



А. А. РУБЕЛЬ,
канд. техн. наук.
(ГП «ОК «Укруглеструктуризация»)



А. В. РУБЕЛЬ,
инж.
(Минэнергоуголь Украины)

УДК 622.6

Конструкции нового технического уровня армировок вертикальных шахтных стволов

Проанализированы различные виды армировок вертикальных стволов шахт и рассмотрены пути их совершенствования. Внедрение канатно-профильной армировки с низкой переменной жесткостью проводника и высокими диссипативными свойствами позволит значительно снизить капитальные затраты на строительство, реконструкцию, эксплуатацию как существующих, так и вновь строящихся вертикальных стволов, повысить эффективность добычи полезных ископаемых в условиях работы на глубоких горизонтах шахт и рудников.

Ключевые слова: шахтные вертикальные стволы, жесткая армировка ствола, гибкая армировка, канатно-профильный проводник, консольно-демпфирующий расстрел, ярус ствола.

Контактная информация: AORubel@gmail.com

Постановка проблемы. Развитие горных предприятий, добывающих полезные ископаемые подземным способом, предусматривает переход на более глубокие горизонты, что влечет за собой необходимость строительства новых вертикальных стволов или углубления действующих.

Вертикальные стволы шахт – особо сложные горные выработки, имеющие многофункциональное назначение. Как основные выработки в системе проветривания шахт они предназначены не только для работы подъемных комплексов, но и для прокладки коммуникаций – кабельных линий, трубопроводов (водоотливные, противопожарные, сжатого воздуха и др.).

В вертикальных стволах угольных и сланцевых шахт

в качестве армировки для направления движения подъемных сосудов применяют деревянные (лиственница, дуб, бук, граб), металлические (рельсовые, коробчатые) и канатные проводники. Армировки стволов подразделяются на жесткие (деревянные, металлические) и гибкие (канатные).

Жесткая армировка с рельсовыми проводниками имеет высокую переменную жесткость проводника на расстреле и в промежутках между расстрелами в лобовом и боковом направлениях. Это предполагает возникновение параметрических колебаний, которые впоследствии вызывают параметрический резонанс в системе сосуд–армировка, что приводит к повышенному износу элементов, искривлению ярусов и проводников, и при дальнейшем развитии – к заклиниванию сосудов, обрыву канатов, аварийному раскреплению ствола [1].

Существует жесткая армировка ствола с коробчатыми проводниками, закрепленными на горизонтальных расстрелах по длине ствола. Расстрелы выполнены из двутавровых или коробчатых балок, расположенных горизонтально по длине ствола с забетонированными концами в крепи, образуя ярус армировки. Коробчатые проводники обладают достаточной жесткостью как на расстрелах, так и в промежутках между ними; параметрические колебания в лобовой плоскости отсутствуют, но в боковой плоскости из-за недостаточной жесткости расстрелов часто возникают деформации и колебания. Однако, несмотря на недостатки, армировки с коробчатыми проводниками надежны и позволяют развивать большую интенсивность движения подъемных сосудов по глубине ствола, чем армировки с рельсовыми проводниками [1].

Следует учесть, что конструкция жесткой армировки влечет за собой высокие металлоемкость и стоимость, необходимость периодической замены элементов вследствие износа и коррозии металла, значительную трудоемкость при эксплуатации и обслуживании. Кроме того, она занимает значительную площадь сечения ствола и создает большое аэродинамическое сопротивление движению воздушной струи, что отрицательно сказывается на системе вентиляции шахты.

Гибкая армировка состоит из двух (трех, четырех) направляющих вертикальных проводниковых канатов, закрепленных вверху и внизу ствола, натяжных устройств, отбойных канатов, и имеет преимущества по сравнению с жесткой армировкой: низкие металлоемкость (в 10–15 раз) и аэродинамическое сопротивление движению воздушной струи по длине ствола, а также недостатки: более короткий срок службы канатных проводников (в 4–6 раз) по сравнению с рельсовыми или коробчатыми; высокую динамику движения сосуда в стволе и, как следствие, наличие значительных кинематических зазоров между сосуда и крепью ствола; применение отбойных канатов; сооружение стволов большего диаметра, чем для жестких армировок, при равной пропускной способности ствола.

Цель исследований – разработка для вертикальных стволов конструкций армировок нового технического уровня, которые позволят преодолеть технические недостатки, присущие приведенным выше конструкциям и обеспечить: высокие скорости движения и грузоподъемность сосудов; длительный срок эксплуатации; сокращение капитальных затрат на строительство благодаря уменьшению металлоемкости вследствие сооружения стволов меньшего диаметра; снижение трудоемкости обслуживания; повышение экономической эффективности добычи полезных ископаемых с более глубоких горизонтов.

Результаты исследований. На угольных шахтах Украины всех форм собственности в эксплуатации насчитывается 468 вертикальных стволов, из которых более 140 отнесены к особо дефектным по причине неудовлетворительного состояния армировки и крепи ствола. Комплексной программой технического перевооружения стационарного оборудования угледо-

бывающих предприятий государственной формы собственности в 2010 – 2015 гг. предусматривалась замена 269,8 км рельсовых проводников на сумму 188,9 млн грн и 78,3 км коробчатых проводников на 76,3 млн грн согласно уровню цен 2009 г. [2].

Постоянный недостаток собственных средств предприятий, прекращение в последние годы финансирования государственных программ технического перевооружения, другие факторы привели к ухудшению состояния шахтных стволов. Поэтому в процессе эксплуатации нередко возникает необходимость ограничения скорости движения сосудов из-за состояния армировки, что снижает производительность всего подъемного комплекса.

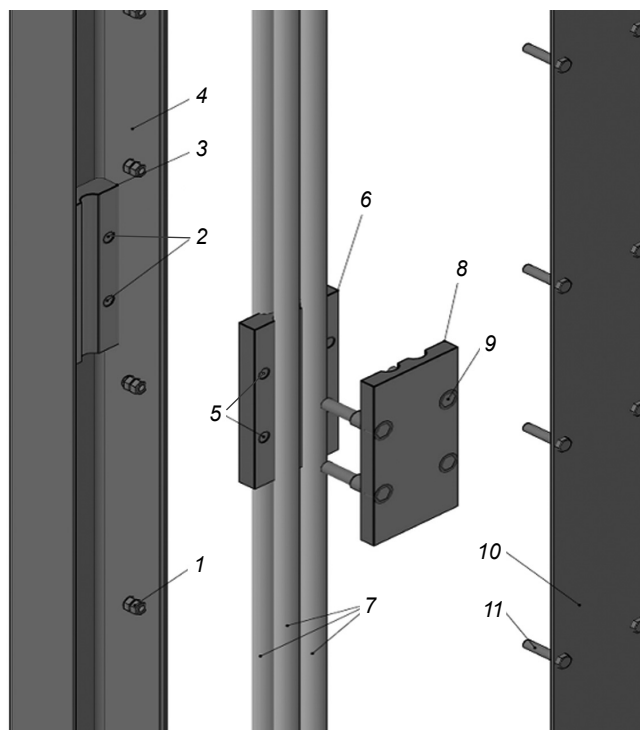


Рис. 1. Канатно-профильный проводник: 1 – резьбовые втулки под крепление крышки 10; 2 – резьбовые отверстия; 3 – передняя часть сборного жимка, жестко закрепленная к профилю проводника 4; 4 – ограждающий профиль проводника (короб, швеллер); 5 – отверстия под болты 9 в жимке 6; 6 – средняя часть сборного жимка для сжатия канатов; 7 – натяжные канаты проводника; 8 – задняя часть сборного жимка для сжатия канатов; 9 – скрепляющие специальные болты с головкой под шестигранник; 10 – крышка задней стенки проводника, которая удерживает смазку и препятствует попаданию пыли и грязи внутрь проводника; 11 – болтовое крепление крышки профиля к проводнику, жестко закрепленного внутри профиля 4.

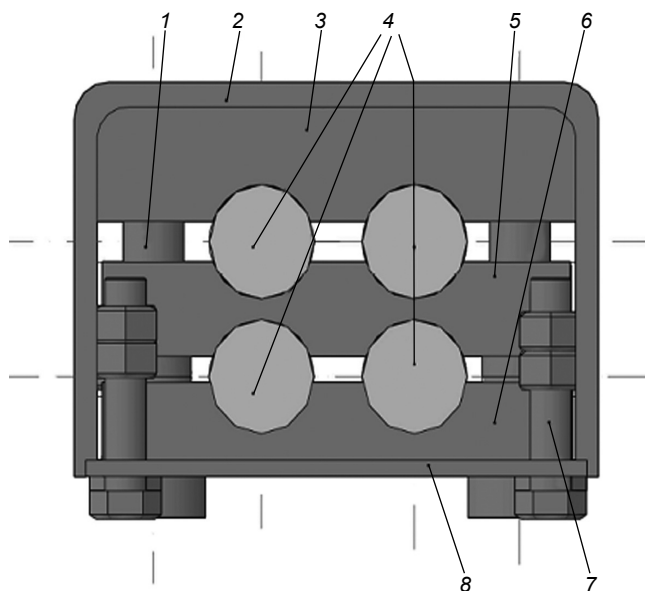


Рис. 2. Разрез канатно-профильного проводника: 1 – скрепляющие специальные болты с головкой под шестигранник; 2 – ограждающий профиль проводника; 3 – передняя часть сборного жимка, которая жестко прикреплена к профилю проводника и имеет резьбу под болт; 4 – несущие канаты; 5 – средняя часть сборного жимка для сжатия канатов 4; 6 – задняя часть сборного жимка; 7 – болтовое крепление крышки профиля к проводнику; 8 – крышка профиля проводника.

Совершенствование конструкций и поиск новых эффективных технических решений армирования шахтных вертикальных стволов особенно актуально для их сохранения в работе как основных транспортных магистралей шахты.

Исследования проводились в целях создания канатно-профильного проводника ствола, позволяющего: снизить динамические нагрузки в системе сосуд-армировка (за счет постоянной жесткости проводника в лобовом и боко-

вом направлениях); уменьшить металлоемкость проводников по сравнению с жесткой армировкой ствола; увеличить срок службы армировки и значительно сократить затраты на обслуживание.

Задача решается путем разработки конструкции канатно-профильного проводника [3] с несущими канатами, закрепленными в верхней части ствола и имеющими одинаковое предварительное натяжение за счет грузов, расположенных в нижней части – зумпфе. На несущих канатах специальными жимками закреплен ограждающий профиль по всей длине ствола, образуя единый жесткий канатно-профильный проводник (рис. 1) для направления движения сосуда в стволе.

Подъемные сосуды движутся по проводникам с помощью направляющих роликов типа НКП 320-260-180 (или аналогичных) и предохранительных направляющих устройств типа башмак.

Отсутствие горизонтальных балочных расстрелов через всю площадь сечения ствола в канатно-профильной армировке позволяет значительно увеличить перекрытие предохранительными направляющими устройствами (башмаками) канатно-профильного проводника и исключить выход башмака из зацепления при движении сосуда по длине ствола.

Ограждающий профиль канатно-профильного проводника состоит из гнутых швеллеров, закрытых сзади крышками, предусмотренными для защиты и удержания консистентной смазки внутри (рис. 2, 3). Швеллеры профиля стыкуются между собой по длине ствола с помощью безболтовых фиксирующих соединений.

Для демпфирования и предохранения от кручения в боковой и лобовой плоскостях канатно-профильный проводник дополнительно крепится к консольно-демпфирующим расстрелам, расположенным на участках разгона и замедления по длине ствола.

Конструкция канатно-профильного проводника позволяет использовать его в существующих схемах гибкой армировки с минимальными изменениями и затратами.

Вверху, в копре, устанавливается система контроля натяжения и состояния несущих канатов проводника, предусматривающая возможность передачи сигнала на пульт диспетчера или дежурного механика в режиме онлайн с сохранением и накоплением данных.

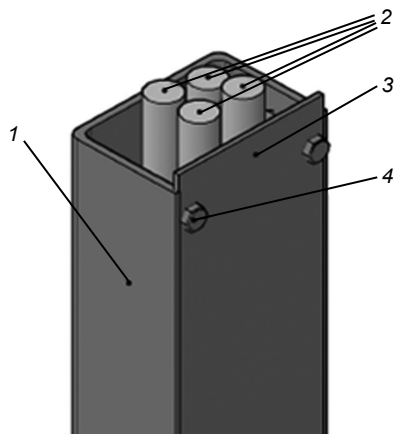


Рис. 3. Конструкции канатно-профильного проводника в сборе (изометрия): 1 – профиль (короб, швеллер) проводника; 2 – натяжные канаты; 3 – крышка задней стенки проводника; 4 – болтовое крепление крышки по длине.

Передний сегмент жимка жестко закреплен к ограждающему профилю проводника, к нему болтами крепятся остальные детали системы, что обеспечивает разборку конструкции и поэлементную замену узлов и деталей при ремонте и обслуживании.

Элементы конструкции 3, 4, 6, 7, 8 скрепляются специальными болтами 9 в единый проводник и закрываются крышкой 10 с помощью болтов 11 (см. рис. 1).

Демпфирование колебаний осуществляется за счет диссипативных свойств проводника, демпфирующего консольного расстрела и низкой переменной жесткости проводника в лобовом и боковом направлениях, что препятствует возникновению параметрического резонанса в системе сосуд-армирование.

Выводы. Внедрение канатно-профильной армировки вертикальных стволов позволит обеспечить высокие качественные показатели в эксплуатации, надежности, сроке службы и экономической эффективности, а именно:

исключить использование расстрелов и уменьшить металлоемкость армировки в 10–15 раз по сравнению с жестким (балочным) армированием ствола;

снизить аэродинамическое сопротивление проветривания ствола на 30–40 %, что даст возможность оптимизировать работу главных вентиляторных установок в части снижения потребления электроэнергии;

увеличить срок службы армировки за счет снижения уровня динамической нагруженности в системе сосуд-армирование;

повысить срок службы армировки путем защиты несущих канатов от воздействия вредных факторов (коррозия, высыхание, износ и др.);

снизить затраты на обслуживание армировки ствола;

избежать затрат на навеску отбойных канатов, как при гибкой армировке;

уменьшить капитальные затраты при строительстве и реконструкции вертикальных стволов шахт.

Внедрение канатно-профильной армировки позволит значительно снизить капитальные затраты на строительство, реконструкцию, эксплуатацию как существующих, так и строящихся вертикальных стволов шахт и повысить эффективность добычи полезных ископаемых в условиях работы на глубоких горизонтах шахт и рудников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика расчета жестких армировок вертикальных стволов шахт / НИИГМ им. М. М. Федорова. – Донецк: НИИГМ, 1985. – 144 с.
2. Программа технического перевооружения стационарного оборудования угледобывающих предприятий Минэнергопрома на 2010 – 2015 годы // Мин-во угольной промышленности Украины. – К.: Минуглепром Украины, 2009. – 84 с.
3. Пат. 106956 Україна, МПК Е 21D 7/00. Канатно-профільний провідник армування шахтного ствола / А. О. Рубель; заявник А. О. Рубель; власник А. О. Рубель. – № u201512038; заявл. 04.12.15; опубл. 10.05.16, Бюл. № 9.

ПО МАТЕРИАЛАМ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ УКРАИНЫ» ПРОШЛЫХ ЛЕТ

Год 1975

Журнал № 8 (рубрика «Краткие сообщения») информирует читателей о том, что в Англии ряд шахт добывают уголь из пластов, расположенных под дном моря. В южной части Северного моря пласты уходят на глубину до 3 км. Угольная свита содержит по меньшей мере 12 угольных пластов мощностью до 1,8 м. Однако горные работы пока ведутся на небольшой глубине. Разработка месторождений, залегающих под морским дном, затруднена из-за водопроницаемости горных пород в результате осадки их при подработке. Водопроницаемость зависит главным образом от мощности вынимаемого пласта и расстояния его до водоносного горизонта. В основном все мокрые или сырые лавы находились не более чем в 36 м от основания водоносного горизонта. При мощности пласта 1,5 м и более 20 лав из 28 были мокрыми. Напор воды имеет относительно небольшое значение. Большой приток в выработки не является опасным, но приводит к значительным расходам на водоотлив.