

ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТОЕК ТРЕНИЯ SV32 ПОВЫШЕННОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

*Дамян Гуза, Gonar-Systems International (GSI), Польша
Петр Глух, Силезский политехнический институт, Польша*

В реферате представлены результаты испытаний поддерживающих стоек трения, изготовленных на базе спецпрофиля V32 в типовом исполнении, а также в специальном исполнении обеспечивающим повышение несущей способности стоек для различных горно-геологических условий. Увеличение несущей способности стоек обусловлено склеиванием отрезков спецпрофиля вдоль их напуска с использованием полиуретановой смолы и применением дополнительных стальных вкладышей или же использованием распорного клина и ограничителя податливости.

1. Введение

В отличие от конструкционных решений и испытаний стоек, представленных в работах [2,3,4] в этой работе испытания проводились для трех основных вариантов исполнения стоек:

- поддерживающая стойка SV32 с ограничителем податливости, в которой в типичную стойку состоящую с нижней части (корпуса) и верхней, выдвигной части, соединенных замками, дополнительно встроен ограничитель податливости (п.5, рис.1);
- поддерживающая стойка SV32 с ограничителем податливости и стальными вкладышами (п.6 и 7, рис.2), установленными на склеенном полиуретановой смолой отрезке напуска нижней и верхней части стойки;
- поддерживающая стойка SV32 с клином (п.9, рис.3) упирающимся в ограничитель податливости.

| | | |
|---|--|--|
| | | |
| <p>Рис. 1. Поддерживающая стойка SV32 с ограничителем податливости</p> | <p>Рис. 2. Поддерживающая стойка SV32 с ограничителем податливости и стальными вкладышами на склеенном полиуретановой смолой отрезке напуска нижней и верхней части стойки</p> | <p>Рис. 3. Поддерживающая стойка SV32 с клином, упирающимся в ограничитель податливости:</p> |
| <p>1 -Нижняя часть стойки (корпус); 2 –верхняя, выдвигная часть стойки; 3 - верхний замок типа SDG32/36 или SDO32/36; 4 - нижний замок SDS32/36 или SDOS32/36; 5 - ограничитель податливости; 6 - верхний вкладыш; 7 - нижний вкладыш; 8 - слой полиуретановой смолы; 9- стальной клин.</p> | | |

2. Методика испытаний

Исследования рабочих характеристик поддерживающих стоек проведены на испытательном стенде Кафедры геомеханики, подземного строительства и управления защитой поверхности Силезского политехнического института в городе Гливице. Общий вид стенда представлен на рис. 4 и 5. Основные параметры стенда:

$H_{\max} = 4,8$ м – максимальная высота испытываемых стоек;

$H_{\min} = 1,0$ м – минимальная высота испытываемых стоек;

$B = 0,45$ м – рабочая ширина (расстояние между тягами);

$P_{\max} = 2500$ кН – максимальная осевая нагрузка стенда;

$U_{\max} = 900$ мм – максимальное выдвижение поршня гидроцилиндра.

Гидравлическая система стенда питается максимальным давлением до 720 бар от отдельного поршневого агрегата. Согласно польскому стандарту PN-G-15000-11:1991 испытания стоек проводить со средней скоростью выдвижения поршня около 10 мм/мин (± 2 мм/мин). Измерения проведены с использованием электронной аппаратуры фирмы HBM (Hottinger – Германия). Схема измерительной системы показана на рис. 6.

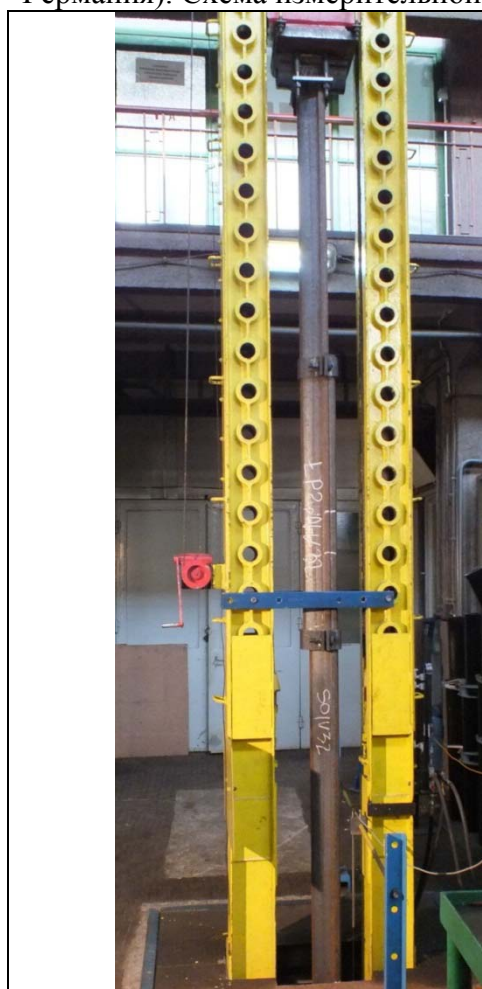


Рис. 4. Общий вид стенда для испытаний поддерживающих стоек. Испытания стойки SV32

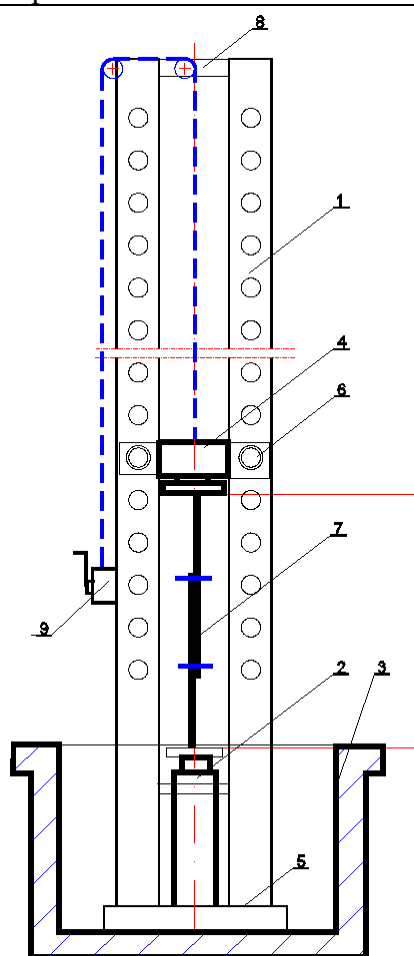
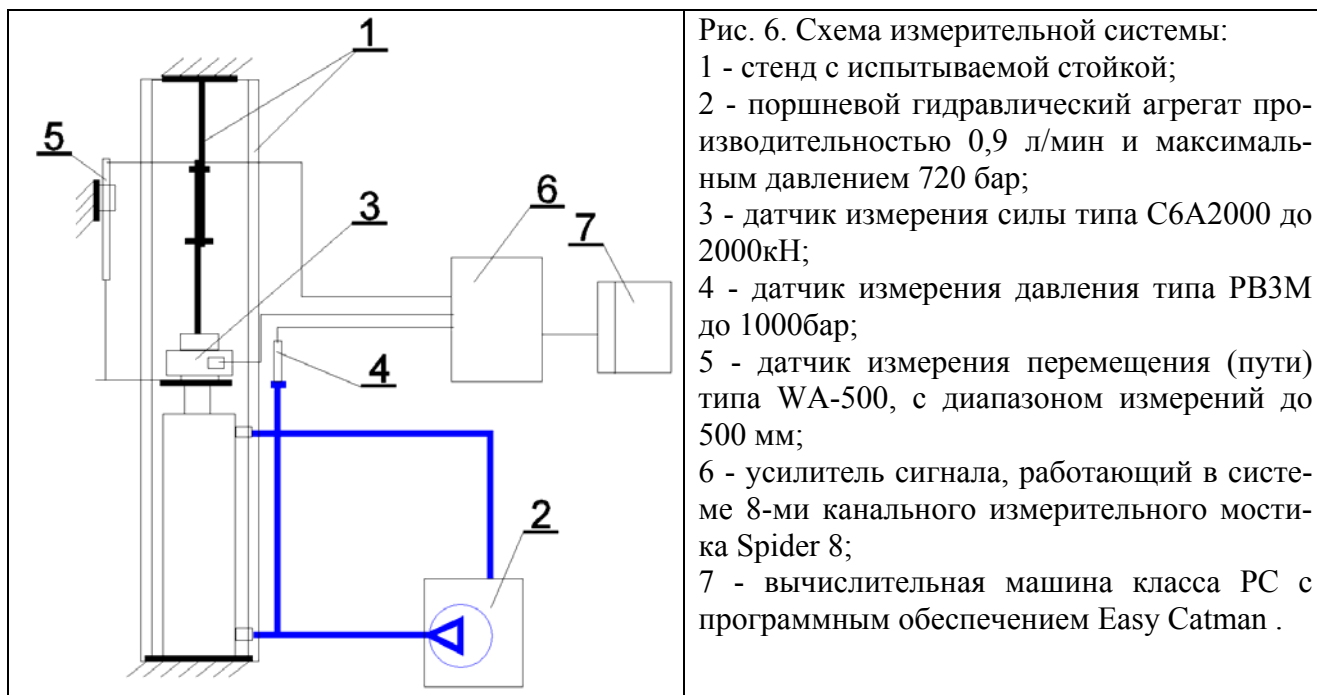


Рис. 5. Схема стенда для испытаний стоек: 1 - тяги с отверстиями; 2 - гидроцилиндр; 3 - котлован с бетонным фундаментом; 4 - передвижная траверса соединяющая тяги; 5 - нижнее основание тяг; 6 - штырь блокировки траверсы; 7 - испытываемая стойка; 8 - верхнее соединение тяг; 9 - канатная лебедка

На рис. 7 – 10 показана применяемая измерительная аппаратура. Электронная измерительная система в состоянии записывать результаты измерений с заданной частотой (от 1 до 9600 Гц). Для испытаний стоек она составляла 5 или 10 Гц (соответственно, 5 или 10 измере-

ний в секунду). Величина силы действующей на стойку как функция измеряемого давления в гидроцилиндре определялась с использованием редуccionной формулы. В таб.1 приведены полученные на основании трех измерений (до величины силы около 1800 кН) зависимости силы P [кН] от давления p [бар], с использованием следующих уравнений:

- линейного типа $P = axp + b$, [кН];
 - линейного типа $P = axp$, [кН];
 - квадратного уравнения типа $P = axp^2 + bxp + c$ [кН],
- где: P - нагрузка, [кН]; p - давление под поршнем, [бар].



Таб.1

Редуccionные уравнения для определения зависимости между нагрузкой P стойки и давлением под поршнем p

| № измерения | Редуccionное уравнение | R ² |
|-------------|--------------------------------------|----------------|
| 1 | $P = 4,746p - 9,4116$ | $R^2 = 1$ |
| | $P = 4,7111p$ | $R^2 = 0,9999$ |
| | $P = -0,0001p^2 + 4,7921p - 11,798$ | $R^2 = 1$ |
| 2 | $P = 4,7451p - 7,6609$ | $R^2 = 0,9999$ |
| | $P = 4,7158p$ | $R^2 = 0,9999$ |
| | $P = -0,00031p^2 + 4,8462p - 12,814$ | $R^2 = 1$ |
| 3 | $P = 4,7442p - 7,7738$ | $R^2 = 0,9999$ |
| | $P = 4,7152p$ | $R^2 = 0,9999$ |
| | $P = -0,0002p^2 + 4,8348p - 12,373$ | $R^2 = 1$ |

Для практических расчетов принято упрощенное редуccionное уравнение для усредненного значения коэффициента :

$$a_{cp} = (4,7111 + 4,7158 + 4,752) / 3 = 4,714033,$$

в виде: $P = 4,714 p$.



Рис. 7. Шарнирно закрепленный преобразователь силы С6А-2000кН фирмы HBM



Рис. 8. Стрелочный манометр и преобразователь давления PB3M фирмы HBM



Рис. 9. Датчик перемещения WA-500



Рис. 10. Усилитель Spider 8 и PC с программным обеспечением Easy Catman фирмы HBM

3. Рабочая характеристика стойки SV32 с ограничителем податливости

Испытания проведены для стойки высотой 1,7 м, в которой применен верхний замок типа SDG32 и нижний – типа SDS32. Момент затяжки болтов этих замков составлял 400 Нм. В стойке установлен ограничитель податливости в виде прямого отрезка спецпрофиля приваренного к пятке стойки. На рис. 11 показана стойка до и после проведения испытания. Полученная рабочая характеристика стойки представлена на рис. 12.

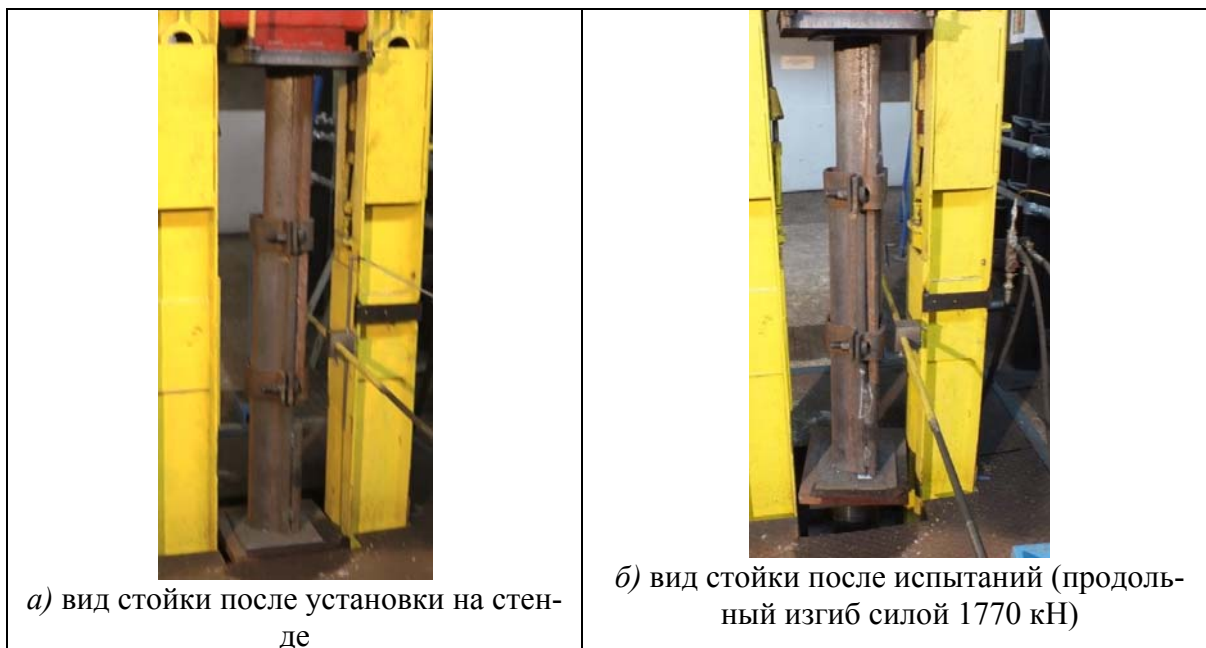


Рис. 11. Стойка SV32 с ограничителем податливости

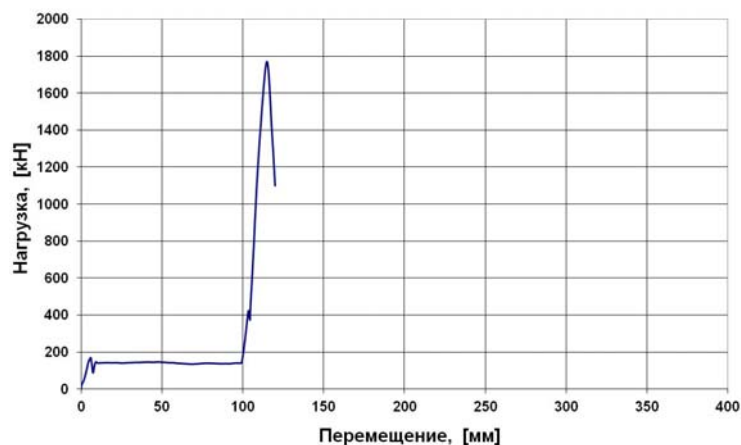


Рис. 12. Рабочая характеристика стойки SV32 с ограничителем податливости

4. Рабочая характеристика стойки SV32 с напуском заполненным смолой

Испытания проведены для стойки высотой 1,7 м, с двумя замками типа SDG32 и типа SDS32 (момент затяжки 400Нм) и ограничителем податливости. Дополнительно к концам нижней и верхней части стойки приварены два стальных вкладыша размерами 30x17x150 мм и отрезок напуска заполнен полиуретановой смолой. На рис. 14а представлена схема стойки, а на рис. 13б – общий вид испытываемой стойки. Вид демонтированной стойки со срезанным слоем смолы показан на рис. 13, а рабочая характеристика этой стойки – на рис. 15.



Рис. 13. Срезанный слой смолы на отрезке соединения нижней и верхней части стойки

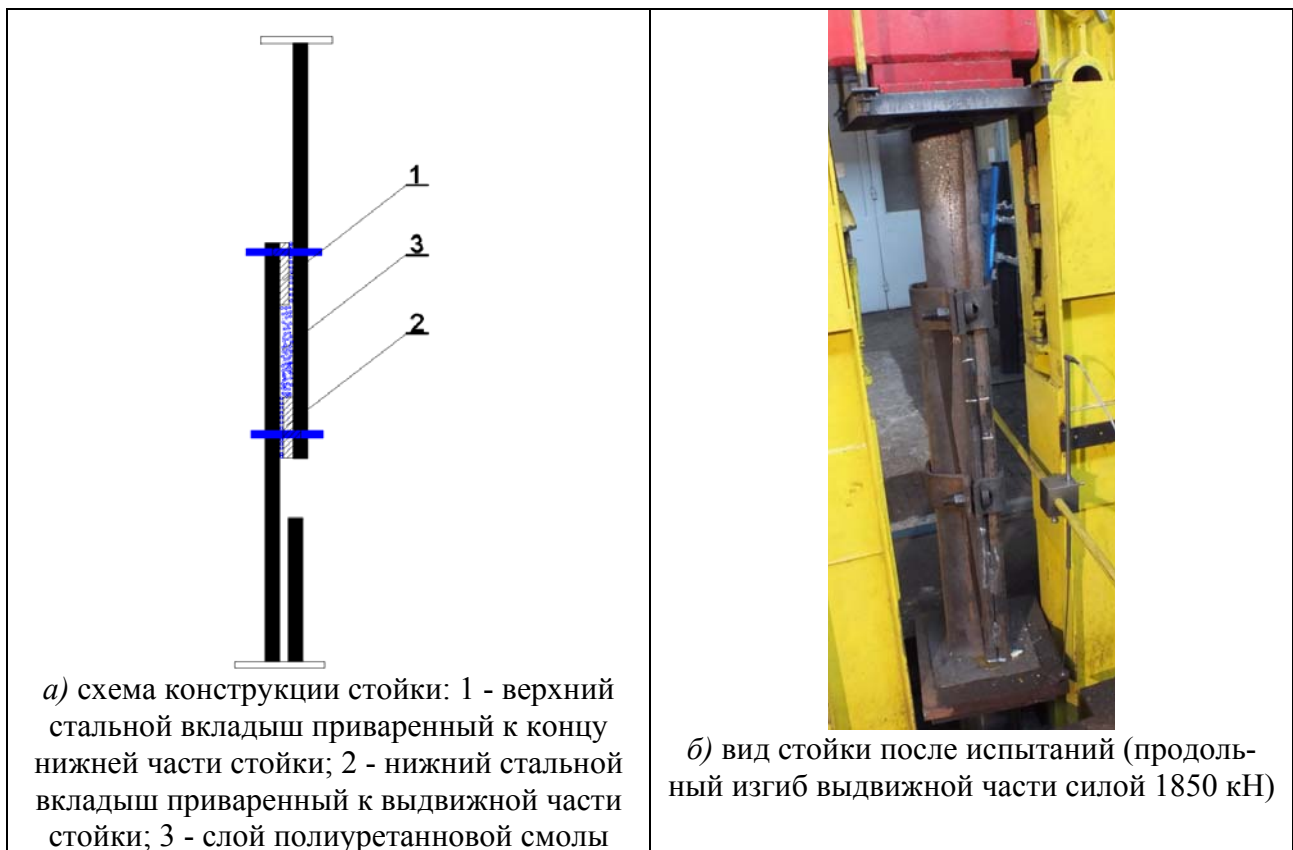


Рис. 14. Испытания стойки SV32 склееной полиуретановой смолой (вариант 1)

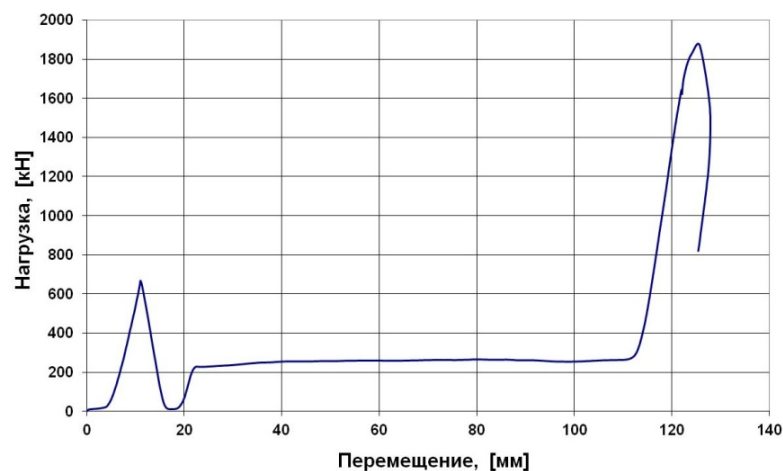


Рис. 15. Рабочая характеристика стойки SV32 с вкладышами и смолой (вариант 1)

Второй вариант стойки склееной полиуретановой смолой отличался способом установки вкладышей (рис. 16). Один вкладыш установлен на спинке спецпрофиля верхней части стойки, второй внутри спецпрофиля нижней части— оба на расстоянии 350 мм от их концов (рис. 16а). Рабочая характеристика стойки представлена на рис. 17.

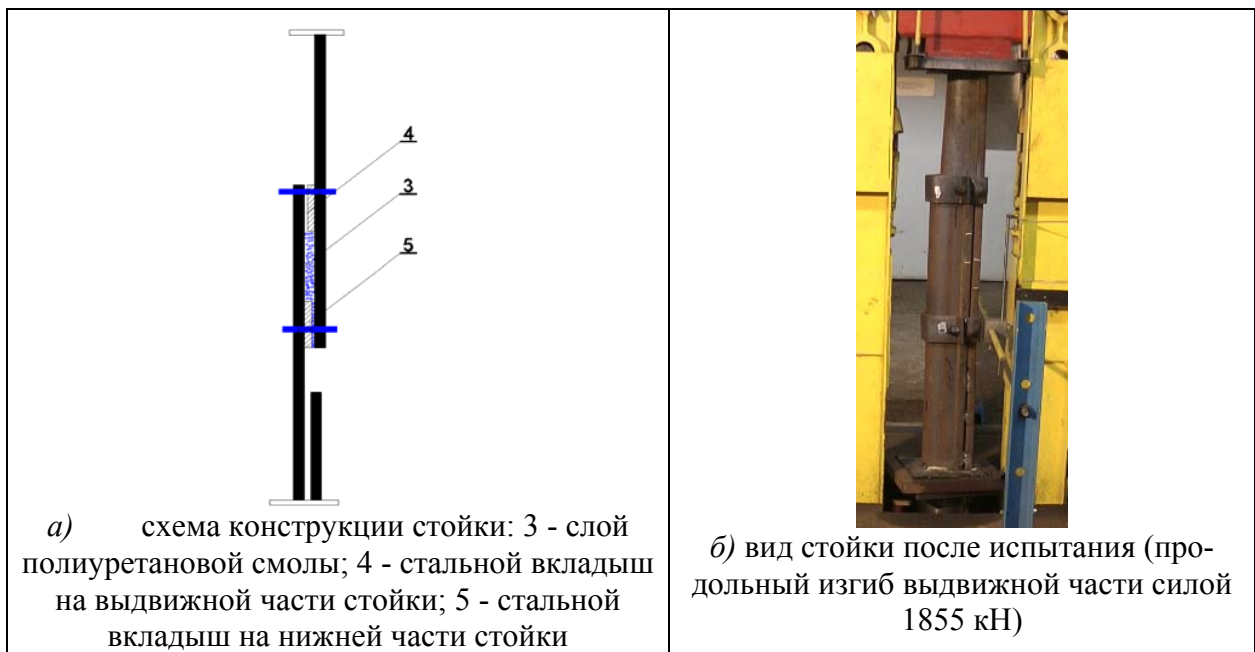


Рис. 16. Испытания стойки SV32 склеенной полиуретановой смолой (вариант 2)

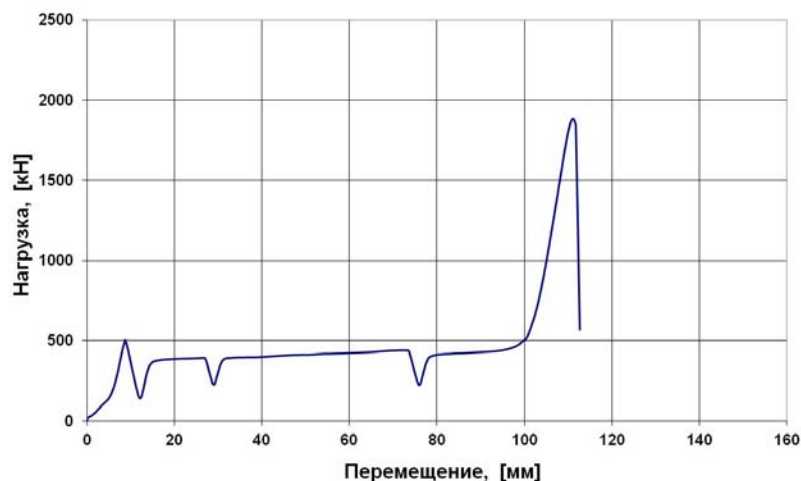


Рис. 17. Рабочая характеристика стойки SV32 с вкладышами и смолой (вариант 2)

5. Рабочая характеристика стойки SV32 со стальным клином

Испытания проведены для стойки высотой 1,7 м, с двумя замками типа SDG32 и типа SDS32 (момент затяжки 400Нм) и ограничителем податливости. Дополнительно с внутренней стороны нижней части стойки приварен стальной клин шириной 25 мм (вариант 1) упирающийся в ограничитель податливости (рис. 18). Рабочая характеристика стойки представлена на рис. 19.

Второй вариант отличался от предыдущего применением более широкого стального клина (шириной 35 мм). Испытываемая стойка показана на рис. 20, а на рис. 21 – стойка после испытаний, с раствором конца выдвижной части стойки после упора в ограничитель податливости величиной до 20 мм. Рабочая характеристика этой стойки приведена на рис. 22.

Подбор безопасной ширины клина возможен путем испытаний замка на растяжение по методике, представленной в работе [1].



Рис. 18. Испытания стойки SV32 со стальным клином (вариант 1):

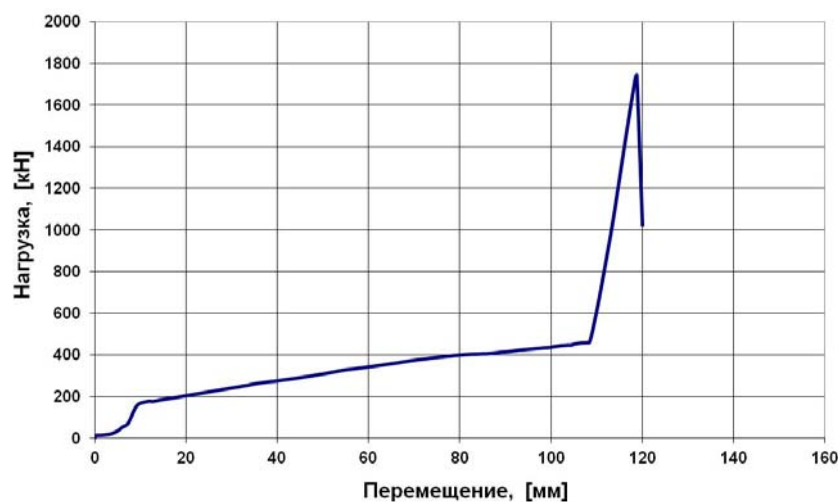


Рис. 19. Рабочая характеристика стойки со стальным клином (вариант 1)

Выводы:

1. Для типовой конструкции поддерживающей стойки трения, в которой выдвижная часть соединена с корпусом с использованием двух замков, сопротивление крепи при сдвиге составляет 180 кН, тогда как максимальное сопротивление после блокировки составляет около 1780 кН.
2. Соединение выдвижной части стойки с ее корпусом с использованием полиуретановой смолы обеспечивает начальный распор крепи в диапазоне 500 -630 кН. После срыва (среза) склеенного сцепления, в период сжатия вкладышами слоя смолы сопротивление крепи составляет от 350 до 480 кН, а после блокировки достигает 1855 кН.
3. Положительное влияние на увеличение несущей способности крепи SV32 оказывает применение стального клина упирающегося в ограничитель податливости. Получаем тогда возрастающую рабочую характеристику крепи с максимальным сопротивлением, достигающим 1600 кН (клин шириной 35 мм) и 1750 кН (клин шириной 25 мм).

4. Поиск специальных решений стоек трения типа SV32 направлен на увеличение эффективности их работы в сложных горно-геологических условиях на больших глубинах шахт. Предложенные решения конструкции стоек могут быть использованы также для других типов профилей после проведения их соответствующих испытаний.



Рис. 20. Испытания стойки SV32 со стальным клином (вариант 2)



Рис. 21. Вид стойки после испытаний

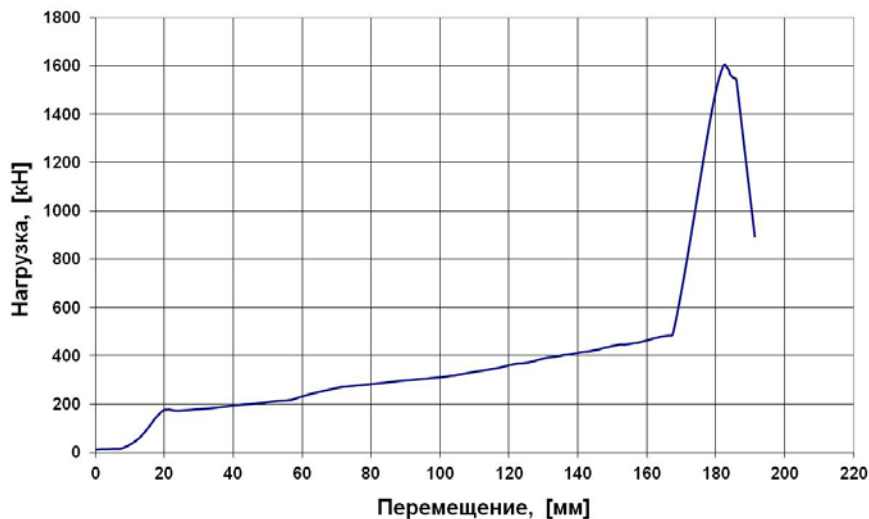


Рис. 22. Рабочая характеристика стойки со стальным клином (вариант 2)

Список литературы:

1. Głuch P.: Badania porównawcze nośności na rozciąganie wybranych strzemion obudów górniczych. Nowoczesne Technologie Górnicze 2006. Materiały seminaryjne „Problemy utrzymania wyrobisk górniczych”, 20-21.04.2006 r., s.61-70
2. Głuch P., Giza D.: Nośność zsuwna strzemion łącz kształtowników korytkowych
3. Гіза Д. Дослідження робочих характеристик посилюючих стояків кріплення. Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників-2011»
4. Głuch P., Giza D.: Łamacz podporowy ze stojaka SV32 i SV36. Konferencja CBiDGP, sp. z o.o.