

УДК 622.268.2

Прокудин А.З., соискатель кафедры строительства, геотехники и геомеханики
Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепр, Украина

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОФИЛЬНОГО ЛИСТА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕГО В КАЧЕСТВЕ МЕЖРАМНОГО ОГРАЖДЕНИЯ

Опыт эксплуатации шахт в сложных горно-геологических условиях свидетельствует, что для обеспечения эксплуатационного состояния выработок необходимо вместе с установкой крепи применять специальные мероприятия по повышению их устойчивости.

В настоящее время на шахтах Западного Донбасса для поддержания капитальных выработок в сложных условиях применяют комбинированную крепь с тампонажем закрепного пространства. Многолетний опыт поддержания выработок на шахтах в этом регионе показал их высокую эффективность и технологичность [1,2]. За счет равномерного распределения нагрузки, устранения точечных усилий и перекоса, рационально используется материал крепи, снижается величина изгибающих моментов, эффективнее работают узлы податливости, появляется дополнительный несущий слой из затвердевшего материала. Несущая способность крепи в данном случае увеличивается в несколько раз. В качестве несущей конструкции, при креплении протяженных выработок на шахтах Западного Донбасса применяется металлическая крепь КШПУ с железобетонным ограждением (затяжкой). Затяжки, как несущий элемент в данной конструкции неэффективны, поскольку имеют низкую несущую способность, ресурсоемкость, крайне не технологичны, формируют большое количество стыков после их укладки, и фактически выполняет при тампонаже роль опалубки. Следовательно, она может быть заменена более удобным по технологичности и менее дорогим материалом, к примеру, профильным листом. Однако для его использования в качестве межрамного ограждения в конструкции крепи магистральных выработок, необходимо выбрать такие его параметры, которые бы удовлетворяли основным условиям применения в качестве ограждающего и несущего элемента.

Рассмотрим конструктивные параметры профильного листа. Профильные листы в зависимости от назначения и особенностей изготовления классифицируют на следующие виды:

- по назначению:
 - а) кровельные – для настила покрытий (H);
 - б) стеновые – для стеновых ограждений (C)
 - в) универсальные – для настила и стеновых ограждений (HC);
- по материалу исходной заготовки:
 - а) листы из тонколистового оцинкованного проката;
 - б) листы из тонколистового проката с алюминиевым покрытием;

- в) листы из тонколистового алюминированного проката и проката с алюмокремнивым покрытием;
 г) листы из тонколистового проката с электролитическим цинковым покрытием;

• по наличию защитно-декоративного лакокрасочного покрытия:

а) листы без лакокрасочного покрытия;

б) листы с лакокрасочным покрытием.

Помимо габаритных размеров (длина – L , ширина – B), листы имеют следующие конструктивные параметры (рис. 1):

- толщина изделия (f);

- высота профиля ($h_{\text{проф}}$). Данный параметр указывает расстояние между крайними точками двух смежных гофр;

- полезная (рабочая) ширина изделия ($L_{\text{полезная}}$). Ширина листа с учетом технологии стыковки двух профиля, т.е. их перекрытия на длину одной гофры (внахлест). Обычно данный параметр меньше габаритного размера одного изделия на 40...80 мм;

- ширина «волны» профильного листа (b_1, b_2). От этой величины зависит жесткость изделия;

- расположение полок листа. Изделие имеет две стороны – “А” (узкая полка) и “В” (широкая полка). При монтаже сторона “А” должна воспринимать нагрузку, а “В” – располагается на монтажную опору. Такое правильное расположение профильного листа позволит максимально использовать его несущую способность.

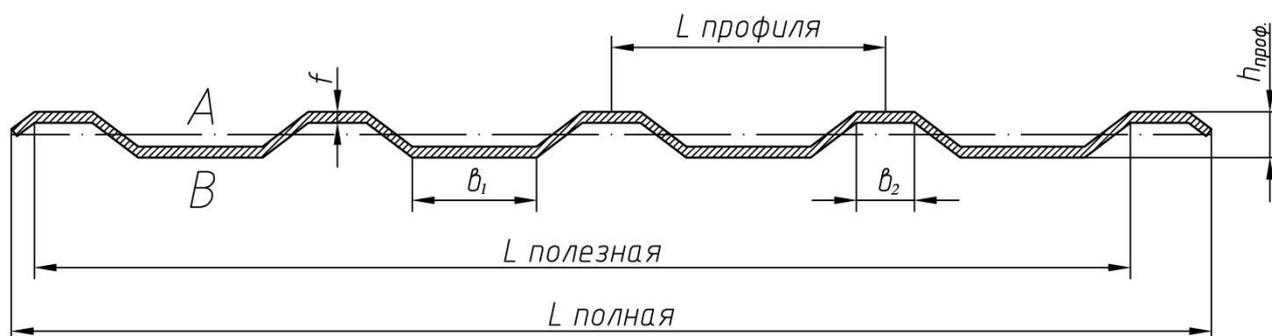


Рис. 1. Конструктивные параметры профильного листа

Изготовители профильного листа на каждое изделие, в зависимости от вышеприведенных параметров, приводят значения допустимой равномерно распределенной нагрузки. Она рассчитана с учетом:

- схем опирания (1-, 2-, многопролетная), с минимальным расстоянием между опорами 0,5 м;
- вариантов опирания (стороной “А” или “В”);
- толщины листа;
- минимальной площади опирания.

В случае применения профильного листа в качестве межрамного ограждения, при выборе схемы опирания и расстояния между опорами следует основываться на технологии крепления выработки, а конкретно на шаге установки крепи. Например, при шаге установке рам крепи через 0,5 м, и длине профильного листа 1,0 м необходимо выбирать 2-х пролетную схему с расстоянием 0,5 м между опорами (рис. 2). Также целесообразно опирать листы на рамы крепи стороной “В”.

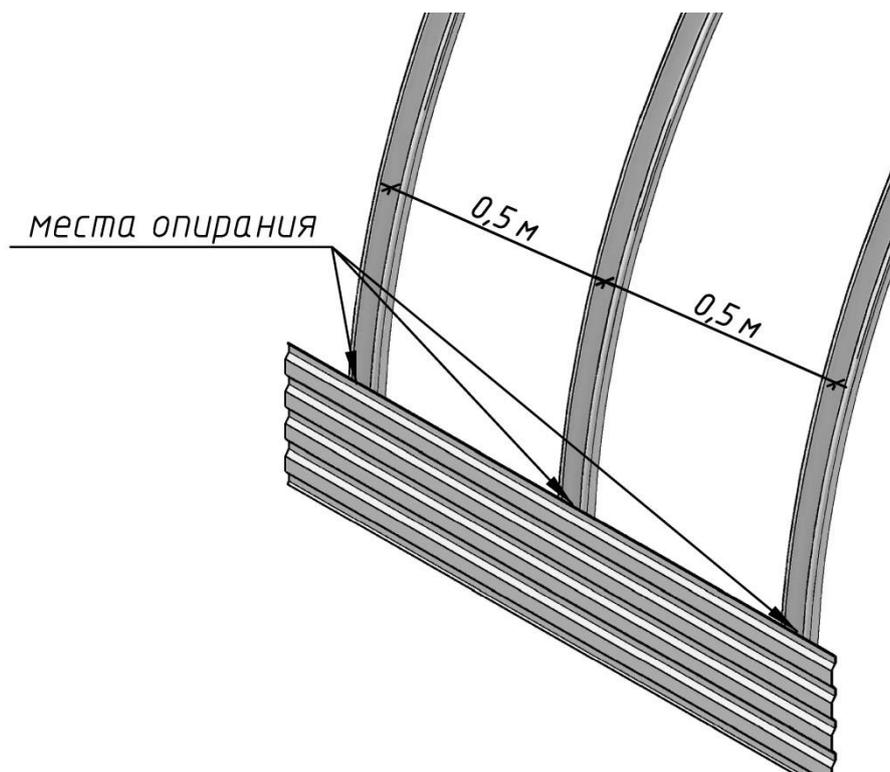


Рис. 2. Схема опирания профильного листа на рамную крепь

При определении нагрузки, которая воздействует на межрамное ограждение, учитывая ее назначение, необходимо руководствоваться следующими рассуждениями. После возведения крепи и монтажа профильного листа в качестве межрамного ограждения предполагается выполнение тампонажа закрепного пространства. Так как, производство последнего осуществляется на расстоянии 15-30 м от груди забоя, смещения породного контура не должны оказывать давление на профлист. Тогда основную нагрузку на межрамное ограждение будет оказывать закачиваемый тампонажный раствор (рис. 3). Формула для определения такого гидростатического давления имеет вид:

$$P_{гидр} = \gamma_p V_p, \text{ кН}, \quad (1)$$

где γ_p , V_p – объемный вес и объем закачиваемого тампонажного раствора соответственно.

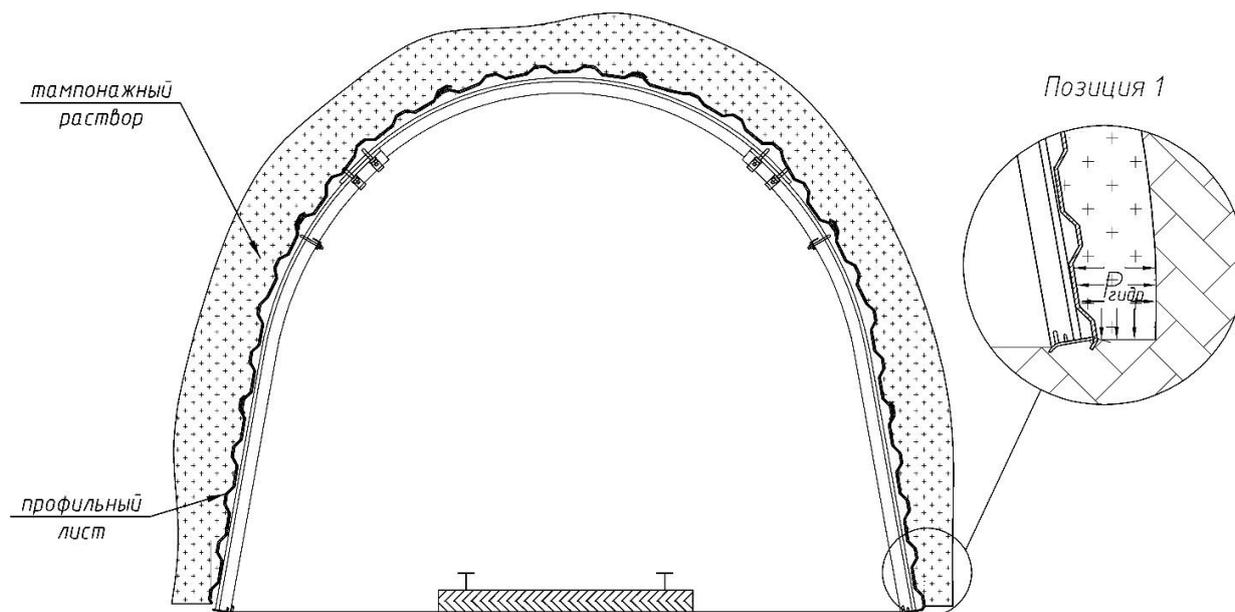


Рис. 3. К определению нагрузки на профильный лист

Объемный вес тампонажного раствора, с использованием в его составе дробленой шахтной породы, согласно результатам исследований [3] равен $\gamma_p = 2300 \text{ кг/м}^3$. Данная величина была принята для выполнения дальнейших расчетов.

Объем раствора может быть определен как произведение 1 м.п. выработки на поперечную площадь закрепного пространства, однако вычисление последнего усложняется из-за криволинейной конфигурации профиля крепи. Принимая во внимание регламент выполнения тампонажных работ, которым предусмотрено поэтапное заполнение закрепного пространства на высоту 1,25 м, 3,75 м и последующее заполнение кровли, в программном комплексе AutoCAD был произведен расчет соответствующих площадей для крепи КШПУ-17,7. Расчетная схема приведена на рис. 4, а результаты вычислений в таблице 1. Поперечная ширина закрепного пространства изменялась от 5 до 25 см.

Таблица 1

Результаты вычислений поперечной площади закрепного пространства

Поперечная площадь (S), м ²	Поперечная ширина закрепного пространства ($b_{з.п.}$), м				
	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
S ₁	0,063	0,126	0,189	0,253	0,315
S ₂	0,137	0,274	0,411	0,547	0,683
S ₃	0,083	0,171	0,263	0,360	0,462

Для проведения расчетов и последующего анализа запишем ф. (1) в виде:

$$P_{гидр} = \gamma_p \cdot S_i \cdot l, \text{ кН}, \quad (2)$$

где S_i – площадь соответствующего сектора, заполняемого тампонажным раствором закрепного пространства (см. рис. 4).

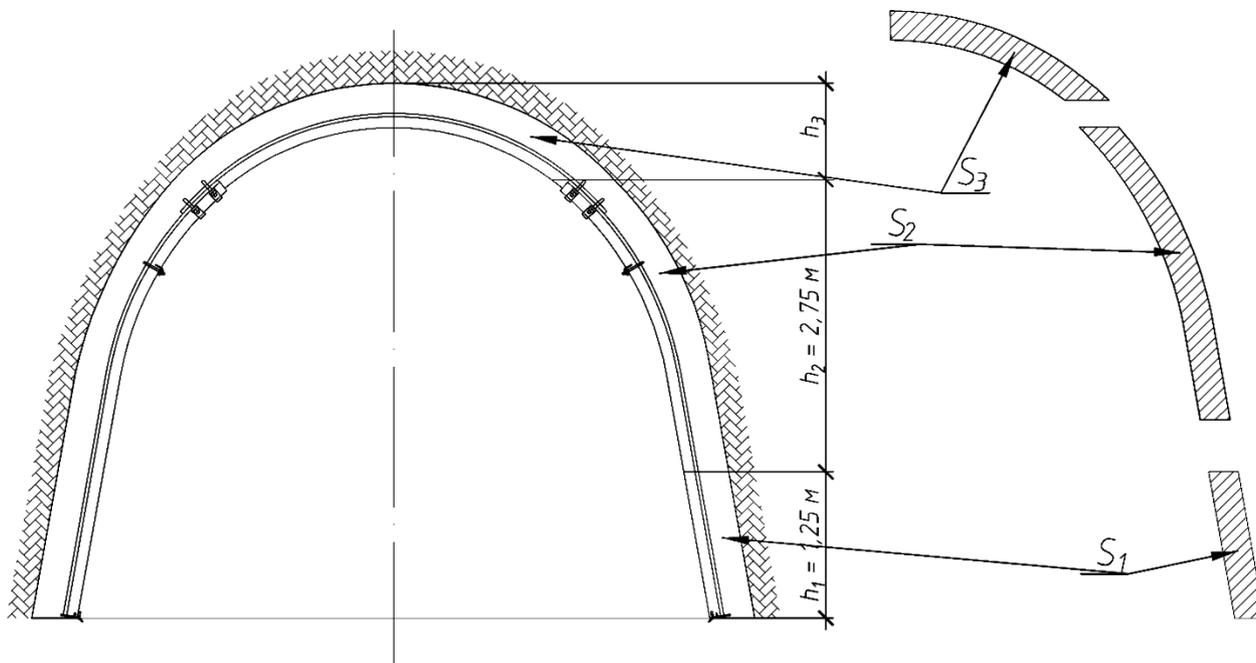


Рис. 4. Схема определения поперечной площади закрепного пространства

Для перехода от гидростатического давления к давлению на поверхность профильного листа необходимо отнести гидростатическое давление $P_{гидр}$ на единицу площади (1 м^2). Кроме того, для повышения надежности и безопасности выполняемых работ, введем коэффициент запаса k_n , принимаемый в пределах 1,2...1,4. Тогда формула для определения максимального давления на поверхность профильного листа примет окончательный вид:

$$P_{max} = k_n \cdot \gamma_p \cdot S_i, \text{ кН/м}^2 \quad (3)$$

Из вычисленных по формуле (3) величин для трех этапов заполнения закрепного пространства, выбираем наибольшую (при $S_i = S_2$) которая будет использована для дальнейших расчетов. Рассчитанные значения P_{max} представлены в табл. 2.

Дальнейший выбор необходимого профиля необходимо выполнять на основании величины полученной по формуле (3) и данных предоставляемых заводом изготовителем, с учетом стоимости изделия.

Рекомендуется для удобства выполнения работ по монтажу ограждению межрамного пространства, с учетом условий ручного труда и сводчатой формы кровли выработки, использовать изделия с шириной 1,0 м в бортах выработки,

и шириной 0,5 м в кровле. Длина профиля зависит от выбранного типа металлопрофиля и его массы и шага установки рамной крепи.

Таблица 2

Расчетные значения давления на поверхность профильного листа

№ п/п	k_n	$b_{з.п.}, м$	$P_{max}, кг/м^2$	$P_{max}, кН/м^2$
1	1,2	0,05	378,1	3,7
2		0,10	756,2	7,4
3		0,15	1134,4	11,1
4		0,20	1509,7	14,8
5		0,25	1885,1	18,5
6	1,3	0,05	409,6	4,0
7		0,10	819,3	8,0
8		0,15	1228,9	12,1
9		0,20	1635,5	16,0
10		0,25	2042,2	20,0
11	1,4	0,05	441,1	4,3
12		0,10	882,3	8,7
13		0,15	1323,4	13,0
14		0,20	1761,3	17,3
15		0,25	2199,3	21,6

Учитывая выше изложенные рассуждения, а также необходимость стыковки двух смежных профильных листов, были разработаны два варианта принципиальных схем необходимых для численного расчета основных параметров изделия (рис. 5, $q = P_{max}$).

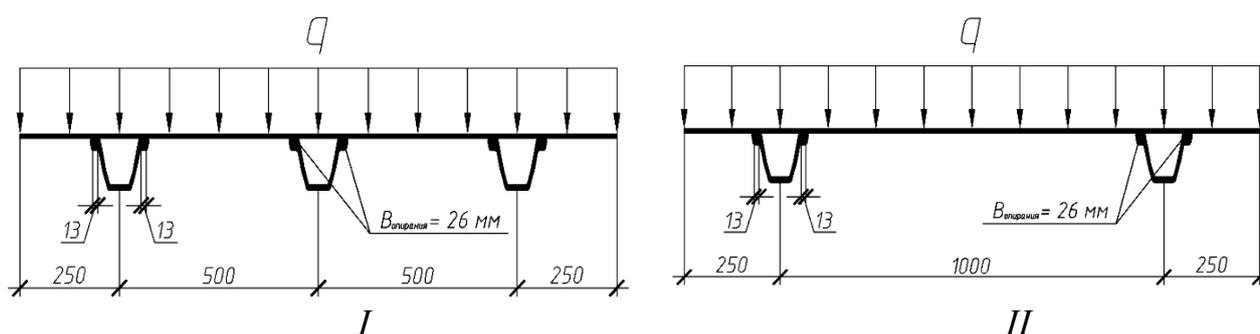


Рис. 5. Схемы нагружения при шаге установки рамной крепи:

I – 0,5 м; II – 1 м

Выполненные исследования позволили определить максимальную нагрузку на профильный лист, используемый в качестве межрамного ограждения, а также его основные параметры.

В дальнейшем, результаты исследования дают возможность провести анализ коммерческих предложений поставщиков профильного листа, а затем выполнить экономический анализ целесообразности его применения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология заполнения закрепного пространства торкрет-ангидритом для капитальных выработок шахт Западного Донбасса / А.Н. Шашенко, А.В. Солодянкин, М.А. Поздняков, В.И. Пилюгин // Форум гірників-2012: Матеріали міжнар. конференції. – Дніпропетровськ: РВК НГУ. – 2012. – С. 94-98.

2. Переход Богдановского сброса: обоснование, технология, мониторинг, результат. – Монография / М.В. Барабаш, С.А. Воронин, В.И. Пилюгин, В.Г. Снигур, С.В. Мкртчян, А.Н. Шашенко, С.Н. Гапеев, А.В. Солодянкин и др. – Днепропетровск: ЛизуновПрес, 2016. – 300 с.

3. Перспективы использования извлекаемой породы при обеспечении устойчивости капитальных выработок шахт ЧАО «ДТЭК Павлоградуголь». – Монография / С.А. Воронин, С.В. Мкртчян, А.В. Солодянкин, М.А. Выгодин и др. – Днепропетровск: Литограф, 2016. – 88 с.