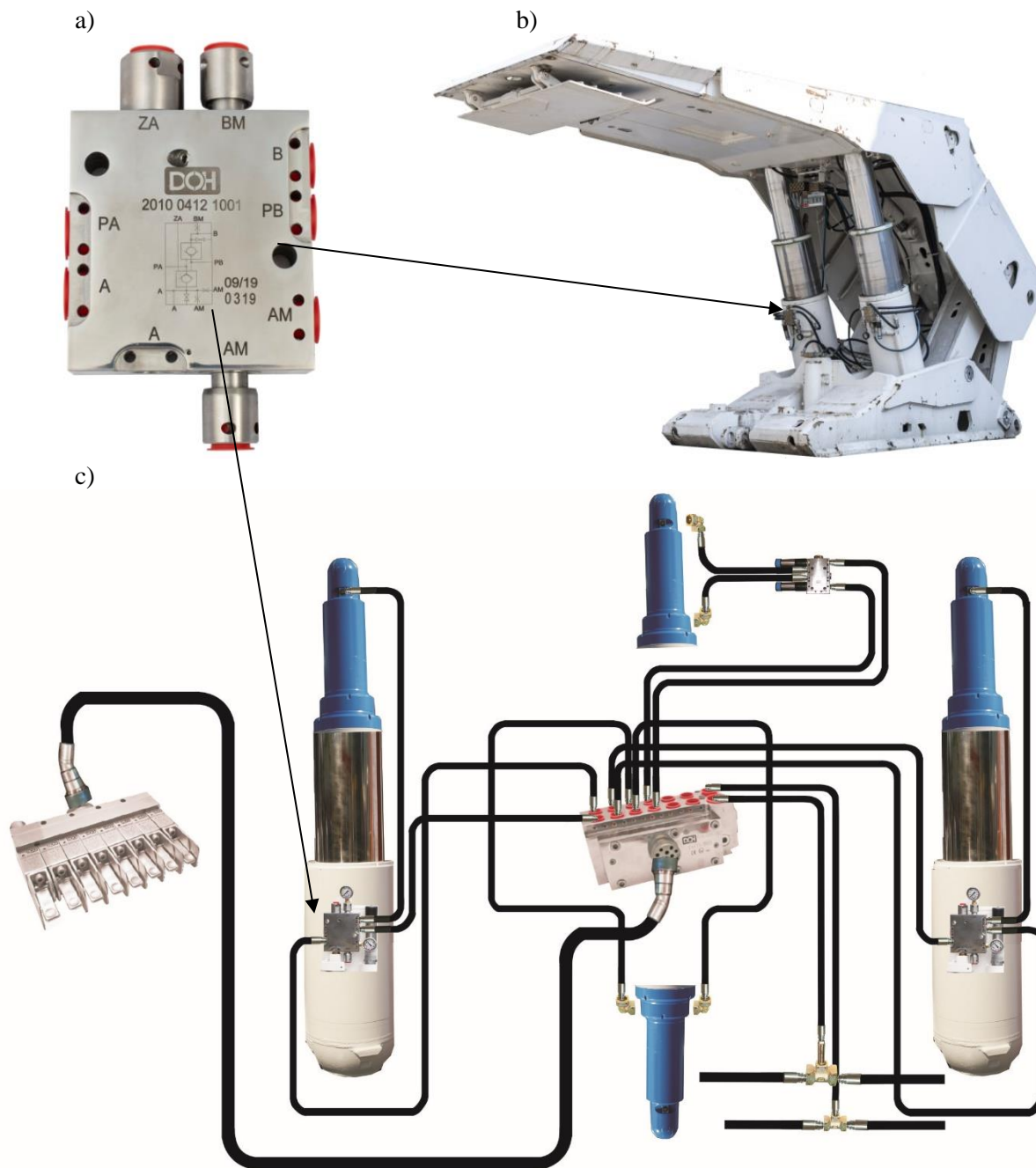


Рис. 1. Вид механизированной горной крепи (b) с двойным клапаным блоком (a), входящим в состав системы управления (c)

В несущей гидравлике главной задачей гидравлического блока является понижение давления гидравлической жидкости в стойках секции крепи до заданного максимального значения рабочего давления. После достижения правильного значения рабочего давления в стойках, задачей клапанных блоков является поддержание постоянного значения давления в полном диапазоне распора крепи. Это требование должно быть обязательно выполнено, даже в случае выдвижения поршня стойки под действием силы, возникающей в результате работы горного массива. Это означает, что конструкция клапанного блока должна позволять подачу рабочей жидкости сжатой в цилиндре стойки в сливную магистраль гидравлической системы или непосредственно в окружающую среду.

Значение давления открытия клапанного блока и значение давления его закрытия должны быть максимально приближены к значению рабочего давления. Значения этих давлений



непосредственно зависят от расхода рабочей жидкости через клапанные блоки, что практически означает, что они зависят от конструкции и размеров клапанных блоков. Неправильная эксплуатация клапанных блоков может уменьшить несущую способность крепи, а в крайних случаях полное исключение секции из работы в выработке. Таким образом, очевидно, что правильная конструкция и функционирование клапанных блоков отвечает за безопасность работы механизированной крепи.

Одним из первоочередных факторов, влияющих на параметр сопротивления секции крепи, является взаимодействие стойки с ее стоечным блоком в составе с предохранительным клапаном. Основной задачей стоечного блока является ограничение давления рабочей жидкости в стойках крепи до предполагаемого максимального значения рабочего давления. После достижения номинального значения давления в стойках, задачей клапанных блоков является поддержание постоянного значения давления в них во всем диапазоне распора секций крепи. Значение давления открытия клапанного блока и значение давления его закрытия должны быть максимально близки значению рабочего давления. Значения этих давлений напрямую зависят от протока рабочей жидкости через клапанные блоки. Неправильный подбор стоечных клапанных блоков может негативно повлиять на несущую способность крепи, а в ряде случаев и вовсе сделать работу секции в горной выработке невозможной. Таким образом, очевидно, что именно конструктивные особенности стоечных клапанных блоков определяют, насколько корректной и безопасной будет работа всего оборудования.



Рис. 2. Фазы распора гидравлической стойки для достижения требуемой несущей рабочей способности



Наиболее частой причиной потери рабочей несущей способности секции крепи является потеря номинального сопротивления стойки. Зачастую вызвано это внутренними перетоками, которые возникают между I и II ступенью стойки в случае повреждения ее уплотнений.

Для этого случая было разработано новое решение гидравлического блока, направленное на поддержание рабочей несущей способности гидравлической стойки. В настоящей статье описаны роль и значение двойного клапанного блока в гидравлической системе секции крепи. Фазы распора гидравлической стойки для достижения требуемой несущей рабочей способности показаны на рис. 2.

Анализ внутренней негерметичности стойки и мероприятия по обеспечению ее минимизации

При подземной добыче угля важнейшим устройством механизированного комплекса является крепь. Для того, чтобы горные выработки были безопасными для работающих здесь людей, крепь обязана быть надёжной и эффективной. Меняющиеся горно-геологические условия, в которых ведётся добыча, диктуют высокие требования к этому оборудованию, причем как правило, со спуском добычи на более низкие горизонты горно-геологические условия значительно ухудшаются. Поэтому производители и разработчики горношахтного оборудования ведут практически непрерывные исследования, чтобы создать решение, готовое к работе в условиях современных выработок. Принимая во внимание необходимость постоянного улучшения секции крепи и ее отдельных узлов и элементов, была разработана концепция нового гидравлического блока, чтобы минимизировать последствия негерметичности и поддерживать требуемую рабочую несущую способность.

Основным условием, определяющим надлежащий уровень безопасности рабочего места и безопасность процесса добычи в горных выработках, является распор секции механизированной крепи с требуемой предварительной несущей способностью, обеспечивающей поддержание непрерывности слоев кровли и соответствующее состояние напряжения в пласте и кровли выработки. В используемых в настоящее время очистных комплексах, все чаще оснащаемых системами диагностики несущей способности стойки, наиболее распространенной причиной возникновения несущей способности меньше требуемой является негерметичность стойки или несущей системы секции.

Основными подузлами секции, влияющими на ее рабочие параметры, являются гидравлические домкраты и вся система гидравлического питания и управления секцией. Механизированная крепь является гидравлическим устройством, питаемым высоким давлением, энергоносителем которого является водно-масляный концентрат. Распор секции механизированной крепи на требуемую высоту выработки и ее поддержание выполняется с помощью гидравлических стоек, которые образуют конструктивное соединение верхняка и основания. В связи с этим можно принять, что гидравлические стойки, как основные исполнительные элементы секции крепи, переносят внешние нагрузки, действующие на крепь. Вместе с тем, эти стойки наиболее часто подвергаются повреждениям и разрушениям из-за деформационного воздействия горного массива. Во избежание данной ситуации гидравлическая система питания стойки защищена предохранительным клапаном. Задачей предохранительного клапана является предотвращение повышения гидравлического давления в цилиндре стойки выше допустимого значения.

Возникновение негерметичности в гидравлической стойке приводит к тому, что стойка не достигает необходимой несущей способности, что, в свою очередь, может привести к повышенной конвергенции кровли и вызывать обрушение кровли или нарушение непрерывности слоев кровли перед грудью забоя, а затем трудности в эксплуатации.

Одной из причин негерметичности в стойках и гидравлической системе секции крепи являются частые и трудно прогнозируемые статические и динамические перегрузки стоек. Часте всего негерметичность небольшая, но с течением времени и очередных циклов работы секции увеличивается. Отсутствие системы контроля несущей способности секции приводит к тому, что с временем такая негерметичность может вызвать то, что секция перестанет переносить нагрузки



от горного массива.

Принимая во внимание значимость представленной проблемы, был разработан и испытан оригинальный клапанный блок, обнаруживающий негерметичность в стойке и защищающий его от последствий этой негерметичности. В статье представлена разработанная конструкция и предварительные результаты ее применения в стойках, подвернутых стендовым испытаниям. На рис. 2 представлено моделирование негерметичности для одинарного и двойного клапанных блоков.

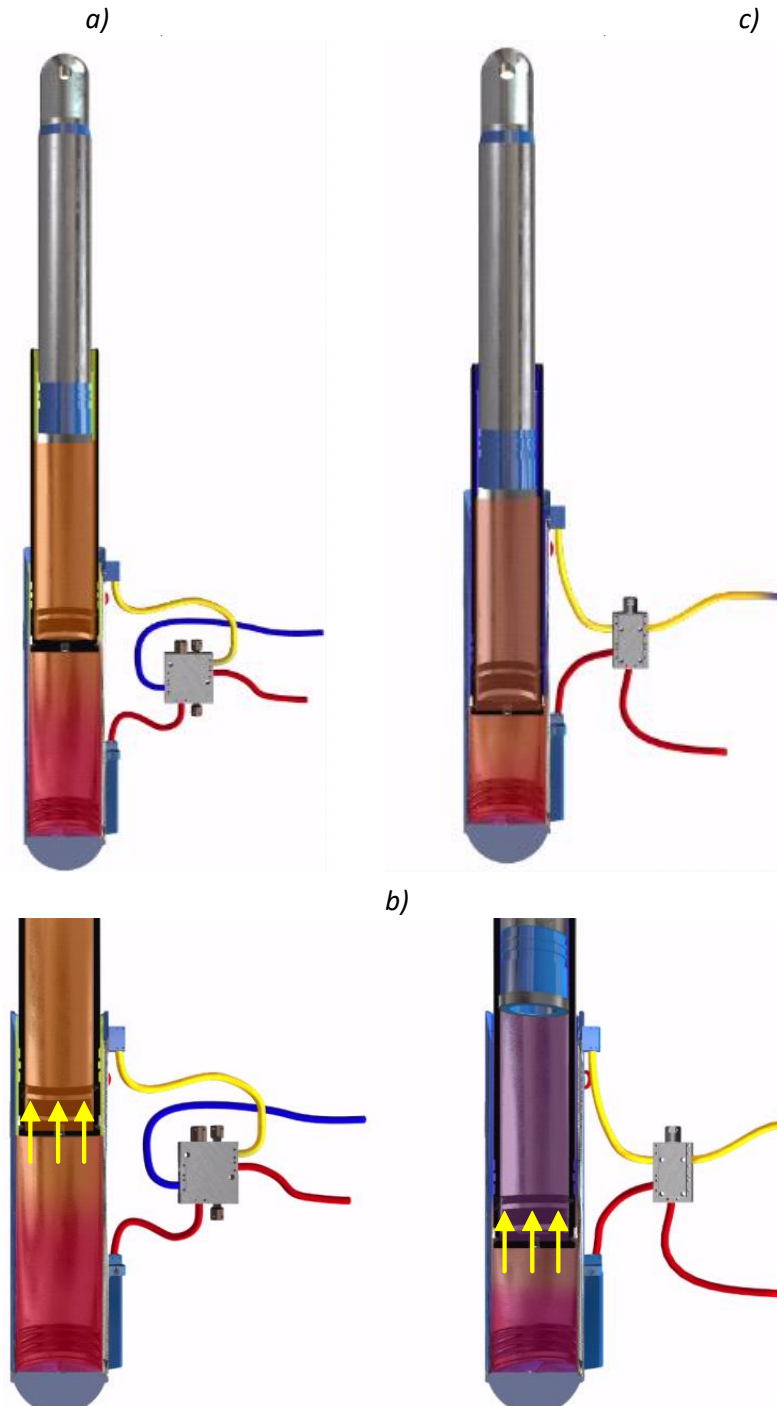


Рис. 3. Моделирование внутренней негерметичности стойки: а) двойной блок, с) одинарный блок, б) сравнение моделирования одинарного и двойного блоков

На рис. 2-b представлено сравнение моделирования негерметичности одинарного и двойного блоков: желтыми стрелками обозначена внутренняя негерметичность. На рис. 2-а указано обеспечение штоковой полости обратным клапаном двойного блока (соединение с помощью желтого шлангопровода). Рис. 2-с представляет анализ работы одинарного блока, конструкция которого обеспечивает только поршневую полость.

Таким образом, можно предположить, что основной целью в широком диапазоне проведенных испытаний была разработка гидравлического блока, который позволяет поддерживать устойчивость секции механизированной крепи во время работы и в отдельных фазах этой работы. Такой подход повышает эффективность производственного процесса и повышает безопасность труда.

Стендовые испытания

Проведенные стендовые испытания двойного блока для негерметичной стойки (рис. 3) должны были подтвердить принятые предположения для разработанного прототипа. Целью испытаний была оценка удержания несущей способности стойки проверяемым блоком вследствие внутренней негерметичности стойки. Проверка эффективности блока заключалась в распорке стойки в жесткой раме до момента достижения несущей рабочей способности, затем в опускании стойки при определенном давлении питания двойного клапанного блока до достижения негерметичности штоковой полости стойки. Испытываемая специально подготовленная стойка с внутренней негерметичностью с использованием двойного блока поддерживает давление, предотвращая потери несущей способности и устойчивости стойки. Зарегистрированные параметры показателей давления (рис. 4) показывают, что давление в поршневой полости достигает почти 50 МПа, в то время как зарегистрированное давление в штоковой полости достигает 20 МПа. Используемый двойной блок предотвратил падение давления, поддерживая несущую способность стойки. Благодаря использованию двойного блока стойки, она сохранила свою функциональность во время испытаний.

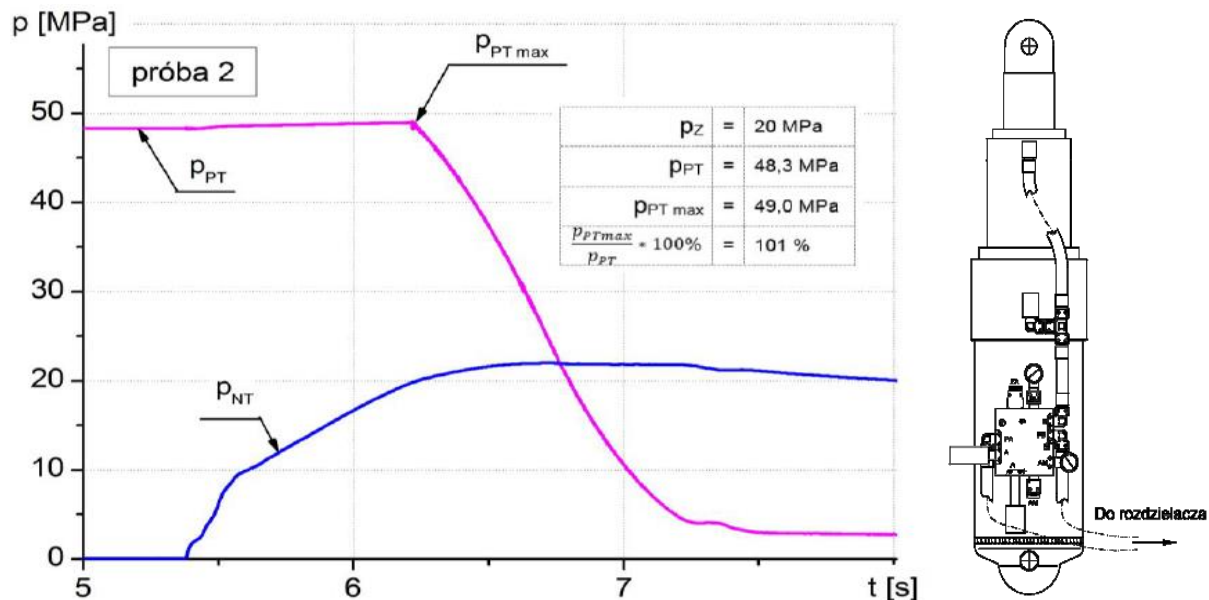


Рис. 4. Стендовые испытания функциональности двойного клапанного блока

Схема испытательного стенда показана на рисунке 5-а, а вид установленной на этом стенде гидравлической стойки на рисунке 5-б. Стойка, подвергнутая испытаниям, была должным образом подготовлена для того, чтобы можно было регистрировать параметры, необходимые для определения внутренней негерметичности. Подрыв заряда ВВ являлся источником динамической нагрузки. Основным элементом генератора является поршень, размещенный в



цилиндре со встроенной загрузочной камерой, в которой размещены взрывчатые вещества. В результате проведенных испытаний был получен ряд интересных результатов. На рисунках 4, 6 и 7 показано примерное течение процесса изменения давления в штоковой и поршневой полостях испытываемой стойки.

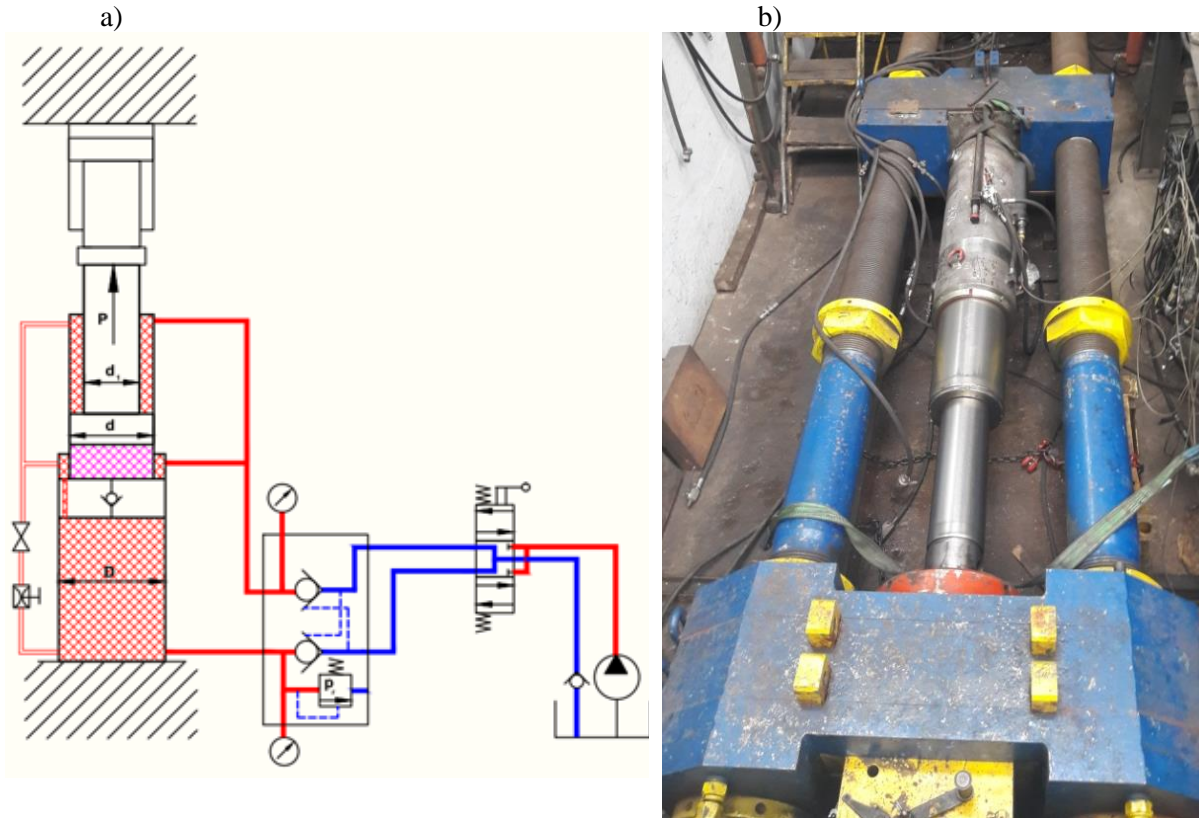


Рис. 5. Стендовые испытания: а) схема подключения системы, б) общий вид станции

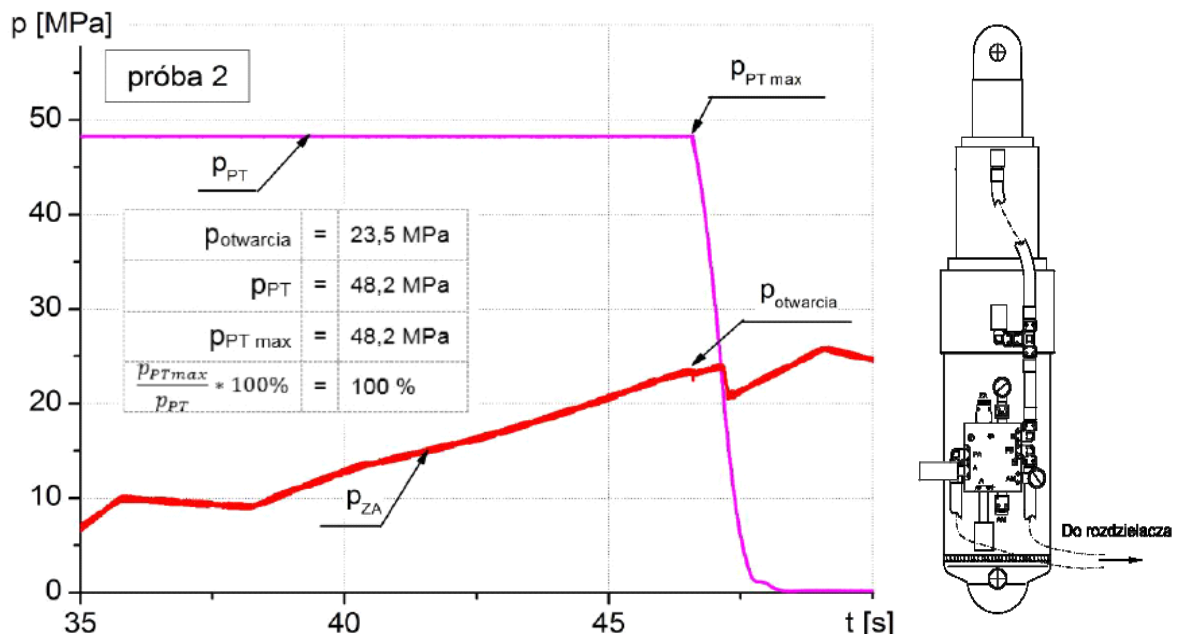


Рис. 6. Начало работы блока при минимальном давлении открытия через седло клапана стойки

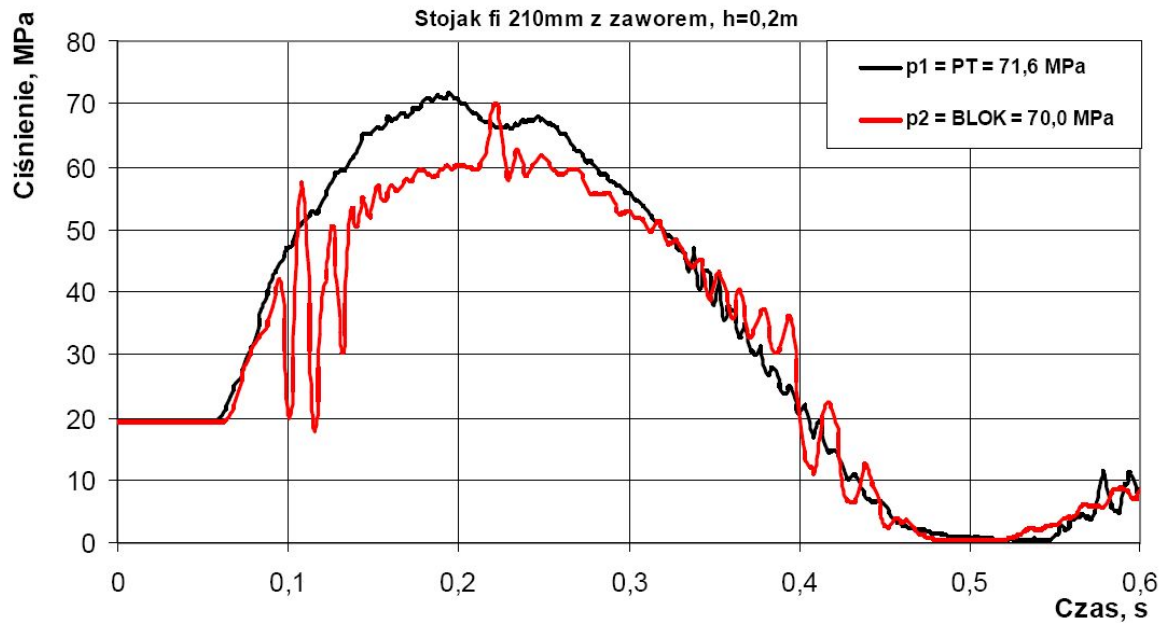


Рис. 7. Импульсное повышение давления во времени при испытании динамической перегрузки с переливным клапаном

Конструкционные предположения для двойного блока

Для того, чтобы разработать двойной блок, команда конструкторов проанализировала современное состояние уровня техники в данной области. Основываясь на собственном опыте работы, обзоре литературы [1, 5, 6, 7], исследовательских проблемах [8, 11, 12, 13, 15] и проблемах, возникающих на практике [11], были приняты следующие технические предположения:

- конструкция двойного блока предназначена для поддержания необходимого давления в поршневой и штоковой полостях;
- конструкция блока будет работать при максимальном давлении подачи до 35 МПа;
- максимальное значение рабочего давления при работе блока будет от 44 до 38 МПа;
- максимальный расход составит до 403 л/мин;
- в корпусе имеются два обратных клапана, отвечающих за отключение давления в поршневой и штоковой полостях стойки.

Корпус данного блока имеет форму параллелепипеда, с обеих сторон корпуса имеются отверстия для монтажа и демонтажа скоб для крепления соединений STECKO гидравлических шлангов. Внутри корпуса расположены отверстия для вкладышей обратных клапанов. Корпус двойного блока имеет соответствующее расположение подающих, приемных и вспомогательных отверстий, для обеспечения функциональности блока. Диаметры и расположение этих отверстий должны обеспечивать течение рабочей жидкости не только в правильном направлении, но и с наименьшими возможными потерями. На рис. 8 показан конструкционный вид двойного клапанного блока.

Конструкция и функции двойного клапанного блока

Двойной клапанный блок называется также стоечным клапанным блоком или не очень правильно – гидравлическим замком, по своей конструкции он состоит из двух отдельных гидравлических элементов, обратного клапана, управляемого давлением, для поршневой и штоковой полостей стойки. Оба элемента установлены в общем корпусе и связаны между собой соответствующими гидравлическими каналами. Кроме того, в корпусе двойного клапанного блока устанавливаются небольшие глицериновые манометры, использование которых позволяет измерять давление среды в поршневой и штоковой полостях стойки и, таким образом, оценивать нагрузку стойки по воздействию горного массива. На рисунке 8 показан общий вид блока.

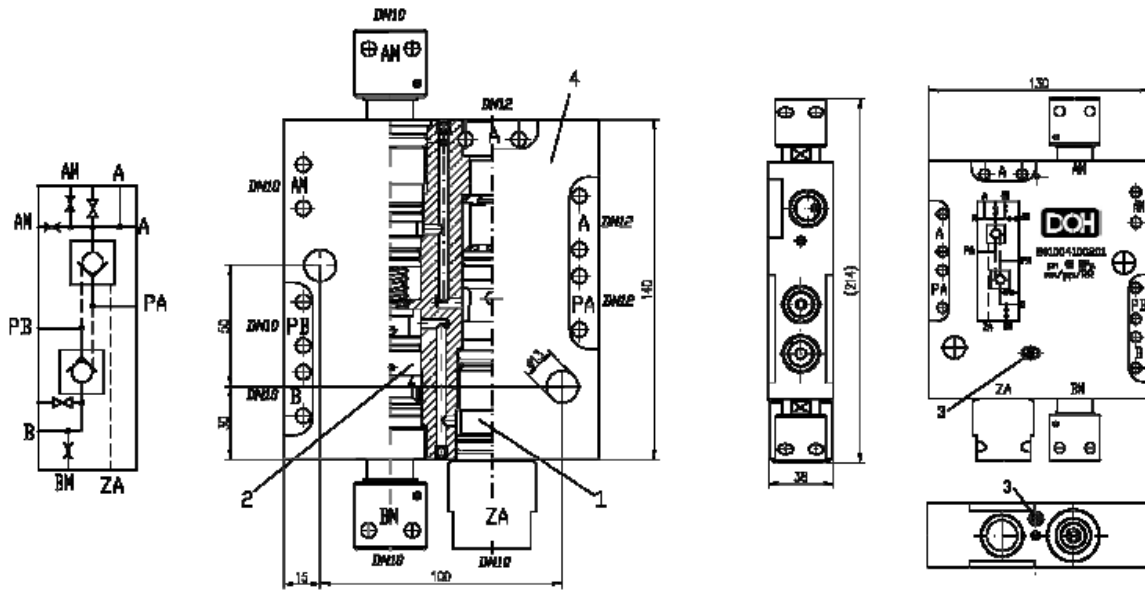
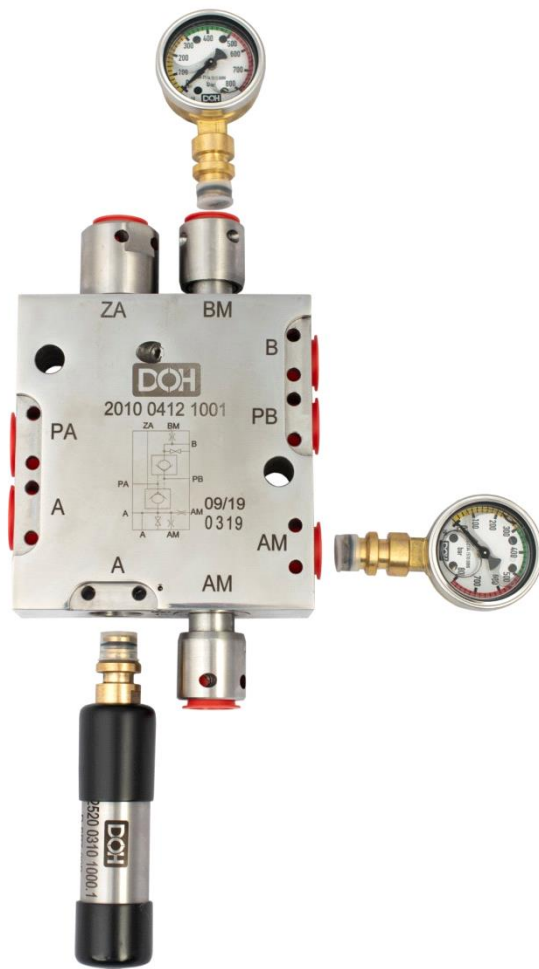


Рис. 8. Вид конструкции двойного клапанного блока

a)



b)



Рис. 9. Общий вид двойного клапанного блока (a) и установленного на гидравлической стойке (b)



Двойной клапанный блок работает с гидравлической стойкой механизированной крепи, что позволяет выполнять следующие рабочие функции:

- распор стоек путем подачи в поршневую полость стойки рабочей жидкости, протекающей через главный клапан;
- установка поршня в нижнем положении относительно цилиндра;
- диагностика герметичности стойки;
- опускание стойки путем открытия обратного клапана и подачи рабочего тела в поршневую полость стойки;
- поддержание внутренней негерметичности, возникшей в стойке.

Эксплуатационные испытания в лаве

Следующим этапом испытаний двойного блока были испытания в реальных условиях в горной выработке одной из каменноугольных шахт. Испытания проводились для 10 секций механизированной крепи типа Глиник-20/45-ПОз. Это корпус с раздельным основанием и цельным верхняком (рис. 10).

Испытания проводились в лаве S/z II-II в пласте 404/5 на уровне 550-700м. Толщина пласта, в котором проводились испытания, колебалась от 3,5 м до 4,0 м. В непосредственной кровле и почве пласта находился глинистый сланец (уплотнённая глина) с песком, переходящий в песчаный сланец (аргиллит).

Длина лавы составляла от 234 до 242 м, а ее продольный уклон - от 19° до 21°. Как уже упоминалось, испытания были проведены для нескольких секций крепи в этой лаве, причем в испытаниях использовалась секция, в которой была обнаружена внутренняя негерметичность в стойке.

Использование двойного блока в гидросистеме стойки механизированной крепи позволило получить рабочую несущую способность секции с негерметичными стойками. На основании оценки значения давления в поршневой и штоковой полостях для негерметичных стоек, результаты измерений представлены в таблице 1.



Рис. 10. Вид двойного клапанного блока во время реальных испытаний в лаве



Таблица 1. Сравнение результатов измерений с обнаруженной негерметичностью

Номер секции	Стойка правая		Стойка левая	
	Манометр над поршнем, МПа	Манометр под поршнем, МПа	Манометр над поршнем, МПа	Манометр под поршнем, МПа
13	8	28	12	20
22	-	-	5	35
35	5	32	-	-
38	8	29	-	-
49	5	30	-	-
56	-	-	10	30
72	-	-	20	25
89	12	38	-	-
107	4	38	-	-
112	17	35	-	-

Выводы

Двойной клапанный блок, являющийся основным элементом несущей гидравлики механизированной крепи, непосредственно влияет на номинальную несущую способность каждой секции механизированной крепи. Номинальная несущая способность секции зависит от значения давления открытия переливных клапанов, входящих в состав клапанных блоков. Такая важная функция клапанных блоков обеспечивает то, что они влияют не только на безопасность работы секции крепи, но и на параметры всего очистного комплекса.

Одинарный клапанный блок по своей конструкции не соответствует современным требованиям – в результате внутренней негерметичности его функциональность не позволяет поддерживать необходимую несущую способность стойки. Разработанная конструкция двойного блока является ответом на проблемы, связанные с внутренними негерметичностями.

Двойной клапанный блок, к которому подключен манометр к поршневой полости, показывает текущее значение давления во время нормальной работы гидравлической стойки механизированной крепи, распертой в горной выработке. С другой стороны, манометр, подключенный к штоковой полости, показывает давление в зависимости от значения, зависящего от технического состояния стойки.

В случае, если стойка герметична, уровень давления в поршневой полости стойки равен давлению в сливной магистрали. Появление давления, превышающего давление в сливной магистрали в штоковой полости в момент его распираания, указывает на внутреннюю негерметичность поршня стойки. Значение этого давления при возникшей негерметичности является разницей между текущим давлением в поршневой полости и давлением в штоковой полости.

Например, записанные результаты измерений (таблица 1), в которых было зарегистрировано давление для поршневой полости 8 МПа, а в штоковой полости появилось давление 28 МПа, что означает, что негерметичность в стойке произошла после того, как давление в поршневой полости превысило 20 МПа (т.е. 8 МПа – 28 МПа).

Результаты стендовых испытаний соответствуют всем предполагаемым функциям эксплуатации и обеспечивают достижение всех технических и эксплуатационных параметров. Испытания, проведенные в реальных условиях, подтвердили технические и функциональные качества. Целесообразным является заменить клапанные блоки с одинарным обратным клапаном, блоками с двумя обратными клапанами. По мнению авторов, предлагаемое решение может быть успешно использовано в натуральных условиях подземных горных работ.



Список источников / References

1. Blaschuk, M., Dronov, A., Koperchuk, A., Chernukhin, R., Litvinenko, V. Kinematic Parameters of Rotary Transmission with Hydraulic Cylinders. E3S Web of Conferences, 15, 03003 (2017) doi.org/10.1051/e3sconf/20171503003
2. Brodny, J. Determining the working characteristic of a friction joint in a yielding support. Arch. Min. Sci. 2010, 55, 733–746.
3. Brodny, J. Tests of friction joints in mining yielding supports under dynamic load. Arch. Min. Sci. 2011, 56, 303–318.
4. Brodny, J.; Tutak M. Analysing the Utilisation Effectiveness of Mining Machines Using Independent Data Acquisition Systems: A Case Study. *Energies* 2019, 12(13), 2505; doi.org/10.3390/en12132505
5. Buyalich, G.; Byakov, M.; Buyalich, K.; Shtenin, E.; Development of Powered Support Hydraulic Legs with Improved Performance. E3S Web of Conferences (2019), volume 105, 03025, doi.org/10.1051/e3sconf/201910503025.
6. Buyalich, G.; Buyalich, K.; Byakov, M. Factors Determining the Size of Sealing Clearance in Hydraulic Legs of Powered Supports. E3S Web of Conferences, 2017, volume 21, 03018.
7. Buyalich G., Byakov M., Buyalich, K. Factors Determining Operation of Lip Seal in the Sealed Gap of the Hydraulic Props of Powered Supports. E3S Web of Conferences, 2017, volume 41, 01045. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184101045>
8. Kipczak, P. Władzielczyk, K. Application of hydraulic press for testing powered roof prop supports. The First Interregional Conference Sustainable Development of Eurasian Mining Regions (SDEMR-2019) E3S Web of Conferences 134, 01002. doi.org/10.1051/e3sconf/201913401002
9. Klishin, S.V. Klishin, V. I. Opruk, G. Yu. Modeling coal discharge in mechanized steep and thick coal mining. *Journal of Mining Science*, Volume 49, Issue 6, pp 932–940.
10. Szurgacz, D., Brodny, J., Brzózka, M., Diederichs, R. Bench tests of a support system of a powered roof support's hydraulic leg aimed at minimizing consequences of leaks. The First Interregional Conference Sustainable Development of Eurasian Mining Regions (SDEMR-2019). E3S Web of Conferences 134, 01003, doi.org/10.1051/e3sconf/201913401003
11. Szurgacz D., Brodny J. (2018): Dynamic tests of a leg in a powered roof support equipped with an innovative hydraulic system, E3S Web of Conferences, **Volume** 41, doi.org/10.1051/e3sconf/20184103019
12. Szurgacz D., Brodny J. (2018): Dynamic resistance test for safety valve in electro-hydraulic control system for powered roof supports, 18th International multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2018, 2 July - 8 July, 2018, Albena, Bulgaria. Conference proceedings Volume 18. Science and technologies in geology, Exploration and Mining Issue 1.3. s.343-350. doi.org/10.5593/sgem2018/1.3
13. Stoiński, K.; Mika, M. Dynamics of Hydraulic Leg of Powered Longwall Support. *Journal of Mining Science*, 2003, vol. 39, pp. 72–77.
14. Stoiński K., Szurgacz D. (2017) Analiza przypadku zaistniałych wstrząsów w trakcie eksploatacji ściany w aspekcie pracy obudowy ścianowej, *Przegląd Górniczy* nr 7, s.8-17.
15. Szurgacz, D.; Brodny, J. Analysis of the Influence of Dynamic Load on the Work Parameters of a Powered Roof Support's Hydraulic Leg. *Sustainability*, 2019, 11, 2570.
16. Władziejczyk K., Kipczak P., Dudek, R. Konstrukcja nowych typów bloków zaworowych pojedynczych DN10/DN12. *MECHANIZACJA, AUTOMATYZACJA I ROBOTYZACJA W GÓRNICTWIE*. Tom II Problemy eksploatacji i zarządzania w górnictwie podziemnym i odkrywkowym. Praca Zbiorowa. Wisła 21-23 czerwiec 2017. Monografia s. 139 – 147. ISBN978-83-944406-8-8.

Авторы

Давид Жургач,
кандидат технических наук,
руководитель исследовательских проектов,
e-mail: dawidszurgacz@doh.com.pl

Рышард Дидерихс,
магистр техники и технологии,
главный инженер-конструктор,
e-mail: ryszarddiederichs@doh.com.pl

Authors

Dawid Szurgacz,
PhD, Head of Research Projects
e-mail: dawidszurgacz@doh.com.pl

Ryszard Diederichs,
M.Sc., Chief Design Engineer
e-mail: ryszarddiederichs@doh.com.pl



Марчин Брзозка,
магистр техники и технологии,
начальник конструкторского отдела
e-mail: marcinbrzozka@doh.com.pl

Marcin Brzózka,
M.Sc., Head of the Design Department
e-mail: marcinbrzozka@doh.com.pl

ООО «Центр гидравлики DOH»
Польша
41-906, г. Бытом, ул. Конституции, 148
www.doh.com.pl

Centrum Hydrauliki DOH Sp. z o.o.
Poland
41-906 Bytom, ul. Konstytucji 148
www.doh.com.pl

Библиографическое описание статьи

Жургач Д., Дидерихс Р., Брзозка М. Роль и значение двойного блока в гидравлической системе механизированной крепи // Техника и технология горного дела. – 2020. – № 3 (10). – С. 4-17.

Cite this article

Szurgacz, D., Diederichs, R., and Brzózka, M. (2020) The role and relevance of a double block in the hydraulic system of a powered roof support, *Journal of mining and geotechnical engineering*, 3(10):4.