

ПРОМЫШЛЕННАЯ
ГРУППА КОМПАНИЙ



ОКС



АНКЕРНАЯ ТРУБЧАТАЯ ФРИКЦИОННАЯ КРЕПЬ ТИПА АТФВ

Технико-экономическое обоснование применения анкерной трубчатой фрикционной крепи типа АТФ W-профиля для повышения эффективности крепления горных выработок при разработке рудных месторождений

МЫ ОБЕСПЕЧИВАЕМ **БЕЗОПАСНОСТЬ**
ОДНОЙ ИЗ САМЫХ ОПАСНЫХ ПРОФЕССИЙ В МИРЕ

В настоящее время на горных предприятиях для крепления горных выработок широко используются анкерные крепи с фрикционным закреплением, основным элементом которой являются фрикционные анкеры. Наиболее распространенный на сегодняшний день вариант исполнения фрикционного анкера – это анкер с С-образным сечением **Split-Set**, который был разработан в США в 1974 г. Джеймсом Скоттом.

Он представляет собой полую трубу с прорезью по всей длине, с сужением в виде конуса вначале стержня (рисунок 1).



1. Анкер Split-Set

ПРИНЦИП РАБОТЫ АНКЕРНОЙ КРЕПИ С ФРИКЦИОННЫМ ЗАКРЕПЛЕНИЕМ

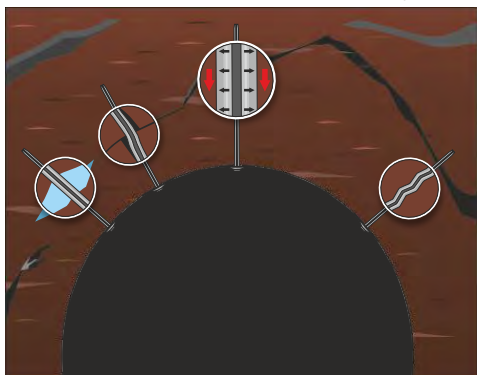
Принцип действия анкерной крепи с фрикционным закреплением основан на установке фрикционного анкера определенного диаметра в шпур с меньшим диаметром (рисунок 2, 3). При этом стержень анкера сжимается, что приводит к появлению распорного усилия стенок стержня анкера на стенки шпура. При последующем нагружении анкера он удерживается в шпуре за счет силы трения между анкером и породой.

Так как анкер удерживается в шпуре за счет силы трения, то при его работе нагрузку воспринимает не только непосредственно стержень анкера, но и окружающая его горная порода. Предельная нагрузка для фрикционного анкера или другими словами его несущая способность – это такая нагрузка, при которой происходит смещение анкера относительно шпура. Очевидно, что чем больше распорное усилие, создаваемое анкером, тем больше сила трения, а значит и несущая способность анкерной крепи.

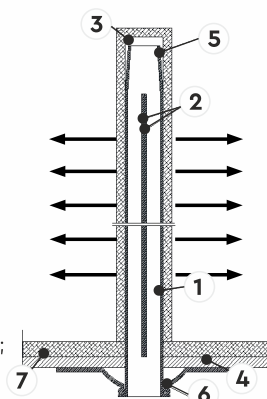
$F_{тр} = \mu \cdot N$, где

μ - коэффициент трения (сталь-горная порода)

N - нормальная реакция опоры (распорное усилие)



2. Работа анкерной трубчатой фрикционной крепи



- 1 - стержень анкера;
- 2 - распирающие грани;
- 3 - шпур;
- 4 - опорная шайба АТФ;
- 5 - конический конец анкера;
- 6 - хвостовая часть анкера;
- 7 - массив горных пород;

3. АТФ, установленный в шпур

В настоящее время выполняется большое количество работ, направленных на повышение распорного усилия фрикционных анкеров. В основном, в этих работах предлагается за счет тех или иных дополнительных материалов или элементов повысить жесткость сечения анкера, за счет чего и повышается распорное усилие. Это могут быть композитные материалы, которые помещаются в стержень анкера после его установки и расширяющиеся со временем, дополнительные распорные элементы, расклинивающие элементы и другие варианты. Такие технические решения действительно позволяют повысить распорное усилие анкера, однако они требуют использования дополнительных материалов, дополнительных операций при их установке, что отрицательно сказывается на производительности процесса крепления и затратах на установку одного анкера.

АНКЕРНАЯ КРЕПЬ С ФРИКЦИОННЫМ ЗАКРЕПЛЕНИЕМ АТФ W-ПРОФИЛЯ

Еще одним вариантом решения задачи повышения распорного усилия, создаваемого фрикционным анкером, является использование трубчатого фрикционного анкера типа АТФ W-профиля, разработанного компанией «ОКС».

Такой анкер отличается от анкера с С-образным сечением наличием продольных граней, загнутых вовнутрь анкера в зоне прорези трубы, направленных к центру сечения (рисунок 4). При установке такого анкера в шпур меньшего диаметра грани смыкаются между собой, что приводит к существенному повышению жесткости сечения и увеличению распорного усилия. Использование такого анкера не требует каких-либо дополнительных материалов, элементов или дополнительных операций при его установке.

4. АТФ W-профиля

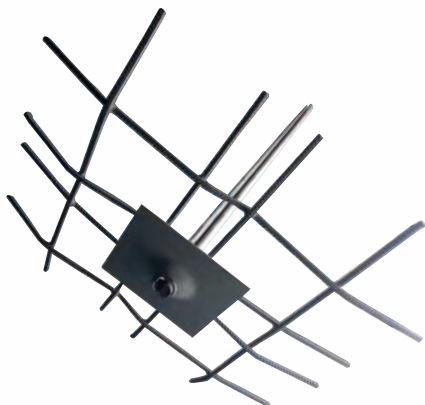
- 1 - стержень анкера;
- 2 - опорное кольцо;



ЗАПАТЕНТОВАННАЯ РАЗРАБОТКА ООО «ОКС»

Анкер трубчатый фрикционный АТФ W-профиля является разработкой компании ООО «ОКС», о чем свидетельствуют патенты на полезную модель № 170365, №187334, №193246, №197298.





5. Секция анкерной крепи АТФВ (с армокаркасом АТФ)

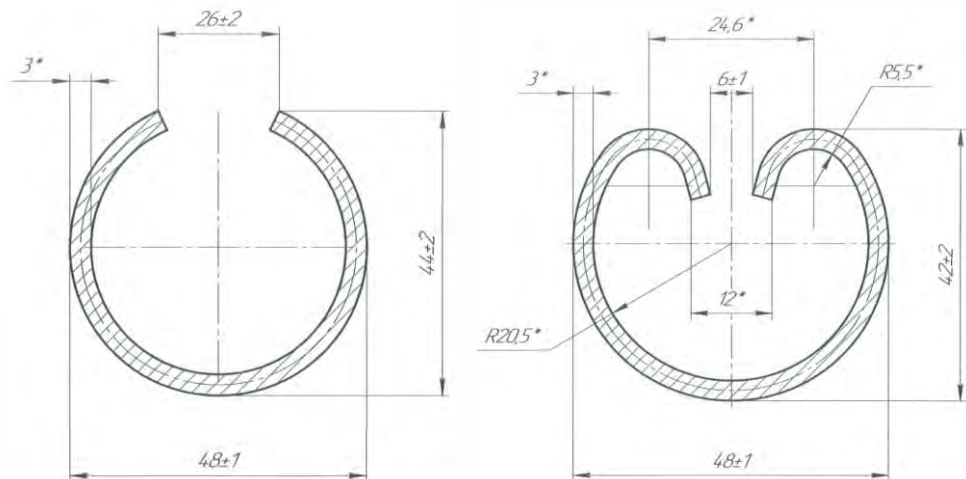


6. Производство анкеров АТФВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕИМУЩЕСТВ АНКЕРОВ АТФ W-ПРОФИЛЯ ПЕРЕД СТАНДАРТНЫМИ АНАЛОГАМИ С-ПРОФИЛЯ.

Кузбасским государственным техническим университетом им. Т.Ф. Горбачева были проведены исследования по сравнению распорного усилия, возникающего в стенках анкера С-профиля (Split-Set) со стандартной толщиной стенки 3 мм и анкера АТФ W-профиля с толщинами стенки 2, 2,5 и 3 мм при установке анкеров в скважину. Из таблицы видно, что анкер АТФ W-профиля даже при толщине стенки 2 мм имеет большее распорное усилие, чем стандартный анкер Split-Set с толщиной стенки 3 мм. А анкер АТФ W-профиля с толщиной стенки 3 мм превосходит анкер Split-Set с толщиной стенки 3 мм в 3,6 раза.

7. Сравнение профилей фрикционных анкеров С-образного сечения с толщиной стенки 3мм и W-образного сечения с толщиной стенки 3 мм.

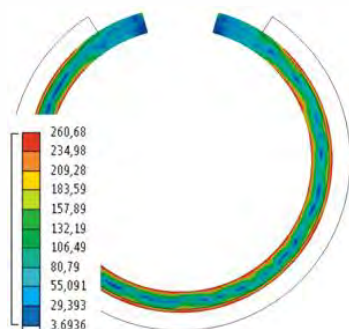


ТИП АНКЕРА	ТОЛЩИНА СТЕНКИ	МЕТАЛЛО-ЁМКОСТЬ	РАСПОРНОЕ УСИЛИЕ F_p , кН	
			на 1 мм длины	F_p , %
SPLIT-SET	3,0	100%	0,155	100%
АТФ W	2,0	84%	0,248	160%
АТФ W	2,5	100%	0,312	201%
АТФ W	3,0	122%	0,521	336%

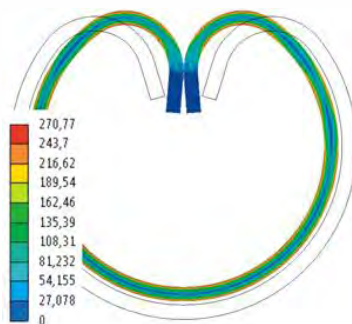
На рисунке 8 показано распределение интенсивности напряжений при установке анкеров с различным сечением в шпур. Анализ распределения интенсивности напряжений показывает, что напряжения для сечения С3 имеют минимальное для всех моделируемых сечений и составляет 260 МПа. Интенсивность напряжений максимальна для сечения W2,5 и достигает 311 МПа, для сечения W3 снижается до 301 МПа.

W-образное сечение является более эффективным с точки зрения металлоемкости. Для С-образного сечения с толщиной стенки 3 мм отношение распорного усилия к массе анкера составляет 57 кН/кг, для W-сечения эта величина составляет 109 кН/кг, 114 кН/кг и 157 кН/кг для толщины стенки 2 мм, 2,5 мм и 3 мм соответственно.

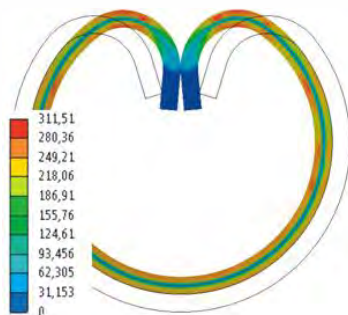
8. Распределение интенсивности напряжений при установке анкеров в шпур (МПа)



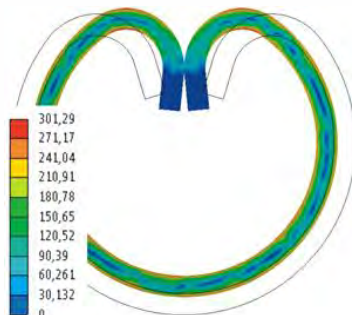
сечение С3 - SPLIT-SET (3,0мм)



сечение W2 - АТФW (2,0мм)

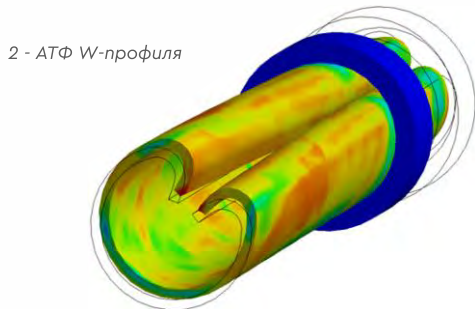
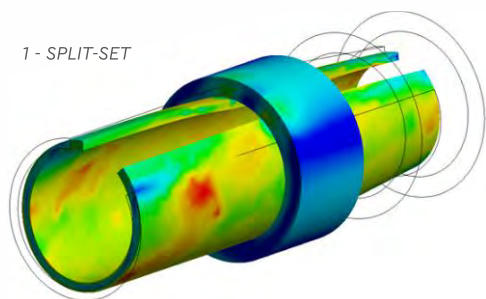


сечение W2,5 - АТФW (2,5мм)



сечение W3 - АТФW (3,0мм)

9. Конечно-элементная модель установки в шпур фрикционного анкера



Ввиду вышеизложенного применение анкеров АТФ W-профиля с толщиной стенки 2,0 мм может служить альтернативой использования анкеров Сплит-Сет с толщиной стенки 3 мм без снижения несущей способности, при этом **материалоемкость анкерной крепи снизится на 16%, а значит снизится ее стоимость и трудоемкость возведения.**

Применение анкерной крепи с фрикционным закреплением АТФ W-профиля с уменьшенной толщиной стенки позволяет сократить затраты на добычу руды на 4-5%.

ПРИМЕНЕНИЕ АНКЕРОВ АТФ W-ПРОФИЛЯ С ТОЛЩИНОЙ СТЕНКИ 2,5-3,0мм ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ СЕТКИ АНКЕРОВАНИЯ

При применении анкеров АТФ W-профиля с толщиной стенки 2,5 и 3,0 мм вместо анкеров Split-set с толщиной стенки 3 мм, можно рассматривать вопрос о расширении сетки анкерования, т.е. увеличении расстояния между анкерами в ряду и расстояния между рядами, тем самым снижая количество устанавливаемых анкеров.

**7 анкеров
SPLIT-SET (x 50кН)**



**5 анкеров
АТФW (x 75кН)**



*вес свода естественного равновесия = 30 тонн силы (~294 кН)

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТ РАСШИРЕНИЯ СЕТКИ ШТАНГОВАНИЯ

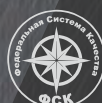
№ п/п	Наименование показателей	Ед.изм.	Split-Set с толщиной стенки 3,0 мм	АТФ W-профиля с толщиной стенки 2,5 мм	Экономическая эффективность, %	Экономия, руб
1	Стоимость анкера L=2000, руб без НДС	руб.	936,00	936,00	0%	
2	Размер армокаркаса	мм	950x950	1250x1250		
3	Стоимость армокаркаса	руб.	720,00	834,00	-14%	
4	Материалоёмкость анкерной крепи	шт. на 1 п.м.	10	8	25%	
		шт. на 100 п.м	1000	800		
		руб. на 100 п.м.	1 656 000,00	1 416 000,00	17%	
5	Трудоёмкость монтажа анкер+армокаркас (Гранд Смета)	руб. на 1 шт	1 253,00	1 176,90	6%	
		руб. на 1 п.м.	12 530,00	9 415,20	33%	
		руб. на 100 п.м.	1 254 300,00	1 176 900,00	7%	77 400,00
6	Стоимость ТО и ТР	руб. на 100 п.м.	166 666,67	150 000,00	10%	16 666,67
7	Стоимость работы техники (ГСМ + амортиз.)	руб. на 100 п.м.	326 666,67	294 000,00	10%	32 666,67
8	Стоимость расходных материалов	руб. на 100 п.м.	45 710,00	36 568,00	10%	9 142,00
		руб. на 1000 п.м.	457 100,00	365 680,00	10%	91 420,00
9	Экономический эффект на 100 п.м.	руб.	3 449 343,33	3 073 468,00	12%	375 875,33
10	Экономический эффект на 1000 п.м.	руб.	34 493 433,33	30 734 680,00	12%	3 758 753,33

Применение анкерной крепи с фрикционным закреплением АТФ W-профиля при разрежении сетки анкерования позволяет сократить затраты на добычу руды на 10-12%.



ОКС

МЫ ОБЕСПЕЧИВАЕМ **БЕЗОПАСНОСТЬ**
ОДНОЙ ИЗ САМЫХ ОПАСНЫХ ПРОФЕССИЙ В МИРЕ



2021

2020

2018



РФ, г. Кемерово, ул. Пчелобазы, 35
8 800 301 3338, +7 (3842) 78-01-82
info@oksib.ru
www.oksib.ru

- t.me/oks_prom
- vk.com/oksib
- zen.yandex.ru/oksib