

УДК 622.281.74 © П.Ю. Ковешников¹, Е.С. Ильина²,
В.А. Самматов², В.А. Карасев³, 2026

UDC 622.281.74 © P.Yu. Koveshnikov¹, E.S. Ilina²,
V.A. Sammatov², V.A. Karasev³, 2026

¹ ООО НИЦ-ИПГП «РАНК», 650000, г. Кемерово, Россия

¹ RANK Research Centre – Institute for Designing Mining Operations LLC,
Kemerovo, 650000, Russian Federation

² ООО «РАНК 2», 650000, г. Кемерово, Россия

² RANK 2 LLC, Kemerovo, 650000, Russian Federation

³ ООО НПО «РАНК», 650000, г. Кемерово, Россия

³ RANK Scientific and Production Association LLC,
Kemerovo, 650000, Russian Federation

✉ e-mail: koveshnikovpyu@rank42.ru

✉ e-mail: koveshnikovpyu@rank42.ru

Развитие двухуровневого анкерного крепления – повышение устойчивости подземных горных выработок

Development of a two-level bolt support – improving the stability of underground mining operations

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2026-5-83-90>

В статье представлены основные исторические вехи развития анкерной крепи в мировой горнодобывающей промышленности на протяжении XX столетия. Приводится многолетний опыт компаний, в том числе и ООО «РАНК 2». Компания предлагает проверенные временем и на практике как отдельно – инструменты, продукцию, технологические схемы, обучение, сервис, так и те же компоненты в сочетании для оптимального управления рисками при комплексном подходе к креплению и поддержанию подземных горных выработок.

Ключевые слова: анкерное крепление, поддержание подземных горных выработок, классификация канатных анкеров АК.

Для цитирования: Развитие двухуровневого анкерного крепления – повышение устойчивости подземных горных выработок / П.Ю. Ковешников, Е.С. Ильина, В.А. Самматов и др. // Уголь. 2026;(5):83-90. DOI: 10.18796/0041-5790-2026-5-83-90.

Abstract

The article presents the main historical milestones in the development of anchor support in the global mining industry throughout the 20th century. It also provides a review of the long-term experience of companies, including RANK 2 LLC. The company offers time-tested and practical solutions, including individual tools, products, technological schemes, training, and service, as well as a combination of these components for optimal risk management in a comprehensive approach to the support and maintenance of underground mining workings.

Keywords

Anchor support, underground mining workings, classification of AK cable anchors.

For citation

Koveshnikov P.Yu., Ilina E.S., Sammatov V.A., Karasev V.A. Development of a two-level bolt support – improving the stability of underground mining operations. *Ugol'*. 2026;(5):83-90. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2026-5-83-90.

КОВЕШНИКОВ П.Ю.

Технический директор
ООО НИЦ-ИПГП «РАНК»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: koveshnikovpyu@rank42.ru

ИЛЬИНА Е.С.

Заместитель генерального
директора по развитию
ООО «РАНК 2»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: ilyina@rank42.ru

САММАТОВ В.А.

Технический директор
по направлению «Шахты»
ООО «РАНК 2»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: sammatovva@rank42.ru

КАРАСЕВ В.А.

Канд. техн. наук, доцент,
начальник отдела
по перспективному развитию
ООО НПО «РАНК»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: karraseww@yandex.ru

ВВЕДЕНИЕ

Начало развития анкерной крепи глубоко уходит своими корнями в историю. Анкер в переводе с немецкого означает «Якорь». Ранее в мореходном деле металлический стержень, связанный с судном и погруженный или вдавленный в грунт, выполнял роль удерживающего швартовного якоря. К настоящему времени известны свайные и винтовые морские якоря.

В горном деле развитие анкерного крепления началось в 1872 г. в США с примитивных стальных анкеров, в дальнейшем, произошла замена пассивных рамных креплений на активную анкерную систему, прошивающую слои пород и предотвращающую обрушение. С тех пор постоянно анкерная крепь непрерывно развивалась, становясь основой современных методов поддержания кровли и боков выработок.

На рис. 1 представлены основные исторические вехи развития анкерной крепи в мировой горнодобывающей промышленности на протяжении XX столетия.

В процессе развития крепления горных выработок анкерная крепь постоянно совершенствовалась.

По классификации анкерной крепи, приведенной в «Отраслевой инструкции по применению металлических

сборных железобетонных и анкерных крепей в подготовительных выработках угольных и сланцевых шахт, 1973 г.», анкерная крепь подразделяется на II класса:

- I класс – по конструкции анкерных крепей;
- II класс – по характеру крепления.

В настоящее время в отечественной и зарубежной практике известны и применяются несколько сотен видов анкерной крепи различного назначения, отличающихся по материалам изготовления (металлические, железобетонные, пластмассовые, деревянные, бамбуковые) и по конструкциям (клинораспорные, сталеполлимерные, фрикционные, канатные, буровые, винтовые), а также иные разновидности анкеров.

СОЗДАНИЕ МОДИФИКАЦИЙ АНКЕРНОЙ КРЕПИ ГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ. НОВЕЙШАЯ ИСТОРИЯ, XXI ВЕК

В начале XXI века экономика России на этапе восстановительного роста в 2000-2007 годы взяла курс на перспективное и последующее развитие. Перед всеми сегментами реального сектора экономики встала приоритетная задача увеличить энергетические мощности и нарастить производство по всем направлениям, включающим добычу



Рис. 1. Эволюция развития анкерной крепи в мире, XX век

Fig. 1. Evolution of the rock bolting worldwide, 20th Century



Рис. 2. Временная линия (эволюция) создания модификаций анкерной крепи глубокого заложения

Fig. 2. A timeline (evolution) of developing deep-set rock bolt modifications

минеральных ресурсов, производство металлов, строительных материалов, машиностроение, с использованием высокотехнологичных достижений.

В связи с этим угледобывающие и рудные предприятия, являясь сырьевой основой для роста промышленного производства, должны были соответствовать запросам промышленности. Однако с теми технологиями крепления подземных горных выработок, которые преобладали на шахтах, достигнуть желаемых результатов было очень сложно. Необходимо было рассматривать, проектировать и внедрять инновационные подходы. Поэтому на смену креплению анкерной крепью 1-го уровня и рамной металлической крепью пришло двухуровневое крепление с использованием канатных анкеров глубокого заложения.

Временная линия, представленная на рис. 2, иллюстрирует хронологию значимых событий, охватывающую два десятилетия, в течение которых в ООО «РАНК 2» осуществлялись разработка, внедрение, расширение области применения анкеров глубокого заложения. На этом временном отрезке отмечены годы разработки и успешного внедрения на шахтах как самих анкеров глубокого заложения с опорными элементами, так и технологий их применения, а также создание нормативных документов, программного обеспечения для расчета параметров анкерного крепления.

Разработанные и внедренные канатные анкеры позволяют не только усиливать основную крепь выработки, но и широко применять их при:

- креплению капитальных и подготовительных выработок различной формы и пространственного положения;
- креплению сопряжений горных выработок;
- креплению большепролетных (широких) горных выработок до 12 м и более (предварительно пройденные и формируемые демонтажные камеры и т.д.);
- креплению горных выработок при бесцеликковых системах разработки, сохраняемых для повторного использования и поддерживаемых на границе с выработанным пространством;

– креплению штреков без применения индивидуальной стоечной крепи и передвижной механизированной крепи сопряжения;

– креплению горных выработок при их переходе очистным забоем (диагональные печи);

– креплению подготовительных и очистных выработок на малых глубинах, в неустойчивых породах, в зонах геологических нарушений;

– усилении крепи выработок для их сохранения с целью газуправления, дренажа, обеспечения запасных выходов;

– усилении крепи штреков в зоне опорного давления;

– подвешивании монорельсовых подвесных дорог (МПД);

– бесфундаментном креплении приводных станций конвейеров, креплении скребковых конвейеров, перегружателей, лебедок, подвешивании вентиляторов, ленточных конвейеров, другого стационарного оборудования, технических устройств и их элементов.

В этот же период времени, в 2014 г., были разработаны Федеральные нормы и правила (ФНИП) «Инструкция по расчету и применению анкерной крепи в угольных шахтах», где официально, на законных основаниях разрешено использование как канатных анкеров, так и технологий их применения. Поскольку данная инструкция нуждалась в пояснениях и уточнениях, специалистами ООО «РАНК 2» были созданы комментарии к данным ФНИП с примерами расчетов параметров анкерной крепи в различных ГУ. Годом позже шахтам было предоставлено ПО «Расчет параметров анкерного крепления» как электронная версия ФНИПа и выпущена вторая редакция данного документа.

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИЙ КАНАТНЫХ АНКЕРОВ ГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ

Все способы крепления горных выработок направлены на сохранение их первоначальной формы и обеспечение максимальной работоспособности и устойчивости на весь период эксплуатации. Анализ многолетнего опыта при-



Рис. 3. Семейство канатных анкеров АК
Fig. 3. The AK range of rope bolts

менения анкерной крепи в разнообразных горнотехнических и горно-геологических условиях (ГГУ), подтвержденный собранной статистикой, выявил, что классический податливый канатный анкер не всегда подтверждает свои эффективность и безопасность.

В практике эксплуатации выработок, закрепленных данным типом анкерной крепи, в определенных условиях наблюдаются значительные деформации и разрушения элементов крепи, раскрытие трещин и вывалы породы из приконтурного массива.

Остановить эти процессы может только своевременно установленная и активно влияющая на породы анкерная крепь, способная воспринимать значительные нагрузки сразу после установки с минимальными собственными деформациями (податливостью), препятствующая увеличению размеров зон неупругих деформаций и саморазгрузке приконтурного массива.

Это явилось предпосылкой создания видов канатных анкеров глубокого заложения, отличных по своим конструкциям и характеристикам от классического податливого анкера глубокого заложения.

Действующая «Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах, 2021 г.» содержит порядок применения и расчета параметров анкерной крепи при разработке документации для безопасного и надежного крепления канатными анкерами глубокого заложения.

В ходе исследований, проведенных в рамках лабораторно-экспериментальной базы, и опытно-производственных испытаний на шахтах было установлено, что

для поддержания массива в состоянии, максимально приближенном к исходному, требуется использование канатных анкеров со сниженной податливостью и с предварительным натяжением при помощи изменения технологии их монтажа путем дополнения операции предварительного натяжения.

На сегодняшний день разработано новое поколение канатных анкеров в семействе анкеров АК01 (рис. 3): со сниженной податливостью и с предварительным натяжением, область применения, эксплуатация, технические характеристики, методика рас-

чета параметров, технология установки которых не отражены в действующих нормативных документах.

Учитывая новые вызовы в области управления рисками для горнодобывающих предприятий, компания ООО «РАНК 2» предлагает новую классификацию анкеров глубокого заложения по степени податливости, а также по конструкции анкеров, позволяющих снижать их податливость (см. таблицу).

Это три основных вида (класса): податливый; со сниженной податливостью; с предварительным натяжением.

I Класс, податливый анкер: АК01 – это был первый канатный анкер глубокого заложения, который считается «Классикой», рис. 4. Его основная функция – усиление основной крепи горных выработок. По своей конструкции он является податливой анкерной крепью с относительным удлинением 1,3%. Податливость анкера обусловлена возможностью конструкционного растяжения свитой семипроволочной пряди арматурного каната К7, рис. 5, а в незакрепленной части (вне закрепляющей втулки) и клиновым соединением каната в муфте (см. рис. 5, б). Под действием растягивающих нагрузок в незакрепленной части каната происходит некоторое взаимное перемещение проволоки, канат получает дополнительное пластическое удлинение – «вытяжку». В соединении «канат-муфта» конструкция соединения основана на заклинивании каната между муфтой и клином при натяжении. При воздействии на канат растягивающих нагрузок клин автоматически дозатягивается одновременно с канатом, выбираются зазоры, происходит перемещение муфты относительно каната. Чем выше нагрузка на канат, тем он сильнее прижимается



Рис. 4. Анкер канатный АК01
Fig. 4. The AK01 rope bolt



Рис. 5. Податливые конструктивные элементы анкера канатного АК01: а – свивка семипроволочной пряди арматурного каната К7; б – соединение «канат-муфта»
Fig. 5. Flexible structural elements of the AK01 rope bolt: а – a seven-wire strand of the K7 rope; б – the rope-sleeve coupling

Классификация канатных анкеров по ООО «РАНК 2»

Classification of the rope bolts according to RANK 2 LLC

Класс	Наименование класса	Наименование группы	Наименование канатного анкера	Функция (назначение)	Рациональная область применения
I	Податливый	----	AK01	Усиление основной крепи.	Зона влияния повышенного горного давления. Широкопролетные горные выработки (монтажные, демонтажные камеры). Сопряжения горных выработок. Подвешивание и монтаж МПД, конвейеров и другого стационарного оборудования.
II	Со сниженной податливостью	А. По способу закрепления анкера в шпуре	AK02	Усиление основной крепи. Консолидация массива и его армирование.	Крепление капитальных и подготовительных горных выработок, где необходимо усиление крепи с упрочнением приконтурного массива скрепляющими составами. Зона влияния повышенного горного давления. Крепление в зонах дизъюнктивных и пликтивных геологических нарушений с дробленными и обводненными породами. Горные выработки, ранее закрепленные рамной или анкерной крепью. Горные выработки со сроком службы ≥ 5 лет.
			BAУ		
II	Со сниженной податливостью	Б. По конструктивным особенностям	AK01-21Н(М) AK01-30Н(М)	Усиление основной крепи. Самостоятельное крепление выработки без анкеров первого уровня.	Зона влияния повышенного горного давления. Широкопролетные горные выработки (монтажные, демонтажные камеры). Сопряжения горных выработок. Крепление горных выработок в массиве слабых горных пород.
III	С предварительным натяжением	----	AK01-30ПН	Усиление основной крепи. Приведение и поддержание кровли в состоянии, близком к исходному.	Зона влияния повышенного горного давления. Широкопролетные горные выработки (монтажные, демонтажные камеры). Крепление горных выработок в сложных геологических условиях и на больших глубинах.

между корпусом и клином, этим обеспечивается самоблокировка без сплющивания или разрушения жил.

II Класс, анкеры со сниженной податливостью: подразделяются на две группы (подвида) А и Б – податливость понижается либо благодаря способу закрепления анкера (А), либо благодаря конструктивным особенностям (Б).

Группа А, снижение податливости за счет способа закрепления в шпуре: почти одновременно с АК01 были разработаны анкеры для полного заполнения шпура скрепляющим составом – АК02, *рис. 6*. У данного анкера податливость снижается за счет способа закрепления анкера по всей длине шпура с полным заполнением пространства между поверхностями шпура и анкера, с одновременным заполнением скрепляющим составом возможных естественных, техногенных трещин, полостей в нарушенном массиве. Тот же эффект понижения податливости достигался и у ВАУ – вертикального армирующего устройства, *рис. 7*. Однако некоторый существенный показатель податливости у указанных анкеров оставался за счет клинового способа соединения «канат-муфта», как и у АК01.

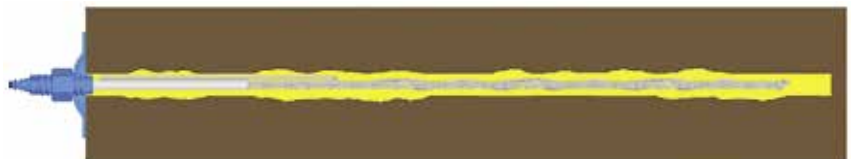


Рис. 6. Анкер канатный АК02

Fig. 6. The AK02 rope bolt



Рис. 7. Вертикальное армирующее устройство ВАУ4

Fig. 7. The VAU4 vertical reinforcement device

Основная функция данных анкеров: усиление основной крепи, консолидация массива и его армирование.

Группа Б, со сниженной податливостью за счет конструктивных особенностей: это анкеры АК01-21Н(М) и АК01-30Н(М), *рис. 8*. Показатель относительного удлинения 0,5% достигается благодаря конструктивным особенностям – способу соединения муфты и прямых жил анкера (*рис. 9, а*) обжатием (*рис. 9, б*), который не имеет резерва



Рис. 8. Анкер канатный АК01-21Н(М), АК01-30Н(М)

Fig. 8. The AK01-21N(M) and AK01-30N(M) rope bolt



Рис. 9. Конструктивные элементы анкера канатного АК01-21Н(М) и АК01-30Н(М), снижающие податливость:

а – прямые жилы анкера; б – соединение «канат-муфта» обжатым

Fig. 9. Structural elements of the AK01-21N(M) and AK01-30N(M) rope bolts that reduce elasticity:

а – straight strands of the bolt; б – the rope-sleeve compression coupling



Рис. 10. Анкер канатный АК01-30ПН

Fig. 10. The AK01-30PN rope bolt

податливости. Функции данных анкеров: усиление основной крепи, а также самостоятельное крепление выработки без анкеров первого уровня.

III Класс, с предварительным натяжением. Анкер обладает указанными свойствами благодаря конструктивным особенностям – способу соединения муфты и прямых жил анкера обжатым, который не имеет резерва податливости, а также в связи с тем, что при установке и закреплении анкера присутствует операция предварительного натяжения на 50, 100 кН, необходимая для создания собственных (начальных) напряжений (противоположных по знаку напряжениям от нагрузки в результате кинематических перемещений пород приконтурного массива) (рис. 10). Величина натяжения анкера контролируется по деформации лепестков индикатора натяжения:

- исходное состояние лепестков индикатора натяжения до предварительного натяжения анкера (рис. 11);
- деформация лепестков индикатора натяжения после предварительного натяжения анкера (см. рис. 11, б).

Основные функции данного анкера: усиление основной крепи, приведение и поддержание массива в состоянии, близком к исходному.

Таким образом, предложенная классификация анкерной крепи демонстрирует трансформацию и переход от пассивных горно-поддерживающих технологий к активному управлению массивом горных пород.

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ

Подземные горные предприятия представляют собой сложные, опасные производственные объекты (ОПО), включающие подземные горные выработки, жизненный цикл которых требует обеспечения безаварийности и экономической целесообразности на всех стадиях – от проектирования до ликвидации.

По одному из определений, риски на горнодобывающем предприятии – это потенциальные неблагоприятные события, которые могут привести к угрозе функциониро-

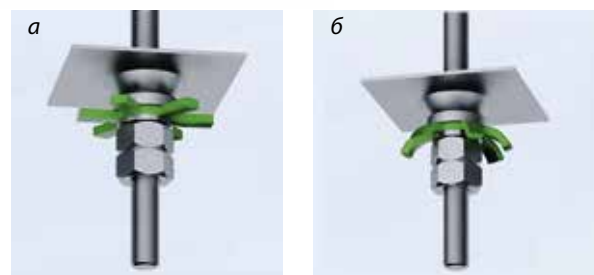


Рис. 11. Состояние лепестков индикатора натяжения анкера: а – до предварительного натяжения анкера; б – после предварительного натяжения анкера

Fig. 11. Conditions of the bolt tension indicator blades: а – before bolt pre-tensioning; б – after bolt pre-tensioning

вания предприятия. Они проявляются в виде аварий, человеческих жертв, потерь, ущерба и других последствий. По данным Ростехнадзора РФ, в структуре аварий при подземных горных работах 35–40% несчастных случаев происходят вследствие обрушения пород кровли и боков горных выработок.

В этой связи следует отметить, что надежно закрепленная выработка является основной гарантией бесперебойной и безаварийной работы шахты, т.е. является гарантией, что риск обрушения будет минимальным.

Одним из проверенных временем и опытом инструментов совершенствования существующих систем риск-ориентированного подхода является комплексный, направленный на минимизацию многослойности рисков (один опасный фактор накладывается на другой, создавая мультипликативный эффект) для объекта управления. Оптимальный эффект достигается при интеграции количественных и качественных показателей рисков в единую систему оценки.

В настоящее время повсеместно применяемый способ минимизации различных категорий рисков – организация тендерных торгов на товары и сервис. Однако нужно признать, что применение тендерной системы не всегда позволяет добиться желаемого эффекта в плане оптимизации бюджета. Часто возникают дополнительные трудности, например задержки в работе или низкое качество

исполнения обязательств со стороны выбранных по показателю наименьшей цены поставщиков, что приводит к простоям.

В результате, вместо ожидаемой экономии и сокращения издержек добывающая компания сталкивается с упущенной выгодой и ростом расходов.

Многолетний опыт компаний, в том числе и ООО «РАНК 2», свидетельствует о том, что самым эффективным инструментом снижения производственных и финансовых рисков является комплексный подход к любому виду деятельности, в нашем случае, к креплению и поддержанию подземных горных выработок.

ООО «РАНК 2» предлагает проверенные временем и на практике как отдельные инструменты, продукцию, технологические схемы, обучение, сервис, так и те же компоненты в сочетании для оптимального управления рисками при комплексном подходе к креплению и поддержанию подземных горных выработок

Однако решения по применению той или иной анкерной крепи, а также по выбору той или иной технологии должны приниматься только после всестороннего рассмотрения всех факторов и обстоятельств. И эти решения сегодня обязательно соответствуют требованиям по управлению рисками на опасных производственных объектах (ОПО).

Блок-схема, представленная на рис. 12, демонстрирует последовательность комплексного подхода, обеспечива-

ющую подземной горной выработке максимально устойчивое состояние.

В данном случае крепление выработки начинается только после оценки рисков, возможных при реализации проекта, и после расчета совокупной стоимости владения выработкой на протяжении всего периода ее жизнедеятельности.

Это позволяет выбирать и самые эффективные виды крепи, и наиболее подходящие для данных ГГУ технологии крепления. При этом и крепь, и технологии могут быть не самыми дешевыми в закупе, но положительно влияющими на технологические и экономические показатели, снижая совокупную стоимость владения выработкой и, в конечном итоге, делая минимальными финансовые риски собственника бизнеса.

КОНТРОЛЬ ДЕФОРМАЦИИ (ВЕРТИКАЛЬНЫХ СМЕЩЕНИЙ) МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД УГОЛЬНЫХ И РУДНЫХ ШАХТ

Одним из современных эффективных инструментов управления рисками при эксплуатации подземной горной выработки и для обеспечения ее максимальной устойчивости является проактивное предотвращение аварийных ситуаций при ее креплении, основанное на создании универсальной вероятностной модели оценки и агрегации геотехнических рисков в единую риск-ориентированную систему, позволяющую прогнозировать неблагоприятные события и уходить от пассивного реагирования.

Автоматизированная система деформационного контроля (АСДК «ЭЛМОН») предназначена для контроля деформации массива горных пород и состояния крепи в горных выработках с целью обеспечения безопасности ведения работ в угольных шахтах, рудниках и передачи информации об относительной величине смещений пород приконтурного массива в информационную систему предприятия посредством проводных линий связи, а также светозвуковой сигнализации о критических ситуациях в местах непосредственного размещения блоков контроля и на рабочем месте диспетчера. Использование АСДК «Элмон», предоставляет возможность сбора и анализа данных для построения прогнозных моделей на основе временных рядов смещений контура выработки. Ее применение в рамках описанной методологии включает следующие действия в соответствии с результатами показаний:

Зеленая зона: $P_{fail} < 0.1$ – режим нормальной эксплуатации, плановый мониторинг.

Желтая зона: $0.1 \leq P_{fail} < 0.5$ – усиленный режим контроля, планирование превентивных работ в ближайшей перспективе.

Красная зона: $P_{fail} \geq 0.5$ – выдача автоматического оповещения о необходи-



Рис. 12. Комплексный подход к креплению и поддержанию подземных горных выработок

Fig. 12. A comprehensive approach to bolting and supporting of underground mine workings

мости немедленных превентивных мероприятий (дополнительное крепление, вывод людей, остановка работ).

Для их интеграции разнородных процессов в рамках единой риск-ориентированной модели возможен вероятностно-статистический подход, позволяющий агрегировать риски возникновения неблагоприятных событий в условиях реального предприятия и строить тренды и прогнозы (рис. 13).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Предложенная классификация канатных анкеров АК нового поколения ООО «РАНК 2» позволяет сделать разделение анкерной крепи на классы по характеру взаимодействия с массивом, в частности анкеров глубокого заложения, а также дает возможность формировать более обоснованный и эффективный подход к проектированию крепи горных выработок, а именно:

- учитывать конструктивные особенности канатных анкеров и применять их для соответствующих горно-геологических условий и решения конкретных горнотехнических задач;
- расширить область применения канатной анкерной крепи, в том числе при комбинированном креплении и различных способах закрепления и стабилизации углепородного массива в сложных горно-геологических условиях;
- повысить эффективность применения канатных анкеров в зонах влияния очистных работ, на сопряжениях горных выработок;
- пересмотреть подход к выполнению восстановительных работ на аварийных участках горных выработок, приняв во внимание более высокую эффективность анкерной крепи с предварительным натяжением в части стабилизации массива;
- повысить безопасность, эффективность и комфортность ведения горных работ;
- снизить затраты на крепь и трудоемкость ее монтажа в сравнении с другими видами крепи.

2. Предварительное натяжение анкеров в сравнении с классическим канатным анкером и канатным анкером неподатливым способствует:

- закрытию возникших трещин (полностью или частично), препятствует раскрытию новых, что создает возможность для перераспределения напряжений в приконтурном массиве горной выработки;
- повышению трения на контактах фрагментов горных пород, что эквивалентно увеличению качества массива;
- повышению начальной жесткости системы «анкер-массив», что снижает степень и скорость развития деформаций массива;
- уменьшению смещений на 70-90% по сравнению с креплением в аналогичных ГГУ классическими податливыми канатными анкерами;

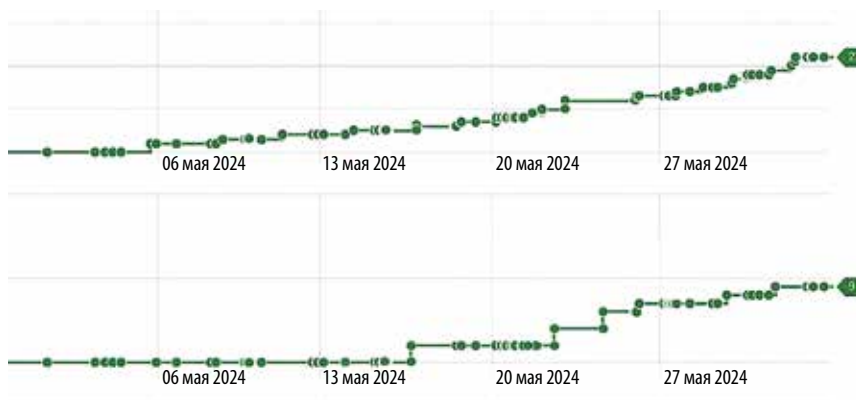


Рис. 13. Пример графика показаний смещений системы АСДК «Элмон», установленной в зоне опорного давления. Зафиксированные смещения позволяют строить тренды и прогнозы

Fig. 13. An example of a displacement graph of the Elmon ASDK system installed in the bearing pressure zone. The recorded displacements make it possible to establish trends and make forecasts

- замедлению конвергенции поверхностей горной выработки, соответственно увеличивая полезную площадь поперечного сечения во времени;
 - скреплению блоков горного массива в своего рода пакет, который менее подвержен деформации.
3. Комплексный подход к креплению и поддержанию подземных горных выработок позволяет:
- прогнозировать и минимизировать риски возникновения неблагоприятных событий при проактивном (упреждающем, превентивном) риск-менеджменте, нацеленном на предотвращение неблагоприятных событий (инцидентов) и/или уменьшение масштаба вероятных последствий;
 - снизить совокупную стоимость владения на протяжении всего периода жизнедеятельности выработки, получив значительную экономию средств.

Authors Information

Koveshnikov P.Yu. – Technical Director, RANK Research Centre – Institute for Designing Mining Operations LLC, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: koveshnikovpyu@rank42.ru

Ilyina E.S. – Deputy Director General for Development, RANK 2 LLC, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: ilyina@rank42.ru

Sammatov V.A. – Technical Director for the “Mines” Department, RANK 2 LLC, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: sammatovva@rank42.ru

Karasev V.A. – PhD (Engineering), Associate Professor, Head of the Department for Long-Term Development, RANK Scientific and Production Association LLC, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: karraseww@yandex.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 2.04.2026

Поступила после рецензирования: 16.04.2026

Принята к публикации: 30.04.2026

Paper info

Received April 2, 2026

Reviewed April 16, 2026

Accepted April 30, 2026