

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ШАХТНЫХ КАНАТНЫХ ДОРОГ НА ШАХТЕ “ ПАВЛОГРАДСКАЯ ”

Узагальнений досвід експлуатації канатних надгрунтових доріг на шахті “Павлоградська” і перспективи їх подальшого застосування для транспорту гірничої маси, матеріалів і людей при проведенні гірничих виробок. Визначені чинники, що впливають на довговічність тягових канатів і канатоведучих шківів, запропоновані технічні рішення, що дозволяють істотно підвищити їх надійність в складних гірничо-геологічних умовах.

Обобщен опыт эксплуатации канатных напочвенных дорог на шахте “Павлоградская” и перспективы их дальнейшего применения для транспорта горной массы, материалов и людей при проведении горных выработок. Определены факторы, влияющие на долговечность тяговых канатов и канатоведущих шкивов, предложены технические решения, позволяющие существенно повысить их надежность в сложных горно-геологических условиях.

Experience of exploitation of rope roads is generalized on the “Pavlogradskaya mine” and prospects of their further application for the transport of mass, materials and people during conducting of the making. Factors influencing on longevity of hauling ropes and pulleys are certain, technical solutions allowing substantially to promote their reliability in difficult geological terms are offered.

С точки зрения экономической целесообразности одним из основных, требований к горнопроходческим транспортным установкам [1] является соблюдение полной преемственности транспорта горной массы и вспомогательного транспорта при проходке и последующей эксплуатации выработки, то есть использование при проходке таких видов транспортных средств, которые в дальнейшем остаются в выработке на весь срок ее службы.

Вторым, не менее важным, требованием является совмещение в одной установке функций транспорта горной массы, вспомогательных материалов и людей.

Широко применяемая в нашей стране погоризонтная подготовка шахтного поля и система разработки длинными столбами по восстанию и падению создают необходимость проведения большого количества подготовительных выработок по пластам. Угол наклона выработок при этом находится в пределах $\pm 10^\circ$, причем он может изменять знак в пределах одной выработки. Длина проводимых выработок обусловлена условиями проветривания, достигнутым уровнем транспортных систем, размерами шахтных полей по падению и другими причинами и составляет 1500...2000 м.

Внедрение на шахте “ Павлоградская ” канатных напочвенных дорог (далее ДКН) в качестве единого транспортного средства, совмещающего транспорт горной массы и материалов, позволило существенно повысить скорость проведения выработок и безопасность работ на транспорте [2]. Здесь продолжается эксплуатация дороги ДКНП – 1,6, имеющей сложную трассу в плане и профиле протяженностью 3360 метров [3].

В настоящее время на шахте работают 16 дорог, общая длина которых достигла 37 тыс. метров, и для их качественного обслуживания создан специальный участок.

Канатные дороги типа ДКНУ1 и ДКН2, установленные в восточном откаточном квершлаге пластов С₅ – С₈ и наклонном вентиляционном квершлаге, также отличаются сложной трассой в плане (рис.1) и значительным грузопотоком, а угол наклона этих выработок достигает 12° и 8°, соответственно. При их эксплуатации были выявлены некоторые недостатки, основным из которых является малый срок службы тягового каната и стальной футеровки канатоведущего шкива (два и шесть месяцев соответственно). Частая их замена влечет за собой снижение производительности и увеличение расходов на транспортирование.

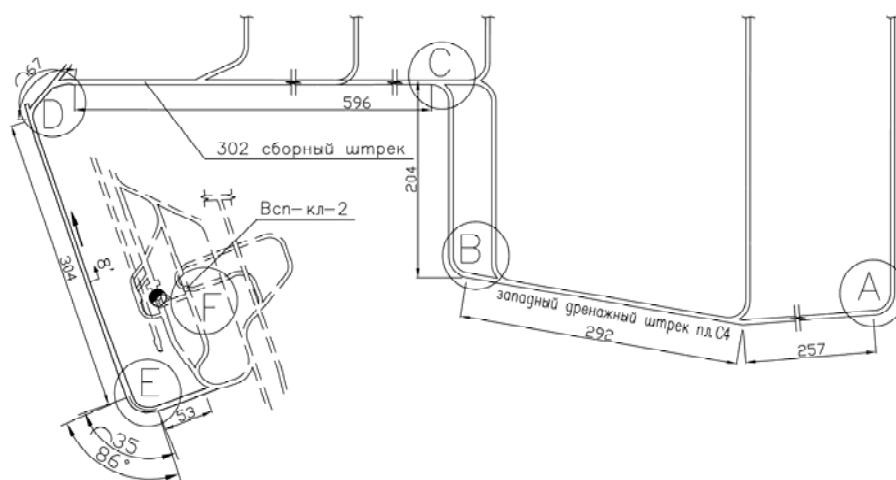


Рис.1. План трассы канатной напочвенной дороги(А,В,С,Д,Е – поворотные пункты)

Долговечность каната зависит от целого ряда факторов[4], к основным из которых относятся: тип свивки каната, частота и направление перегибов, отношение диаметра блока к диаметру каната, усилие натяжения каната, угол обхвата блока канатом.

Низкий срок службы тяговых канатов ДКН и канатоведущих шкивов обусловлен помимо высоких контактных и изгибных напряжений повышенным износом вследствие межвиткового трения на параболическом шкиве трения.

Цель работы – повышение долговечности тяговых канатов ДКН путем уменьшения изгибных и контактных напряжений в них, а также исключения межвиткового трения на приводном шкиве.

В конкретных горно-геологических условиях эксплуатации дороги затруднительно, а часто и невозможно уменьшить частоту и направление перегибов каната, а также отношение диаметра блока к диаметру каната, поэтому более перспективными, на наш взгляд, следует считать снижение усилий натяжения каната и угла обхвата им блока.

Усилие натяжения каната складывается из сил сопротивления движению его по роликам и блокам, сил сопротивления движению подвижного состава по рельсовым направляющим и составляющей силы тяжести натяжного груза.

Поскольку, снижение массы состава ведет к уменьшению производительности установки этот путь снижения сил сопротивления движению нельзя считать перспективным. Вопросам исследования сил сопротивления движению каната и буксировочной тележки ДКН посвящены работы [5,6], в которых приведены значения коэффициентов сопротивления движению, определенные экспериментально в условиях эксплуатации. Однако существенно уменьшить эти силы из-за конструктивных особенностей узлов и влияния внешних факторов не представляется возможным.

Сейчас масса натяжного груза ДКН согласно инструкции по эксплуатации определяется по графикам, учитывающим угол наклона выработки (наибольший и средневзвешенный), массу состава, коэффициент трения и угол обхвата каната на шкиве. Такой подход дает близкий к реальному значению результат при относительно "спокойной" трассе, когда угол ее наклона изменяется незначительно. В противном случае масса натяжного груза оказывается завышенной, что приводит к неоправданному увеличению статических и динамических усилий в канате и снижению его долговечности. Выход из этой ситуации видится нами в расчете каждой конкретной ДКН со своей трассой по специальной компьютерной программе. Такой подход позволил в случае с шахтой "Павлоградская" существенно (до 30%) снизить усилия в канате и повысить его долговечность.

В литературных источниках [7,8] приводятся различные значения критического угла перегиба каната на ролике, ниже которого изгибные напряжения в нем не оказывают влияния на долговечность. Эти значения, в среднем, составляют 3...5°, однако в условиях шахты выдержать их часто затруднительно (рис.2).

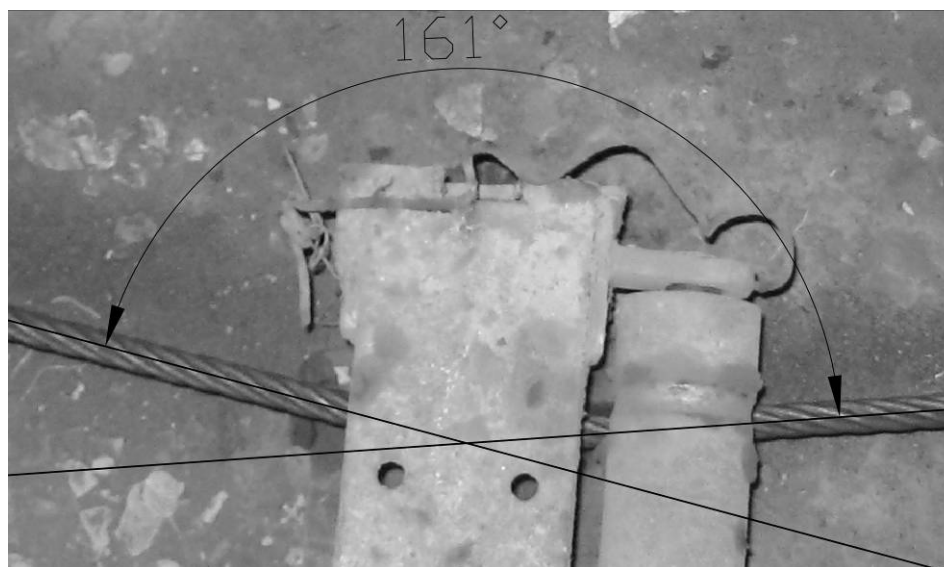


Рис.2. Изгиб тягового каната на ролике

Тем не менее в каждом конкретном случае необходимо стремиться, чтобы угол перегиба каната на ролике (блоке) был как можно меньше.

На рис.3 представлена рекомендованная НГУ схема расположения направляющих устройств в восточном откаточном квершлагах пластов С₅ – С₈. При такой конфигурации выработки и параметрах дороги угол перегиба каната не превысил 6°.

Эффективным способом повышения долговечности каната и приводного шкива представляется использование однообхватного желобчатого шкива со сменной футеровкой, имеющей высокий коэффициент трения.

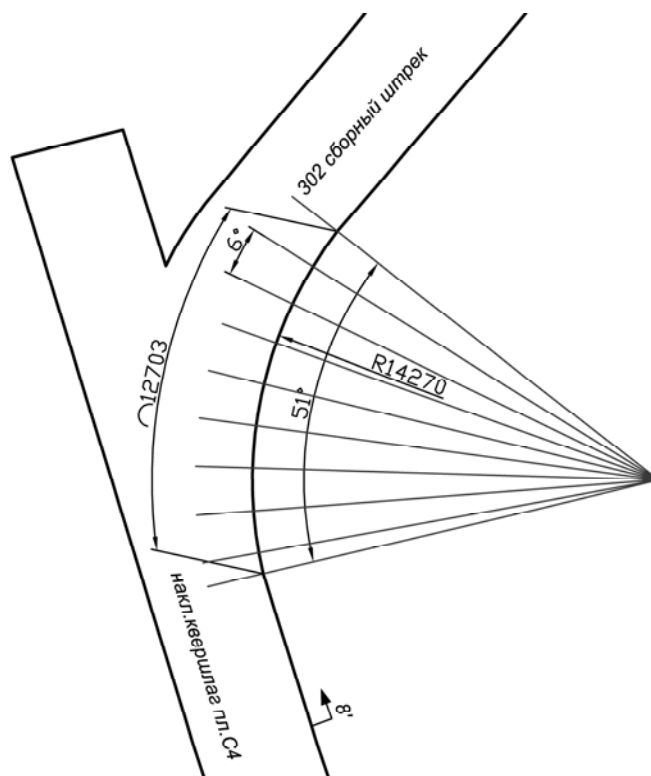


Рис.3. Схема расстановки направляющих устройств на поворотном пункте

Для футеровки канатоведущих и направляющих шкивов используется резина, полиуретаны и композиты. Наряду с высокой износостойкостью полиуретаны, обладая способностью сохранять высокую эластичность при высоких значениях модуля упругости и твердости до 99 единиц по Шору, могут выдерживать нагрузки, существенно выше допустимых для резин. Однако, стоимость полиуретанов в 2-3 раза выше по сравнению с резиной, что сдерживает их широкое применение. В последние годы на подъемных машинах со шкивами трения используется фрикционная футеровка Бекорит со следующими параметрами: минимальный коэффициент трения – 0,25; допустимое давление – 3мПа; твердость по Шору – 55 единиц. Расчеты показывают, что ее можно использовать в конструкциях канатных напочвенных дорог с тяговым усилием до 40 кН.

На кафедре транспортных систем и технологий НГУ разработаны, изготовлены и испытаны конструкции футеровки приводного шкива трения канат-

ной напочвенной дороги [9], представляющие собой разъемные конструкции со сменными вкладышами (рис.4).

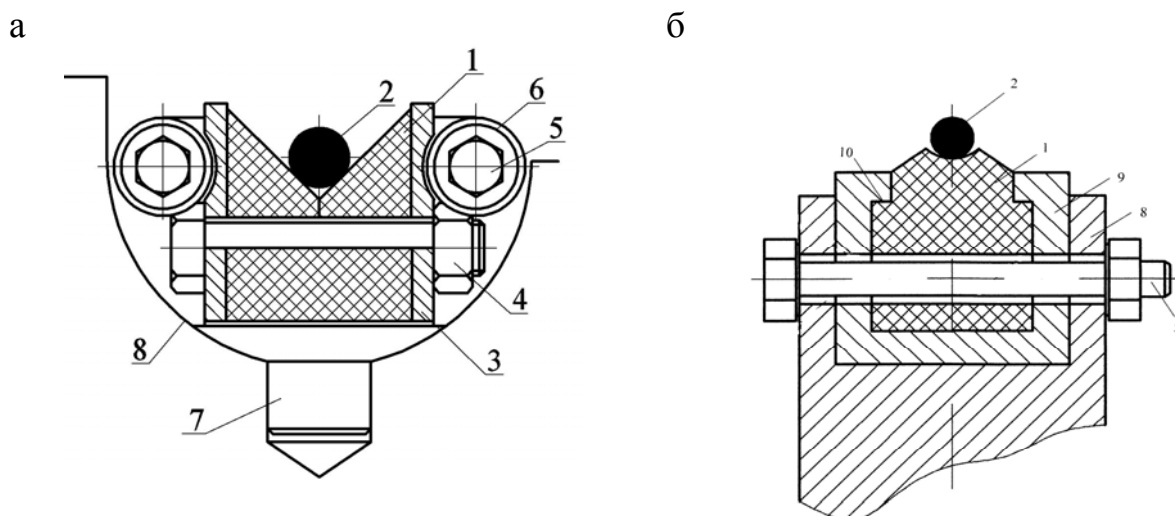


Рис.4. Приводной шкив трения с футеровкой(а – из резины; б – из материала Бекорит):1 - футеровка; 2 - канат; 3 - боковина; 4 - гайка; 5 - болт; 6 – проушина; 7 - шпонка; 8 – шкив; 9 – обойма; 10 – буртик

Варьирование усилия предварительного сжатия резиновой футеровки с целью изменения ее напряженного состояния обеспечивается стяжными болтами. Футеровка изготовлена из протекторной резины (ДСТУ 5513-75). Для взаимодействия с канатом предназначена поверхность беговой дорожки протектора. Величина деформации от предварительного бокового сжатия составляет 20 мм. В результате выполненных экспериментальных исследований получены следующие значения коэффициента трения для резиновой футеровки(в скобках указаны минимальные значения):смазанный канат– $0,388 \pm 0,036$ (0,352); сухой канат – $0,444 \pm 0,026$ (0,418); канат в породной грязи – $0,381 \pm 0,024$ (0,357).

На основании анализа полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- применение в качестве футеровочного материала резины позволяет существенно повысить коэффициент трения пары “канат-шкив” и сохранить тяговый фактор приводного многообхватного шкива при его замене на футерованный однообхватный;
- создание в материале футеровки предварительного напряженного состояния сжатия препятствует ее разрушению и позволяет производить замену футеровки через 1,5-2 месяца эксплуатации;
- отказ от многообхватного параболического шкива трения существенно улучшает условия работы каната за счет исключения межвиткового трения, поперечного сползания каната и снижения контактных напряжений, что в комплексе с другими решениями ведет к увеличению его долговечности.

Таким образом, повышение долговечности тяговых канатов ДКН в условиях эксплуатации возможно, прежде всего, за счет рационального выбора массы натяжного груза путем расчета по компьютерной программе и места уста-

новки направляющих устройств по трассе дороги. Реализация этих решений на шахте “ Павлоградская ” позволила без дополнительных финансовых затрат увеличить срок службы канатов в 2,5 раза и сэкономить более 300 тыс. гривень в год.

Дальнейшие исследования планируется проводить в направлении опытной эксплуатации однообхватных приводных шкивов, оснащенных сменной футеровкой из современных фрикционных материалов.

Список литературы

1. Основные положения по проектированию подземного транспорта для новых и действующих шахт. – М.: ИГД им. А.А.Скочинского, 1986. – 355 с.
2. Денищенко А.В. Технология горнопроходческих работ с использованием канатных напочвенных дорог / А.В.Денищенко, С.В.Федоренко, Г.П. Сидоренко // Уголь Украины. – 1991. – №7. – С.44-46.– библиогр.: с. 46.
3. Ширин Л.Н.. Канатные напочвенные дороги при отработке засбросовой части шахты «Павлоградская» / Л.Н. Ширин, А.В. Денищенко , П.П. Корж , А.В. Мухин //Уголь Украины. – 2006. – №1. – С.18-21.– библиогр.: с. 21.
4. Колосов Л.В. Прогнозируемая долговечность шахтных подъемных канатов при больших глубинах подъема / Л.В. Колосов , В.Е.Артюхова , В.В. Джур // Горный журнал. Известия вузов. – 1990. – №7. – С. 26-30.– библиогр.: с. 30.
5. Денищенко А.В.Определение коэффициентов сопротивления движению подвижного состава и каната напочвенной дороги / А.В. Денищенко //Подъемно-транспортная техника. – 2007. – №4. – с. 65 – 72. – библиогр.: с. 72.
6. Денищенко А.В.Сопротивление движению буксировочной тележки напочвенной дороги / А.В.Денищенко // Збірник наукових праць Національного гірничого університету. – 2007. – № 29. – с.79 – 83.–библиогр.: с. 83.
- 7.Дукельский А.И. Подвесные канатные дороги и кабельные краны/ А.И. Дукельский.– М.: Машиностроение, 1966. – 397с. – библиогр.: с. 395-396.
8. Бекерский В.И. Применение канатов на судах и в портах./ В.И. Бекерский.–М.: Транспорт, 1986. – 152 с. – библиогр.: с.150-151.
9. Денищенко О.В.Патент України на корисну модель № 31089. Шків тертя. Автори: О.В.Денищенко, О.М.Коптовець. Заявлено 27.11.2007. Опубліковано 25.03.2008.Заявник і патентовласник – Національний гірничий університет. – 4с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Самусею В.І.
Надійшла до редакції 20.10.2010*

УДК 622.271

© А.М. Маевский, В.В. Летучий

ЭКОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СПОСОБОВ ВСКРЫТИЯ ПОЛОГИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Изложено решение важной научно-технической проблемы, заключающейся в разработке методических принципов эколого-технологической и экономической оценки способов вскрытия пологих месторождений.

Викладено рішення важливої науково-технічної проблеми, яка полягає в розробці методичних принципів еколого-технологічної й економічної оцінки способів розкриття пологих родовищ.