

УДК 622.28.04

Дамян Гиза

Gonar-Systems International (GSI), г. Катовице, Польша,  
e-mail: damiangiza@o2.pl

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТОЕК УСИЛЕНИЯ КРЕПИ

Damian Giza

Gonar-Systems International, Katowice, Poland,  
e-mail: damiangiza@o2.pl

## RESEARCH OF PERFORMANCE CAPABILITIES OF SUPPORT STRENGTHENING PROP

**Цель.** На польских шахтах применяется поддерживающая стойка трения типа SV, которая изготавливается из стальных корытных профилей. Стойка выполнена из прямых отрезков профилей V25 или V29 и является стойкой трения постоянного сопротивления, которую характеризует номинальная нагрузка и рабочее сопротивление.

Проведенные лабораторные испытания таких стоек показывают, что рабочее сопротивление лежит в диапазоне от 160 до 400 кН и зависит, в основном, от величины момента затяжки болтов замка, а также от количества замков в соединении. С целью расширения этого диапазона разработана конструкция стоек, воспринимающих большие нагрузки, с возможностью регулировки их податливости.

**Методика.** Эти стойки могут найти применение в специальных конструкциях как податливая крепь или, при ограниченной податливости, – в качестве посадочной (обрезной) крепи.

Разработанная новая конструкция поддерживающих стоек, обозначенных как стойки типа SPV, основана на использовании профилей типа V29, V32, V36. Нижняя часть стойки (корпус) состоит из двух отрезков этих профилей, посаженных на плите (пятке). Верхняя выдвижная часть стойки, состоит из одного отрезка профиля и заканчивается опорной головкой. Обе части соединены с использованием стандартных замков типа SDO или SD. В статье представлены конструкции рассматриваемых стоек.

Проведены исследования характеристик работы стойки, которые заключаются в определении ее способности сопротивляться сдвигу. В статье приведены характеристики работы нескольких вариантов выполнения стоек.

**Результаты.** Проведенные исследования свидетельствуют о возможности создания двухскосного клина между элементами нижней части стойки, что дает возможность увеличения ее несущей способности. Одновременно возможен контроль сдвига путем установки скобы на соответствующем расстоянии от конца выдвижной части стойки. В исследованиях стоек с вкладышем установлена необходимость применения вкладышей из твердых пород дерева (например бука) и положительное влияние утолщения конца выдвижной части стойки на равномерное нарастание сопротивления крепи, без проявления резких динамических сдвигов.

**Научная новизна.** На основании использования эффекта заклинивания стоек между собой научно обоснована конструкция стоек усиления крепи с нарастающим сопротивлением.

**Практическая значимость.** Приведенные результаты испытаний различных конструкций стоек из профиля типа V позволяют утверждать, что разработанная конструкция крепи усиления характеризуется рабочим сопротивлением в диапазоне 600...1000 кН, максимальным сопротивлением до 2000 кН и регулируемой податливостью в диапазоне сдвигов до 0,5 м.

**Ключевые слова:** горная выработка, поддерживающая стойка, начальный распор, несущая способность, рабочая характеристика крепи

**Постановка проблемы.** Конструкция поддерживающей стойки трения типа SV, применяемая на польских шахтах, изготавливается из стальных корытных профилей производства Хута Лабенды [1] и других металлургических заводов. Стойка выполнена из прямых отрезков профилей V25 или V29 и является стойкой трения постоянного сопротивления, которую характеризует номинальная нагрузка и рабочее сопротивление.

Лабораторные испытания показывают, что рабочее сопротивление таких стоек лежит в диапазоне от 160 до 400 кН и зависит, в основном, от величины момента затяжки болтов замка, а также от количества замков в соединении.

**Цель исследования.** Ограниченное сопротивление этих стоек не способствует их широкому применению. С целью расширения этого диапазона разработана конструкция стоек, воспринимающих большие нагрузки, с возможностью регулировки их податливости.

**Основной материал.** Постоянное совершенствование поперечного сечения профиля, с целью обеспечения устойчивости во время его работы как самостоятельного элемента, а также в соединении, привели к разработке профилей типа V, применяемых в настоящее время в горном деле [2, 3].

На рис. 1, 2 представлены поперечные сечения профилей, чаще всего применяемые в немецком и польском горном деле в глубоких шахтах.

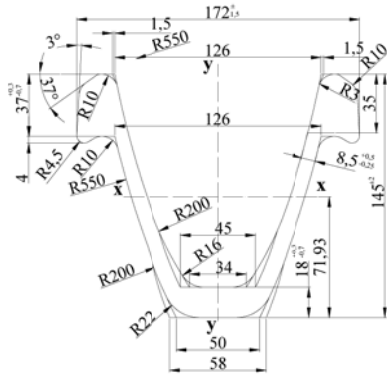


Рис. 1. Профиль, применяемый в немецких шахтах ТН70/50

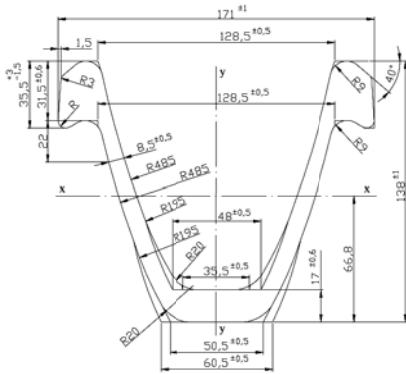


Рис. 2. Профиль, применяемый в польских шахтах V36

Профиль ТН70, а в Польше ТН29, ТН32,34,36, обладает характеристикой проседания стойки, зависящей от силы натяжения болтов. Прилегание профилей типа V представлено на рис. 3, 4.

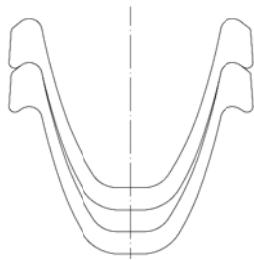


Рис. 3. Прилегание двух профилей типа V

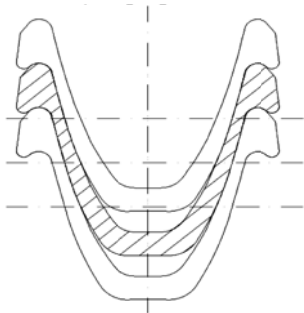


Рис. 4. Прилегание трех профилей типа V

Соответствующие соединения этих профилей, с использованием замка типа SDO, представлены на рис. 5, 6.



Рис. 5. Соединение двух профилей типа V с использованием замка типа SDO



Рис. 6. Соединение трех профилей типа V с использованием замка типа SDO

В сложных горно-геологических условиях [4] часто возникает потребность применения стоек с увеличенной несущей способностью, превышающей даже 1000кН. Эти стойки могут найти применение в специальных конструкциях как податливая крепь или при ограниченной податливости – в качестве посадочной (обрезной) крепи.

Учитывая, что в польских шахтах применяют почти исключительно поддерживающие крепи, выполненные из профилей V29, V32, V34, V36, именно эти профили приняты для разработки стоек с высокой несущей способностью.

Разработка новой конструкции поддерживающих стоек, обозначенных как стойки типа SPV, основана на использовании профилей типа V29, V32, V36. Нижняя часть стойки (корпус) состоит из двух отрезков этих профилей, посаженных на плите (пятке). Верхняя, выдвигная, часть стойки состоит из одного отрезка профиля и заканчивается подпорной головкой. Обе части соединены с использованием стандартных замков типа SDO или SD. Конструкции рассматриваемых стоек представлены в виде схем на рис. 7, 8.

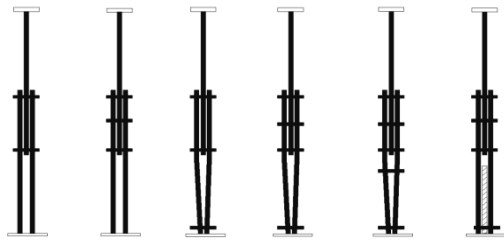


Рис. 7. Схемы конструкций стоек с двумя отрезками нижней части одинаковой длины

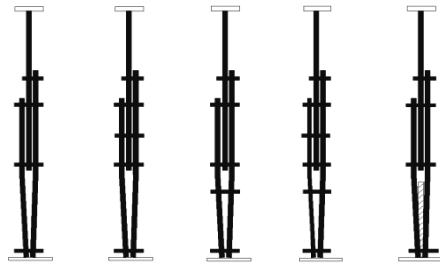


Рис. 8. Схемы конструкций стоек с двумя отрезками нижней части разной длины

Возможны следующие варианты решения для нижней части стойки:

- с применением двух отрезков профилей одинаковой длины;
- с применением двух отрезков профилей разной длины;
- отрезки профилей установлены параллельно друг к другу или под незначительным углом;
- с применением вкладыша, увеличивающего жесткость (например, деревянного), который ограничивает проседание стойки с одновременным увеличением несущей способности.

Конструкция стойки позволяет осуществлять начальный распор величиной 150 ...200 кН с помощью гидродомкрата непосредственно в горной выработке.

Исследования характеристики работы стойки заключаются в определении ее способности сопротивляться сдвигу [2,3]. Примерная характеристика работы стойки, нижняя часть которой состоит из двух отрезков профиля V29, представлена на рис.9. Для этого случая скоба, зажимающая соединяемые элементы, установлена в районе пятки стойки.

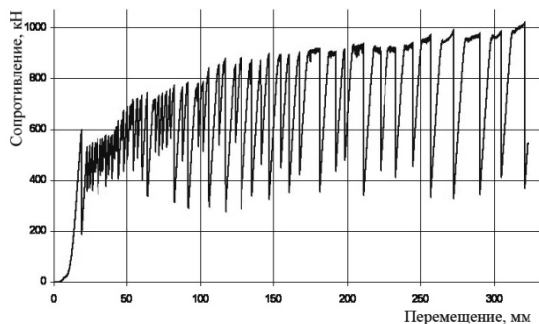


Рис. 9. Динамическая характеристика работы стойки SPV29 со скобой, установленной в районе пятки [2,3]

Характеристика работы стойки SPV29, с замком в верхней части соединяемых элементов, представлена на рис. 7. Одновременно с испытаниями стойки измеряли силу в болтах замка тензометрическими датчиками KMR/400.

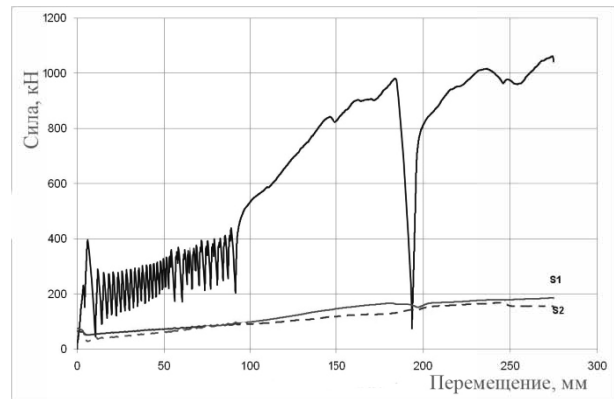


Рис. 10. Характеристика работы стойки SPV29 со скобой в верхней части стойки: S1, S2 – силы растяжения в болтах скобы [2, 3]

Для определения характеристики работы конструкций стоек с вкладышем (рис. 11) проведены соответствующие исследования.

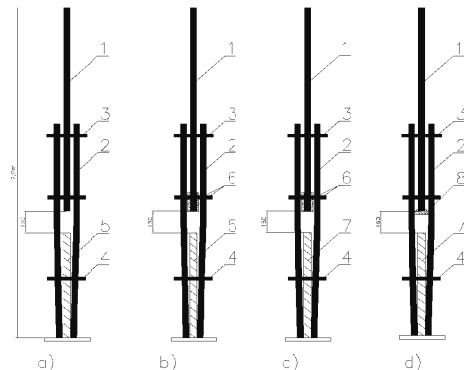


Рис. 11. Схемы конструкций стоек с вкладышем

Выдвижная часть стойки 1 зажата в нижней, состоящей из двух отрезков профиля типа V, с использованием двух скоб 3 и дополнительной скобы 4, с помощью которой создается их схождение в районе пятки. Для увеличения жесткости стойки в щель между отрезками 2 помещен вкладыш. При этом рассмотрены следующие варианты:

- вкладыш 5 из мягкого дерева – рис. 11,а;
- вкладыш 5 из мягкого дерева с дополнительным двойным утолщением 6 в конце выдвижной части – рис. 11,б;
- вкладыш из твердого дерева 7 с дополнительным двойным утолщением 6 в конце выдвижной части – рис. 11,с;
- вкладыш из твердого дерева 7 и окончанием выдвижной части в виде поршня 8, плотно заполняющего свободное пространство между отрезками нижней части стойки – рис. 11, d.

Полученные характеристики работы перечисленных вариантов выполнения стоек приведены на рис. 12–15.

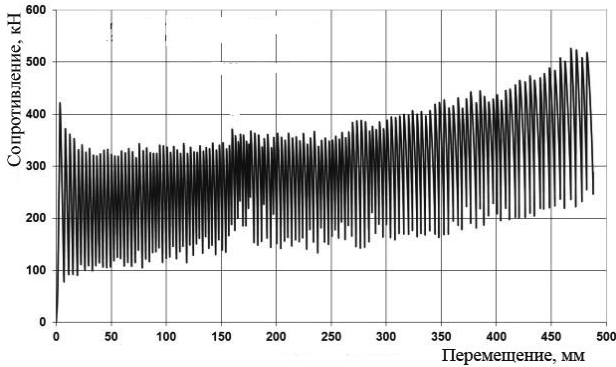


Рис. 12. Характеристика работы стойки с вкладышем из мягкого дерева

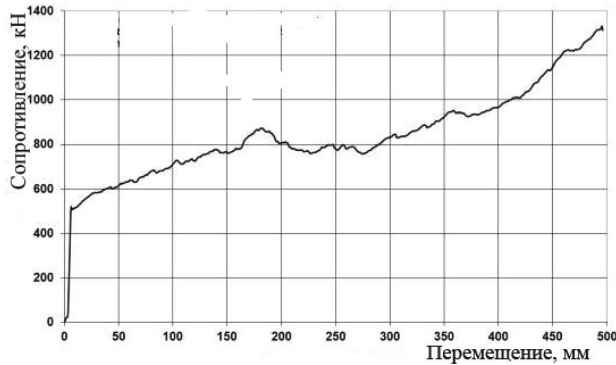


Рис. 13. Характеристика работы стойки с вкладышем из мягкого дерева и дополнительным двойным утолщением в конце выдвижной части

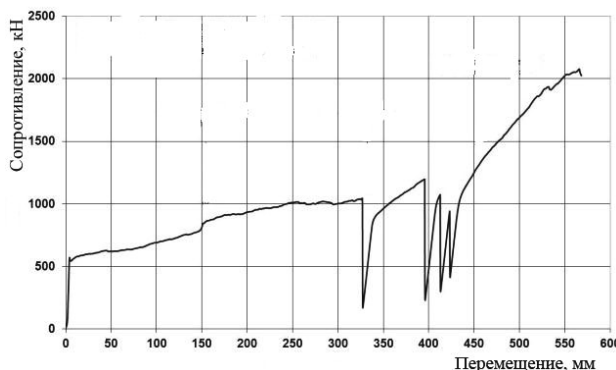


Рис. 14. Характеристика работы стойки с вкладышем из твердого дерева и дополнительным двойным утолщением в конце выдвижной части

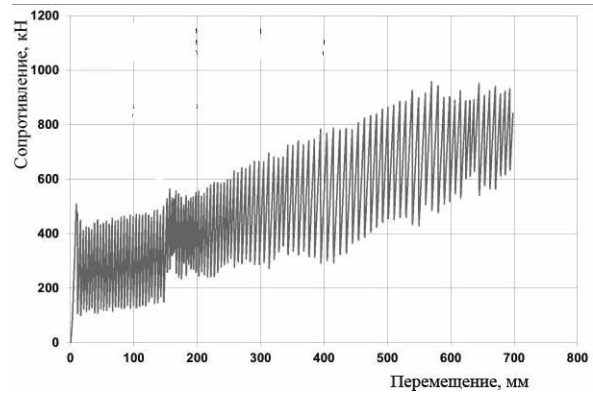


Рис. 15. Характеристика работы стойки с вкладышем из твердого дерева и окончанием выдвижной части в виде ролика

**Выводы.** Проведенные исследования позволяют утверждать, что путем создания двухскосного клина между элементами нижней части стойки можно получить возможность увеличения ее несущей способности. Одновременно возможен контроль сдвига путем установки скобы на соответствующем расстоянии от конца выдвижной части стойки. В исследованиях стоек с вкладышем установлена необходимость применения вкладышей из твердых пород дерева (например, бука) и положительное влияние утолщения конца выдвижной части стойки на равномерное нарастание сопротивления крепи, без проявления резких динамических сдвигов.

Приведенные результаты испытаний различных конструкций стоек из профиля типа V позволяют утверждать, что разработана конструкция крепи усиления с рабочим сопротивлением в диапазоне 600...1000 кН, максимальным сопротивлением до 2000 кН и регулируемой податливостью в диапазоне сдвигов до 0,5 м.

**Список литературы / References**

1. Katalog wyrobów Huty Łabędy – 2009, Foundries catalog Łabędy – 2009.
2. Głuch, P., Giza, D. (2011), Nośność zsuwna strzemiion złącz kształtowników korytkowych. V Konferencja „Teoretyczne i praktyczne zastosowania środków smarnych i eksploatacyjnych w górnictwie” CBiDGP. Ustroń
3. Głuch, P. and Giza, D. (2011), “Load profiles zsuwna korytkowych stirrup connectors”. Proc. of the Conference “Theoretical and practical application of lubricants and operating materials in mining industry”, CBiDGP, Ustroń.
4. Głuch, P. and Giza, D. (2011), “Stands for Supporting High-Capacity”, Proc. of the Conference on Geomechanics 2011. Ustroń.
5. Зорин А.Н. Механика разрушения горного массива и использование его энергии при добыче полезных ископаемых / Зорин А.Н., Халимендик Ю.М., Колесников В.Г. – М.: Недра, 2001.–413 с.

Zorin, A.N., Khalimendik, Yu.M. and Kolesnikov, V.G. (2001), "Mechanics of rock massif destruction and implementation of its energy for production of mineral resources", Nedra, Moscow, Russia.

**Мета.** На польських шахтах застосовується підтримуючий стояк тертя типу SV, що виготовляється зі сталевих коритних профілів. Стояк виконано з прямих відрізків профілів V25 або V29 і є стояком тертя постійного опору, що характеризує номінальне навантаження і робочий опір.

Проведені лабораторні випробування таких стояків показують, що робочий опір лежить у діапазоні від 160 до 400 кН і залежить, в основному, від величини моменту затягування болтів замку, а також від кількості замків у з'єднанні. З метою розширення цього діапазону розроблено конструкцію стояків, що сприймають великі навантаження з можливістю регулювання їх податливості.

**Методика.** Ці стояки можуть знайти застосування в спеціальних конструкціях як податливе кріплення або, за обмеженої податливості, – як посадочне (обрізне) кріплення.

Нова конструкція підтримуючих стояків, позначених як стояки типу SPV, заснована на використанні профілів типу V29, V32, V36. Нижня частина стояка (корпус) складається з двох відрізків цих профілів, посаджених на плиті (п'яті). Верхня, висувна, частина стояка складається з одного відрізка профілю і закінчується підпірною голівкою. Обидві частини з'єднані з використанням стандартних замків типу SDO або SD. У статті представлено конструкції розглянутих стояків.

Проведено дослідження характеристик роботи стояку, що полягають у визначенні його здатності чинити опір зрушенню. У статті наведено характеристики роботи декількох варіантів виконання стояків.

**Результати.** Проведені дослідження свідчать про можливість створення двосконого клину між елементами нижньої частини стояку, що надає можливість збільшення його несучої здатності. Одночасно можливий контроль зсуву шляхом встановлення скоби на відповідній відстані від кінця висувної частини стояка. У дослідженнях стояків із вкладишем встановлено необхідність застосування вкладишів із твердих порід дерева (наприклад, бука) і позитивний вплив потовщення кінця висувної частини стояка на рівномірне наростання опору кріплення, без прояву різких динамічних зрушень.

**Наукова новизна.** На підставі використання ефекту заклинювання стійок між собою науково обгрунтована конструкція стояків посилення кріплення з наростаючим опором.

**Практична значимість.** Наведені результати випробувань різних конструкцій стояків з профілю типу V дозволяють стверджувати, що розроблена конструкція кріплення посилення характеризується робочим опором у діапазоні 600 ... 1000 кН, максимальним опором до 2000 кН і регульованою податливістю в діапазоні зрушень до 0,5 м.

**Ключові слова:** гірничавиробка, стояк підтримання, початковий розпір, несуча здатність, робоча характеристика кріплення

**Purpose.** The supporting friction prop of SV type made from steel launder-type profiles is usually applied in mines of Poland. The prop is made of straight pieces of profiles V25 or V29 and it is used as a friction prop of a fixed resistance which is characterized by a specified load and working resistance.

The laboratory researches of such props show that their working resistance is in the range from 160 to 400 kN and mainly depends on tightening torque value of bolts in friction prop lock, and on number of locks in the joint. The construction of props which can carry higher load was developed in order to expand this range. New construction allows adjusting the props suppleness.

**Methodology.** New props can be used in special constructions as a yielding support or as an edging support with restricted yielding.

The new design of the supporting props which have been marked as a prop of type SPV was based on use of profiles V29, V32, V36. The bottom part of props (case) consists of two pieces of these profiles fixed on a plate (heel). The top sliding part of the prop consists of one piece of a profile and comes to an end with a supporting head. Both parts are connected by standard locks of type SDO or SD. The construction of mentioned props is presented in the article.

The research of prop operating characteristics for definition of its ability to resist shifting was carried out.

**Findings.** The researches indicated the possibility of creation of double-bevel wedge between elements of the bottom part of the prop in order to increase its bearing capacity. At the same time it is possible to control the shifting by installation of a cramp at a proper distance from the end of the sliding part of the prop. During the testing of props with the insert the necessity of application of inserts made of firm wood (beech) and positive effect of thickening of the end of the sliding part of the prop on steady increase of support resistance without dramatic dynamic shifts was founded out.

**Originality.** On the basis of the effect of jamming between the props the increase of support prop construction with increasing resistance was substantiated.

**Practical value.** Presented test results of the props of various constructions made of profile of type V allow to affirm that the designed construction of the reinforcement support has working resistance in the range 600...1000 kN and the maximum resistance up to 2000 kN, and an adjustable yielding in the shift range up to 0.5 m.

**Keywords:** mine working, prop of maintenance, prestressing, bearing capacity, working characteristic of support

*Рекомендовано до публікації докт. техн. наук О.М. Шашенком. Дата надходження рукопису 28.12.11.*