

# Опытно промышленные испытания анкерно-тросовой крепи

**Автор:** Д.Т. Карабань, директор института, А.Л. Поляков, зав. горным отделом, к.т.н., В.А. Губанов, зам. директора по научной работе, доктор технических наук. ЧУП Институт горного дела, г. Солигорск, Беларусь. В.Я. Прушак, технический директор, доктор технических наук, профессор. ЗАО Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с опытным производством, г. Солигорск, Беларусь

**Источник:** <http://www.vipstd.ru/journal/content/view/414/156/>

---

На страницах настоящего журнала уже приводились данные о лабораторных и шахтных исследованиях грузонесущих характеристик анкерно-тросовой крепи, составе крепи и порядке ее установки в горных выработках [1]. Исходя из этого, в рамках данной статьи приведены результаты только опытно-промышленных испытаний крепи в реальных промышленных условиях, в частности, в условиях конвейерного штрека лавы №77 гор.-420 м рудника 3 РУ РУП ПО «Беларуськалий». Выемочный столб лавы № 177 расположен в непосредственной близости от Северного тектонического нарушения и ограничен на северо-западе главными выработками юго-восточного направления, а на северо-востоке – Центральным тектоническим нарушением. Кровля подготовительных выработок представлена, в основном, глинисто-соляными породами, прослойками песчаниковидной каменной соли. В основной кровле имеются мергелистые и доломитовые прослойки. Породы основной кровли, по классификации ЗАО «СИПР с ОП», на высоту до 20 м относятся к труднообрушающимся [2]. Породы непосредственной кровли на высоту до 2 метров по условиям устойчивости отнесены ко II классу в соответствии с классификацией ОАО «Белгорхимпром» [3].

Крепление выработок в слабоустойчивых породах и глубинах разработки свыше 800 м были предприняты (кроме анкерной крепи) в опытной лаве №21 гор.-670 м рудника 4 РУ по выемке IV силвинитового слоя, где кровля конвейерного штрека лавы была закреплена металлической трапециевидной крепью КПС-3 из спецпрофиля СВП-27 [4].

Многообразие вариантов крепления конвейерного штрека данной крепью (в сочетании с анкерной) объяснялся поиском сокращения затрат на ее установку и обеспечением безопасности при ее обслуживании. Тем не менее, даже при самом лучшем варианте поддержания штрека, прогиб кровли достигал значений 200–250 мм. Замена боковых стоек крепи двумя парами анкеров (рис. 1б) довольно часто приводила к обрыву (срезу) одного из анкеров в паре и создавало аварийную ситуацию. Поэтому в последующем каждая сторона верхняка (относительно полости) крепилась двумя парами анкеров (рис. 1в).

Стоимость поддержания одного погонного метра выработки в те годы (середина 80-х) данной крепью была соизмерима с себестоимостью добычи руды и поэтому не нашла промышленного применения. Исходя из вышесказанного, а также с учетом перехода в ближайшие годы на глубины разработки свыше 750–800 м и возникла необходимость разработки новой крепи для крепления кровли выработок, пройденных в слабоустойчивых породах.

Предлагаемая анкерно-тросовая крепь разрабатывалась как альтернативная для уже существующей и проверенной, но с существенно лучшими грузонесущими характеристиками.

По своей конструкции она близка к стяжной крепи, которая используется на месторождении более 10 лет для поддержания нарушенной кровли в выработках шириной до 4,0-4,5 м [5].

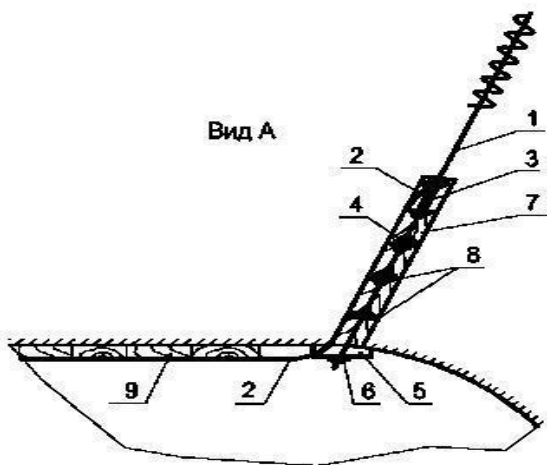
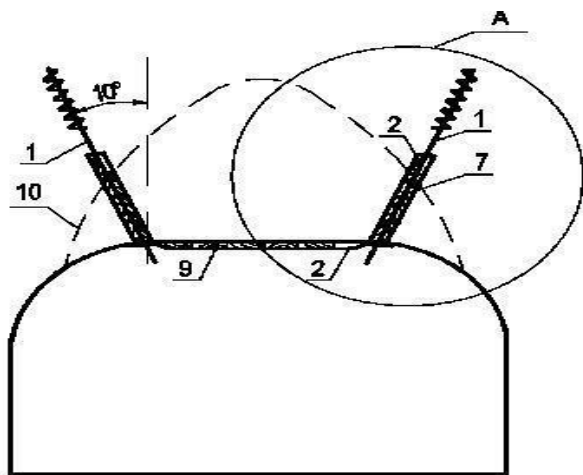
Стяжная крепь конструктивно состоит из двух (четырех) анкеров типа «Эстонсланец» и металлических подхватов, в качестве которых используются металлические полосы, цепи, трос. Анкера устанавливаются в шпурах, которые бурятся в кровле и стенках выработки, а на них затем с помощью гаек крепятся подхваты. Несущая способность крепи в этом случае определяется несущей способностью резьбы тела анкера (полосы) на срез и смятие, и как правило, составляет в пределах 60–80 кН (при прочности тела анкера на разрыв в пределах 100–120 кН). Кроме того, данная крепь вступает в работу при уже развитом прогибе кровли, а не в момент ее установки.

Результаты шахтных испытаний. Опытно-промышленные испытания анкерно-тросовой крепи выполнялись на конвейерном штреке лавы между отметками 1157–1170 м, где с шагом 1,4–1,5 м было установлено в кровле выработки 10 комплектов крепи. Схема установки одного комплекта крепи представлена на рис. 2. Кровля штрека до установки экспериментальной крепи была закреплена винтовыми анкерами в соответствии с паспортом крепления. В зоне временного опорного давления на расстоянии 30–50 м от забоя лавы устанавливались по центру штрека (с шагом 0,8-1,5 м) рудостойки. На экспериментальном участке рудостойки не устанавливались.

Как видно из рис. 2, несущими элементами крепи являются трос и анкер. Трос в скважине на расстоянии 1,0–1,3 м от ее устья закреплялся с помощью анкера 1, распорной втулки 3, а также расклиненных конусами 4–х деревянных пробок 7. Комбинированный анкер 1 в шпуре удерживался за счет внедрения в породы его винтовой части длиной 0,75 м. Предварительное натяжение троса, расклинивание деревянных пробок в скважине выполнялось с помощью стойки ВК-8. Основные параметры крепи при этом были следующими:

1. общая длина троса с двумя стропами – 5,0 м;
2. длина троса в плоской части кровли (между стенками противоположных скважин) – 2,3 м;
3. длина троса в скважине с учетом стропа – 1,3 м;
4. диаметр троса – 17 мм;
5. первоначальное натяжение троса - 20-25 кН;
6. длина комбинированного анкера с учетом винтовой части – 2,1 м; в том числе винтовой части – 0,75 м;
7. количество деревянных пробок в одной скважине – 3 шт;
8. длина одной пробки – 0,22 м;
9. ширина штрека – 4,5 м.

Работы по установке анкерно-тросовой крепи, замерных станций на экспериментальном и контрольных участках выполнялись за зоной временного опорного давления лавы №77 на расстоянии, которое составляло 110–15 м. На замерных станциях, выполненных на базе контурных реперов, производились измерения конвергенции «почва-кровля» штрека. Из-за наличия в штреке оборудования, станции устанавливались не по центру штрека, а со смещением на 1 м в сторону выемочного столба. Оценку эффективности работы анкерно-тросовой



- 1 - комбинированный анкер;
- 2 - трос с двумя стропами;
- 3 - распорная втулка;
- 4 - конус;
- 5 - опорная шайба;
- 6 - гайка М20;
- 7 - деревянная пробка;
- 8 - промежуточная шайба;
- 9 - затяжка;
- 10 - свод обрушения пород

Рис. 1. Схема установки крепи

крепи начнем с результатов визуальных наблюдений за характером деформирования штрека на контрольном и экспериментальном участках. На рис. 3 представлен характер деформирования кровли конвейерного штрека лавы на контрольном участке, расположенном впереди забоя лавы на расстоянии 12 м.



Рис. 2. Внешний вид контрольного участка

Прогиб кровли на этом участке составлял от 0,3 до 0,5–0,6 м. Максимальные значения прогиба кровли отмечались на уровне забоя лавы. В непосредственной близости от забоя (в 3–5 м), как правило, деревянные стойки из-за малой податливости разрушались и выполнялась установка новых. Кроме того, наблюдались случаи «обыгрывания» разрушенными породами (рис. 3) установленных деревянных стоек. Установка деревянных стоек по центру штрека создавала определенные трудности и для обслуживания оборудования, установленного на энергопоезде, и в забое лавы. Несколько иной характер взаимодействия крепи с породами кровли отмечался на экспериментальном участке. Внешний вид участка, закрепленного анкерно-тросовой крепью, представлен на рис. 4.

После установки крепи затяжка кровли деревянными досками вначале была выполнена только между тросами 2–4, а между тросами 5–6, 7–8 были установлены (по центру выработки) фаркопы для создания дополнительного натяжения троса. Визуальными наблюдениями было отмечено пучение почвы впереди забоя лавы на расстоянии 60–70 м, а также прогиб и отслоение первого пакета (мощностью 3–5 см) защитной пачки верхнего слоя. Данный прослой силвинита затем разрушался гидродвигателем при перемонтаже энергопоезда. Исходя из этого, было принято решение о выполнении затяжки кровли на всем экспериментальном участке (кроме промежутка между 1 и 2 тросами) с помощью деревянных досок толщиной 4–5 см. Затяжка кровли устранила разрушение первого пакета при последующей работе гидродвигателя. Прогиб кровли на всем экспериментальном участке начинал активно проявляться впереди забоя лавы на расстоянии 3–5 м, где достигал значений 0,25–0,35 м. Основной же прогиб кровли величиной от 0,4–0,5 м до 0,6–0,7 м отмечался на уровне забоя лавы и в отработанном пространстве на расстоянии до 2,5–3,0 м позади секции сопряжения. При этом на всем экспериментальном участке не было отмечено вывалов пород кровли и поломок затяжки между тросами. Прогнувшаяся кровля равномерно располагалась по всей длине троса, создавая тем самым равномерно распределенную нагрузку. Не было также во время испытаний выявлено

случаев обрыва троса или отдельных его прядей, среза и смятия резьбы на анкерах и гайках. Вытягивание троса из скважины величиной до 3 см отмечалось на некоторых комплектах крепи только в отработанном пространстве. В целом каких-либо разрушений элементов крепи в процессе испытаний обнаружено не было. Инструментальные наблюдения за характером деформирования кровли выполнялись на 9 станциях, из них две станции были установлены на экспериментальном участке, остальные – на контрольных.

Приведенные данные подтверждают результаты визуальных наблюдений. Конвергенция штрека на контрольном участке на уровне забоя лавы выше, чем на экспериментальном в 1,4–1,5 раза, даже при установленных деревянных стойках. При отсутствии на контрольном участке деревянных стоек и накопленной конвергенции кровля штрека была бы разрушена.

Анализируя результаты опытно-промышленных испытаний анкерно-тросовой крепи в условиях конвейерного штрека лавы № 177 гор.–420 м рудника 3 РУ можно сделать следующие выводы:

1. несущей способности крепи, в данных горно-геологических и горнотехнических условиях, было достаточно для надежного удержания прогнувшейся и разрушенной кровли;
2. для повышения эффективности и надежности работы крепи в процессе ее эксплуатации необходимо выполнять затяжку кровли, например, деревянными досками;
3. разработанная крепь может быть использована для поддержания кровли выработок шириной 4,0–4,5 м, пройденных в слабоустойчивых породах, например, при отработке IV сильвинитового слоя или Второго калийного пласта на глубинах свыше 800 м после проведения дополнительных исследований.

## **Список источников**

1. Губанов В.А. Крепление горных выработок анкерно-тросовой крепью при наличии в кровле слабоустойчивых пород / В.А. Губанов, Б.И.Петровский, А.Л.Поляков и др. // Горная механика. – 2007, № 12, с. 55–64.
2. Методика оценки кровли Второго пласта на обрушаемость. Отчет о НИР (первая ред. по дог. № 139/05 / ЗАО «СИПР с ОП»; рук. Поляков А.Л.; исполн. Губанов В.А. и др.) // Солигорск, 2007. – 19 с. – Библиогр.:с. 13. – № 1ГР 20053001. – Инв. № 1187.
3. Нормативные и методические документы по ведению горных работ на Старобинском месторождении калийных солей. Солигорск–Минск, 1995. – 214 с.
4. Ю.Н. Николаев, 1578349 СССР, МКИ Е2Ю 11/14. Способ охраны: горных выработок / Ю.Н. Николаев, В.А. Губанов, Б.Н. Матвеев, М.А. Журавков и др. – № 14371200/23-03; заявл. 21.11.27; опубл. 15.07.90, Бюл. № 126, 1990, 135 с.
5. Инструкция по применению на Солигорских рудниках специальных видов крепей. Солигорск, 1995, 33 с.