

## О ПРОФИЛЕ ДЛЯ КОСТРОВОЙ КРЕПИ ИЗ СТЕКЛОПЛАСТИКОВ

Е. А. БОБЕР

Среди многих видов посадочной крепи находят применение разборные переносные костры. В Донбассе на 1 января 1957 г. ими было оборудовано 213 лав [4]; в Кузбассе на конец 1957 г. их было установлено 1830 штук.

Для выкладки костров в настоящее время применяют в основном отрезки рудничных рельсов. Как показала практика, костры, составленные из отрезков рудничных рельсов, при длительной работе почти не деформируются, а расход их обусловлен в основном потерями в обрушаемом пространстве. Следовательно, с точки зрения несущей способности костры из рельсов удовлетворяют требованиям, предъявляемым к посадочным крепям. Однако, с другой стороны, они обладают существенным недостатком. Укладка костров из рельсовых отрезков является трудоемким процессом. С увеличением мощности пласта вес костра увеличивается, что приводит к снижению производительности труда костерщиков.

С целью избежания недостатков, присущих кострам из отрезков рельсов, были попытки применять для их выкладки отрезки из двутавровых и швеллерных балок № 16—20, которые по сравнению с рельсами при незначительном увеличении веса 1 пог. м имеют почти в два раза большую высоту. За счет этого в костер укладывается меньше отрезков, и вес его снижается в 1,5—2 раза. Для придания большей устойчивости элементам костровой крепи из двутавровых и швеллерных балок между полками в местах опор приваривали отрезки уголкового железа.

Опыт применения костров из двутавровых и швеллерных балок показал, что они не могут противостоять нагрузкам, возникающим в лавах. При наличии большого горного давления в стенках элементов возникает продольный изгиб, изгибаются также и полки. В результате этого конструкция становится неустойчивой. Следовательно, при большей высоте применявшихся профилей, что является положительным, толщина стенки в 6—7 мм (табл. 1) оказывается недостаточной.

Таблица 1

Наименование показателей	Рудн. рельс 24 кг пог. м	Двутавр № 20—а	Двута- тавр № 18	Швеллер № 16—а	2 сварен- ных швел- лера № 16—а
Высота профиля, мм	107	200	180	160	160
Толщина стенки, мм	10,5	7,0	6,5	6,5	13
Вес 1 пог. м, кг.	24,04	27,9	24,1	17,23	34,46
Вес костра при мощно- сти пласта 1,2 м	530	335	290	240	480

Таким образом, костры из рудничных рельсов являются металлоемкими, что сказывается на производительности труда костерщиков, а костры из двутавровых и швеллерных балок не обладают необходимой несущей способностью.

Следует также отметить, что на некоторых шахтах Кузбасса были применены костры, выкладываемые из отрезков корытообразного профиля (типа арочной крепи из спецпрофиля для подготовительных выработок).

Таким образом, практика выкладки костров из различных профилей проката показала, что ни один из них по сути дела не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к индивидуальным посадочным креплениям (легкость, прочность и пр.). В связи с этим предлагается [1; 8] идти по пути создания специального профиля для костровой крепи. Такой профиль должен способствовать уменьшению веса костра, обеспечить высокую не-

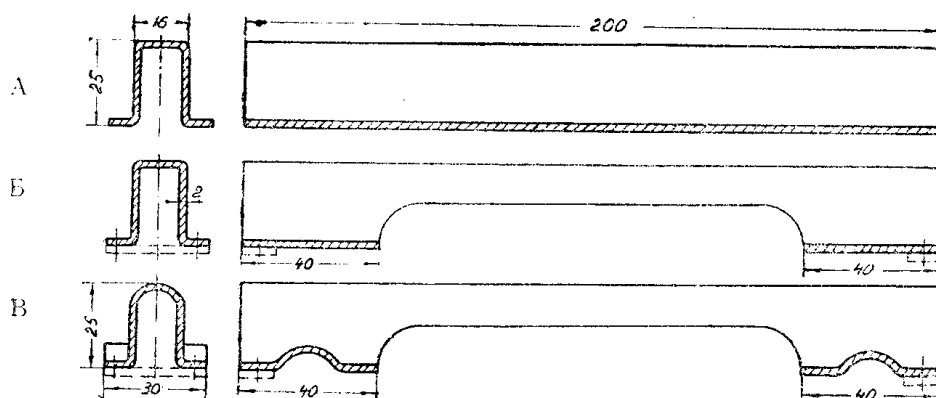


Рис. 1. Модели металлических профилей, испытанные в лабораторных условиях

сущую способность его, позволить быстроту, простоту и точность сборки конструкции при переноске. В этом отношении нами разработано и изготовлено из листовой стали путем гнутья три модификации спецпрофиля (рис. 1), которые испытаны в виде моделей уменьшенного размера. На рис. 2 показан момент испытаний модели костра из профиля В.

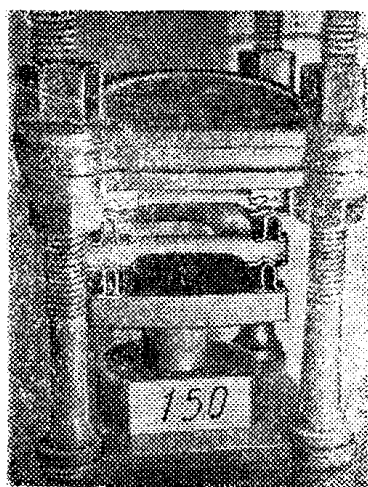


Рис. 2. Испытание модели из профиля В. Нагрузка 5775 кг.

Лабораторные испытания показали, что костер, сложенный из профиля В, выдерживает значительно большую нагрузку (рис. 3), чем костры из профиля А и Б. Этому способствует: а) точность сборки конструкции, предотвращающая появление деформаций поперечного изгиба; б) наличие «шарнирного» соединения в опорах, обеспечивающего плотное соприкосновение смежных отрезков. На основании опыта применения костровой крепи, лабораторных испытаний спецпрофиля и испытаний некоторых профилей в ДИИ [5] можно заключить, что потеря несущей способности происходит за счет продольного изгиба стенки профиля. Поэтому для определения несущей способности конструкции можно воспользоваться теорией продольно сжатых пластинок [6; 7], уподобив стенки профиля пластинкам со свободно опертыми краями.

Примем следующие возможные размеры натурального образца спецпрофиля. Высота — 175 мм; толщина стенки — 10 мм; длина рабочей части стенки — 200 мм; ширина по верху — 100 мм, ширина по низу — 180 мм; длина отрезка в зависимости от мощности пласта — 800—1000 мм, высота прямой части стенок — 150 мм, высота профиля в ослабленной части — 80 мм. Вес одного отрезка при длине 0,8 м составит около 22 кг, при длине 1,0 м — 25 кг. Костер из такого профиля легче костра из рельсов. Его вес при мощности пласта 1,2 м с учетом замковых балок составит около 350 кг против 530 кг из рельсов 24 кг пог. м. При принятых параметрах спецпрофиля максимальная воспринимаемая (разрушающая) нагрузка на костер составит около 350 т; это превышает разрушающую нагрузку на костер из рудничных рельсов.

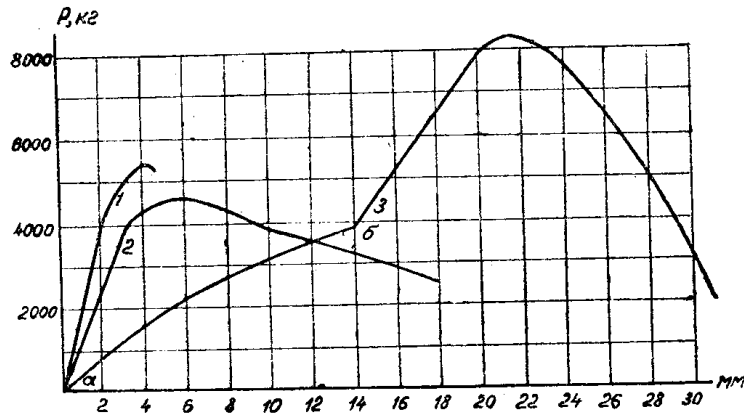


Рис. 3. Характеристики испытанных моделей металлических костров

Таким образом, применение такого фасонного профиля позволило бы снизить расход металла на выкладку костра, обеспечить достаточную несущую способность его; в конечном итоге это способствовало бы повышению производительности труда рабочих, занятых управлением кровли.

Однако нужно отметить, что вес рудничной крепи является важнейшим фактором, влияющим на трудоемкость работ по креплению. Поэтому при использовании металла для изготовления индивидуальной переносной крепи не представляется возможным коренным образом снизить трудоемкость работ по креплению, так как крепь остается тяжеловесной, особенно когда предполагается ее применить на пластах мощностью более 1,5—2,0 м. Для пластов с большей мощностью по существу нет приемлемых конструкций металлической крепи, исключая проведение опытных работ.

Существенное влияние на снижение трудоемкости работ по креплению окажет применение легких и прочных материалов. Всесоюзным научно-исследовательским угольным институтом (ВУГИ) проводились работы по изысканию новых конструкционных материалов [2]. В общем виде наиболее эффективными в смысле удельной прочности (отношение временного сопротивления к объемному весу) являются стекловолоконные материалы на смоляной основе. В настоящее время разработан новый вид высокопрочного стекловолоконного анизотропного материала — СВМ [3].

### Конструкционные свойства СВМ

СВМ является однородным анизотропным материалом. Он гидрофобен, не подвержен гниению и коррозии. С этой точки зрения удов-

летворяет требованиям, предъявляемым к материалу шахтной крепи. Этот материал обладает высокой прочностью. По удельной прочности он даже превышает удельную прочность закаленной стали 30ХГСА (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика конструкционных материалов

Материал	Удельный вес	Временное сопротивление растяжению, кг/мм <sup>2</sup>	Временное сопротивление сжатию, кг/мм <sup>2</sup>	Модуль упругости, кг/мм <sup>2</sup>	Удельная ударная вязкость, кг.см/см <sup>2</sup>	Удельная жесткость	Удельная прочность
Сталь 30ХГСА	7,85	160	160	2000	450	2680	20,4
Сталь 3	7,85	38—47	38—47	21000	800	2680	5,4
Дюралюминий Д 16	2,80	42—46	42—46	7200	300	2570	15,7
Сосна	0,55	9,4	4	1200	—	2180	17,1/7,3
СВАМ (1:1)	1,9	48—50	42	3500	245—270	1840	25,8/22
СВАМ (10:1)	1,9	90—95	—	5800	—	3050	48,6

- Примечание. 1. В скобках указано соотношение продольных и поперечных слоев.  
2. В числителе указана удельная прочность при растяжении в знаменателе — при сжатии.

Из данных таблицы следует, что прочность СВАМ зависит от соотношения продольных и поперечных слоев. При увеличении числа продольных слоев прочность материала на растяжение значительно возрастает. Однородность и анизотропность СВАМ дает возможность, комбинируя ориентирование слоев, получать наиболее рациональные конструкции.

СВАМ обладают высоким модулем упругости, для них справедлив закон Гука почти вплоть до разрушения. Эти материалы позволяют создавать весьма жесткие конструкции. Важным свойством СВАМ является достаточно высокая удельная ударная вязкость, что выгодно отличает их от других пластмасс, например волокнита, обладающего большим временным сопротивлением сжатию при весьма малой удельной ударной вязкости. Это особенно важно, так как в шахтных условиях придется иметь дело с ударным приложением нагрузки (например, при установке крепи).

Таким образом, приведенная характеристика на основании опубликованных данных [2; 3] позволяет сделать вывод о том, что этот материал может быть применен для изготовления крепи очистных забоев. Исследованиями ВУГИ установлено, что СВАМ в рудничной крепи могут быть применены в виде труб, плит, пластин, балок и других открытых фасонных профилей в таких конструкциях, как стойки, верхняки, затяжки, костры, тумбы и пр.

**Возможная конструкция костровой крепи из СВАМ**

Рассмотрев в общих чертах свойства СВАМ, коснемся возможной конструкции костровой крепи из этих материалов. Выше отмечено, что из испытанных металлических моделей профилей лучшими свойствами обладает модель В. Этот фасонный профиль позволяет производить точную сборку. Это приводит к тому, что элементы конструкции работают

на сжатие и отсутствуют напряжения поперечного изгиба. Этим самым возможно облегчение элементов путем ослабления средней части отрезка. Кроме того, при наклонном падении облегчается процесс выкладки костра: не требуется пробивать дополнительные стойки с целью предотвращения сползания отрезков в сторону падения. Необходимым условием является применение замковых балок для разгрузки костра из-под давления. В противном случае конструкция становится неразборной.

Учитывая конструкционные свойства СВМ, считаем возможным использование этих материалов для изготовления элементов костровой крепи в виде фасонного профиля, общий вид которого представлен на рис. 4.

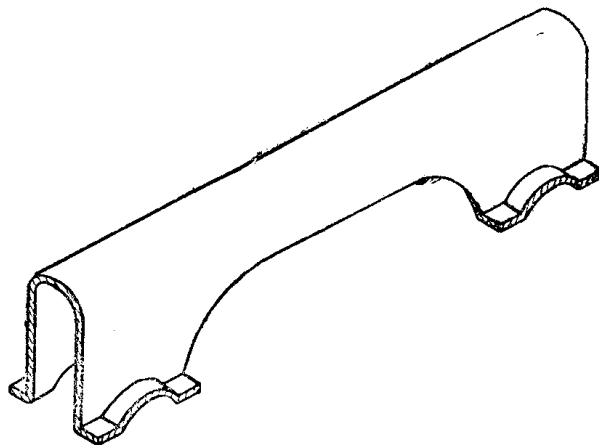


Рис. 4. Общий вид фасонного профиля для костровой крепи

Разборный переносный костер из такого фасонного профиля будет в 5—6 раз легче костра, составленного из рельсов. При этом, приняв соответствующие параметры предлагаемого в общем виде спецпрофиля, ориентировочно указанные выше, можно придать конструкции достаточную несущую способность. В конечном счете это позволит значительно повысить производительность и облегчить условия труда рабочих, занятых управлением кровли.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бобер Е. А. К вопросу о направлениях в конструировании металлических костров. Известия Томского политехнического института, т. 84, Томск, 1956.
2. Билик Ш. М., Панов А. Д. Шахтная крепь из стекловолокна. Уголь, № 10, 1957.
3. Буров А. К., Андреевская Г. А. Стекловолокнистые анизотропные материалы и их техническое применение. Изд-во АН СССР, 1956.
4. Давидяц В. Т. Управление кровлей полным обрушением. Углетехиздат, 1957.
5. Липкович С. М. На статью Онищенко «О металлических кострах облегченного типа». Уголь, № 7, 1950.
6. Тимошенко С. П. Сопротивление материалов, т. 2 (перевод с английского). Гостехиздат, 1946.
7. Тимошенко С. П. Устойчивость упругих систем (перевод с английского) Гостехиздат, 1946.
8. Щербак Н. И., Денисов В. В. Опыт применения металлической крепи в лавах шахты «Капитальная I». Кемерово, 1956.