

УДК 622.281

## ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ АНКЕРНОГО КРЕПЛЕНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

<sup>1</sup>Демин В.Ф., <sup>2</sup>Яворский В.В., <sup>1</sup>Демина Т.В., <sup>2</sup>Чванова А.О.

<sup>1</sup>Карагандинский государственный технический университет, Караганда, e-mail: kstu@kstu.kz;

<sup>2</sup>Карагандинский государственный индустриальный университет, Темуртау, e-mail: yavorskiy-v-v@mail.ru

Целью исследований явилась оценка параметров управления устойчивостью контуров горных выработок, закрепленных анкерной крепью, для создания технологии интенсивного и безопасного проведения выемочных горных выработок на основе выявленных закономерностей поведения примыкающих к ним массивов горных пород. Определены параметры эксплуатации анкерной крепи на шахтах для закрепления штанг в выработках в целях обеспечения безопасности ведения горных работ в сложных горно-геологических условиях.

**Ключевые слова:** напряженно-деформированное состояние, технология, приконтурный массив горных пород, крепление горных выработок

## SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGICAL SCHEMES OF ANCHORING WHEN CONDUCTING MINING

<sup>1</sup>Demin V.F., <sup>2</sup>Yavorskiy V.V., <sup>1</sup>Demina T.V., <sup>2</sup>Chvanova A.O.

<sup>1</sup>Karaganda state industrial university, Karaganda, e-mail: kstu@kstu.kz;

<sup>2</sup>Karaganda state industrial university, Temirtau, e-mail: yavorskiy-v-v@mail.ru

The aim of the research was to evaluate control options the stability of the contours of the mine workings, fastened with anchor bolts to create a technology intensive and safe execution of excavation of mine workings, based on the identified patterns of behavior adjacent rocks. The parameters of operation of roof bolting in mines to secure the rods in the workings to ensure the safety of mining in difficult mining and geological conditions.

**Keywords:** the stress-strain state of the technology, the marginal rock mass, fixing mine workings

К числу главных причин, сдерживающих рост технико-экономических показателей в области крепления и поддержания горных выработок, относятся сложность и изменчивость горно-геологических условий, нарушения технологии изготовления крепи и крепления горной выработки, недостаточное внимание к вопросам обеспечения необходимой надежности крепи. Особую актуальность приобретает проблема повышения надежности крепей горных выработок в связи с постоянным увеличением объемов их проведения в сложных горно-геологических условиях.

Надежность, как вероятность устойчивого состояния горных выработок, зависит от многих факторов, и прежде всего от обоснованности проектных решений, т.е. от того, с какой точностью выбранные в проекте характеристики крепи соответствуют фактической интенсивности проявлений горного давления.

Исследование физико-механических процессов в массиве вмещающих горных пород при проведении горных выработок определяет их устойчивость.

К аномальным относятся участки выработок, находящиеся в зонах: влияния

геологических пликативных и дизъюнктивных нарушений; повышенной трещиноватости вмещающих пород и угля; повышенной обводненности вмещающих пород и угля; повышенного горного давления на подработанных или надработанных пластах свиты; на пластах опасных, угрожаемых, а также несклонных к горным ударам и внезапным выбросам угля (породы) и газа; в ненарушенном массиве; в зонах повышенного горного давления, в зонах влияния пликативных и дизъюнктивных нарушений; вне зон и в зонах влияния очистного выработанного пространства; в обводненных и необводненных породах и др.

К факторам, которые влияют на возможность применять определённые анкерные системы при проведении подготовительных выработок относятся: прочность анкерного крепления во вмещающих породах; размер зон опасных деформаций породы вокруг горных выработок; величина смещений горных пород, находящихся в кровле, величина конвергенции, срок службы выработки, а также предельная величина безопасного смещения (опускания) пород кровли, закреплённых в горной выработке.

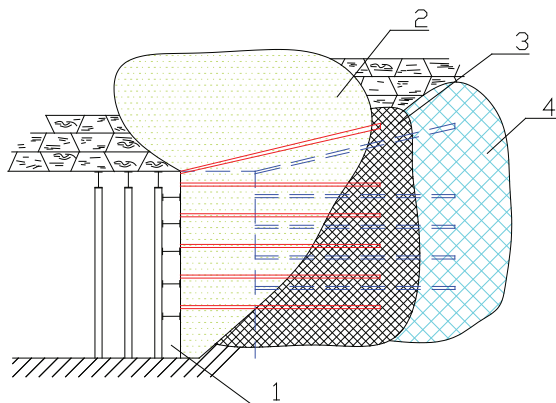


Рис. 1. Технологическая схема крепления неустойчивых пород кровли впереди выработки: 1 – затяжка их досок; 2 – скрепляющий заполняющий раствор в зону вывала пород; 3, 4 – соответственно 1 и 2-ая стадия крепления

Для того чтобы определить функциональные возможности разных видов крепи необходимо проведение сравнительных исследований. В ходе исследований осуществляется характеристика проявлений горного давления при креплении выработки анкера-

ми, комбинированной или рамной крепи и выявление уровня работоспособности анкерного крепления.

На рис. 1 представлена схема технологии крепления неустойчивых пород кровли впереди выработки.

Ниже представлено разработанное устройство крепления контуров выработки в неустойчивых горных породах.

Устройство крепления контуров выработки в неустойчивых горных породах.

Может быть использовано при разработке пластовых месторождений полезных ископаемых при проведении горных выработок для закрепления массива вмещающих пород с помощью анкерного крепления, для исключения куполообразования, повышения безопасности ведения горных работ с использованием анкерного крепления – рис. 2.

Наиболее близким к заявляемому техническому решению является полимерный анкер, включающий пластиковый стержень, опорную плитку и фиксирующую гайку [1] – рис. 3.

Недостатком прототипа является трудоемкость возведения анкерного крепления, а также трудоемкостью возведения рамной крепи.

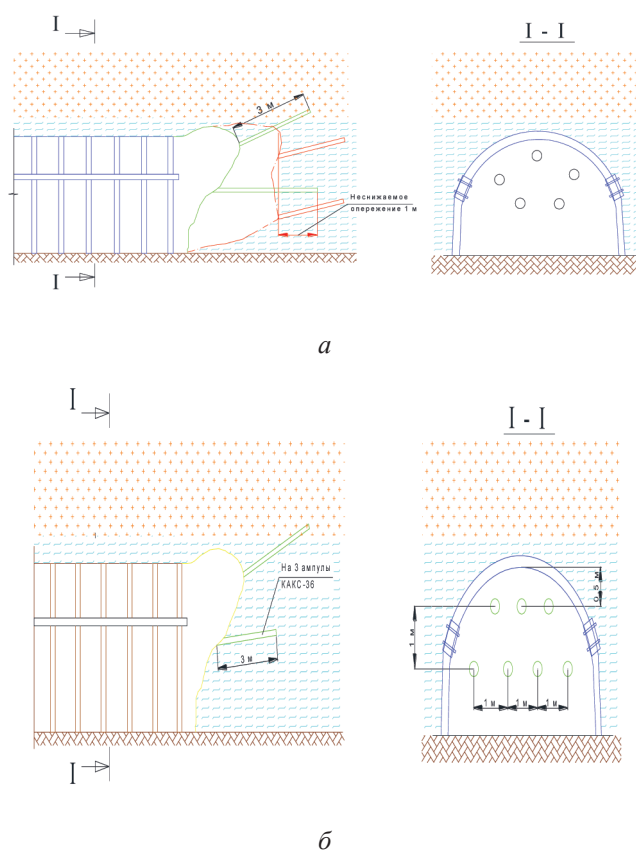


Рис. 2. Технология крепления забоя выработки при пересечении неустойчивых пород (профиль, сечение): а – при круговой схеме; б – при рядной схеме укрепления контура неустойчивых пород

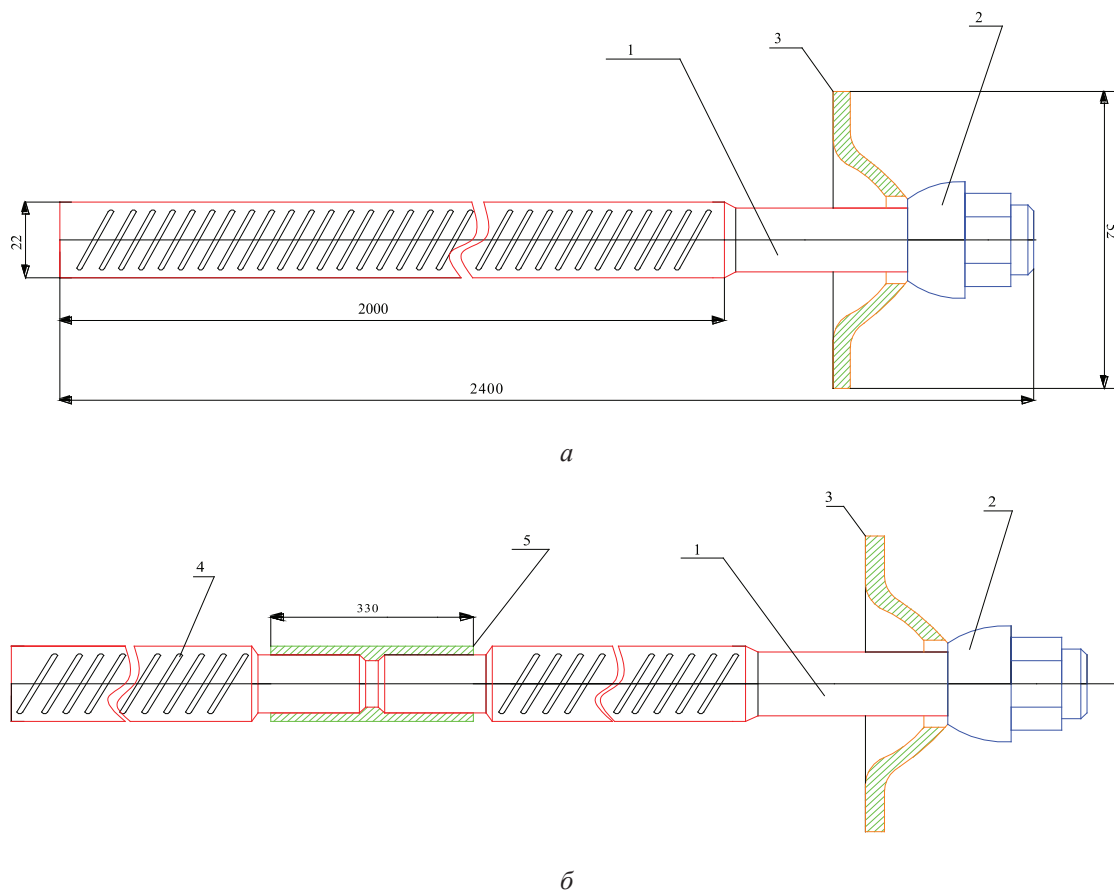


Рис. 3. Крепь анкерная: цельная – АПн (а) и составная – АПн-С: 1 – стержень анкера; 2 – гайка; 3 – шайба опорная; 4 – стержень анкера; 5 – муфта

Задачей применения является – предотвращение куполообразования и создание безопасных условий при креплении забоя выработки.

Наиболее близким к применению видов крепя является сталеполимерный анкер, включающий стержень из арматуры винтового профиля, устанавливаемый в шпур с размещенными в нем ампулами с закрепляющей смесью, опорную демпферную тарельчатую шайбу, закрепляющую гайку полусферическую гайку [2, 3].

Недостатком указанного анкера является то, что сталеполимерный анкер по своему составу не может взаимодействовать с массивом как временная крепь, поддающаяся разубки исполнительным органом комбайна.

Технический результат: предотвращения куполообразования, повышения техники безопасности при установке анкерной и рамной крепей.

Технический результат достигается за счет того что, установленный в шпур устройство крепления контуров выработки

внеустойчивых горных породах-составной анкер, с быстрым временем схватывания ампул с закрепляющим составом скрепляет породно-угольные слои, предотвращает куполообразования, а также уменьшает газовыделения из трещин кровли.

Представлена технология закрепления устройством для крепления контуров выработки в неустойчивых горных породах – составными анкерами (профиль выработки) – рис. 4, а; на рис. 4, б – вид 1-1 – поперечное сечение выработки. На рис. 5, а показан общий вид устройства крепления контуров выработки в неустойчивых горных породах – составного анкера; рис. 5, б – узел А – соединительная муфта (в разрезе); рис. 5, в – сборный узел соединения пластмассовой и стальной частей устройства крепления контуров выработки в неустойчивых горных породах – составного анкера с соединительной муфтой в диметрии.

Устройство крепления контуров выработки в неустойчивых горных породах – составной анкер включает стержень из металлической арматуры 1 винтового профиля,

соединительной муфты 2 и пластикового стержня 3 и устанавливается в шпур с размещенными в нем ампулами с закрепляющей смесью, опорную демпферную тарелку, шайбу и закрепляющую полусферическую гайку (см. рис. 5). Отличается устройство крепления контуров выработки в неустойчивых горных породах – составной анкер тем, что состоит на треть его длины из пластикового стержня (3) со стороны устья шпура и двух третей длины со стороны забоя шпура – сталеполимерного стержня 1, соединенных муфтой 2.

Установка устройства крепления контуров выработки в неустойчивых горных породах-составного анкера, состоящего из стальной арматуры 1, соединительной муфты 2, пластикового стержня анкера 3, осуществляется следующим образом. В пробуренный в горном массиве шпур вводят ампулы с химическим скрепляющим составом, следом устанавливают устройство крепления контуров выработки в неустойчивых горных породах-составной анкер, который

монтируется под проектный уровень кровли под углом  $35-45^\circ$ , наперед наклоненный для подхватывания неустойчивых пород кровли впереди забоя подготовительной выработки, заполняя трещины неустойчивой кровли, не допуская возможности расслаивания горных пород и куполообразования.

Применение способа крепления устройствами крепления контуров выработки в неустойчивых горных породах-составными анкерами с закрепляющими ампулами с быстрым временем схватывания (15-20 сек.) и с пластиковой нижней частью анкера не допускает образования куполообразования, не мешает за продвижением забоя по выемке и отгрузке горной массы, и легко разрушается проходческим комбайном.

Новизна конструктивной схемы анкера заключается в том, что в составной части из арматуры и пластикового стержня, что позволяет усилить верхние породно-угольные слои кровли, в которой будет работать несущая способность именно верхняя часть сталеполимерного анкера – рис. 6, а.

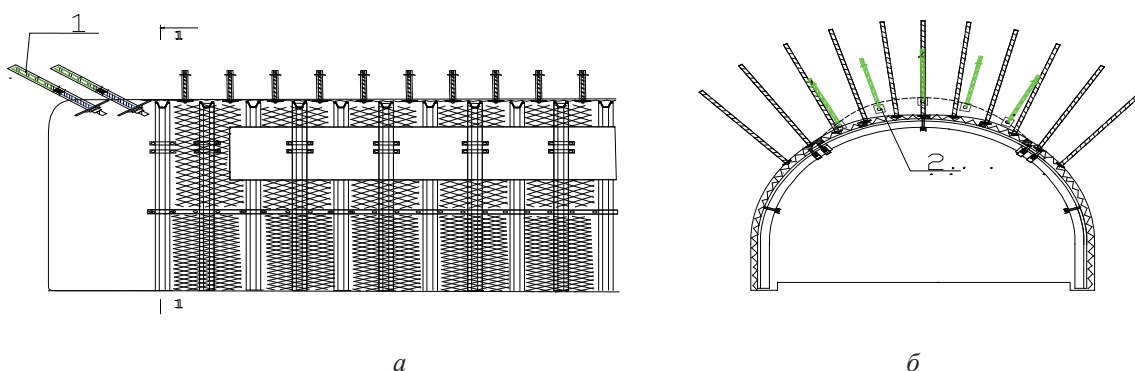


Рис. 4. Технология закрепления устройством для крепления контуров выработки в неустойчивых горных породах: а – металлическая часть анкера; б – наклонный составной комбинированный анкер

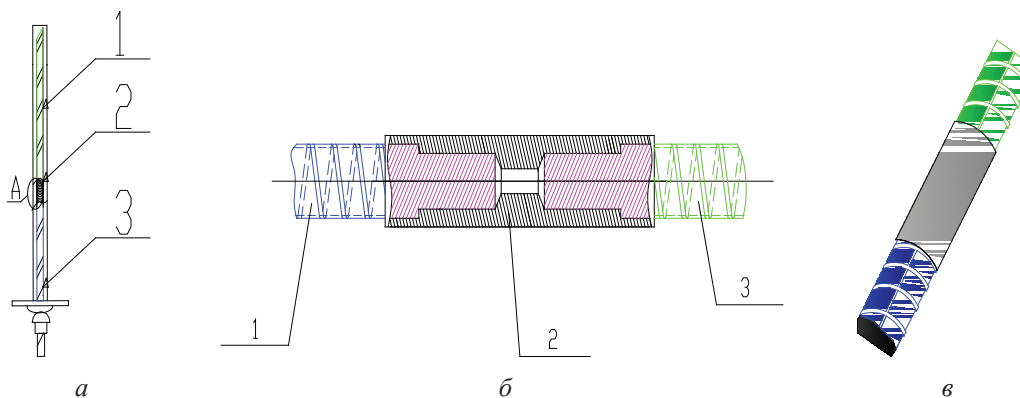


Рис. 5. Соединительная муфта: а – составной анкер в сборе; б – разрез; в – диметрия; 1 и 3 – верхняя (металлическая) и нижняя (пластмассовая) части составного комбинированного анкера; 2 – соединительная муфта

Вторая часть анкера состоит из пластикового стержня, которая соединяется вкручиванием по резьбе соединительной муфтой с внутренней резьбой. Далее бурится шпур диаметром 28 мм, наполняется

химическими ампулами 650 мм\*2 шт., со временем твердения 60 сек. и одной ампулой АМК 350 с быстрым временем схватывания 30 сек. (со стороны забоя шпура).

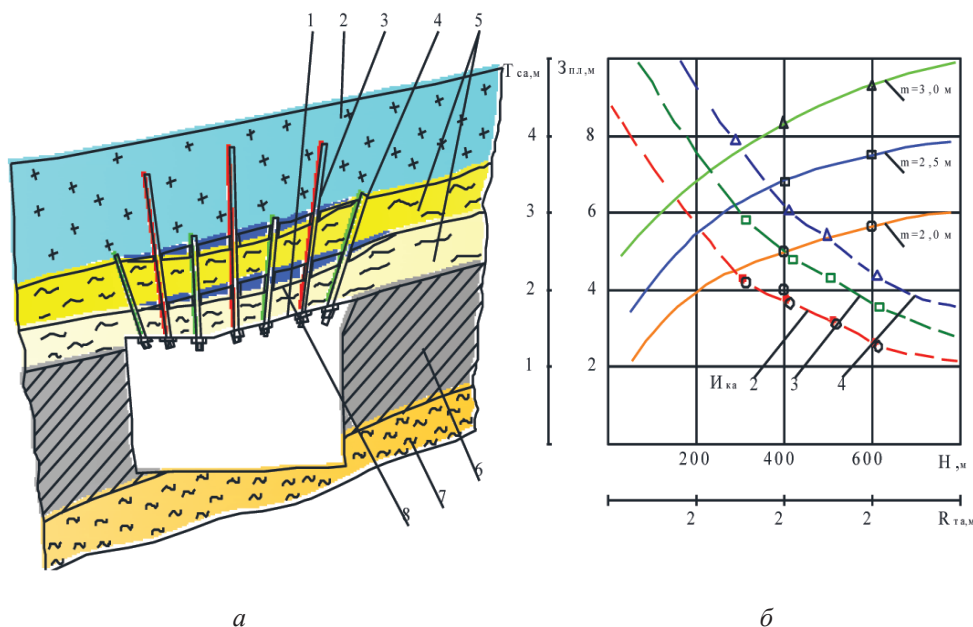


Рис. 6. Определение зон пластических деформаций в кровле выработки в зависимости от мощности пласта (а) и плотности установки анкеров в зависимости от глубины ведения работ, величины зоны пластических деформаций, мощности слоя пород, расстояния и количества канатных анкеров (б): 1 – придание кровли выработки формы, по породам напластования; 2 – породы основной кровли; 3 – анкеры глубокого заложения (с обеспечением необходимой плотности крепления по ширине кровли выработки); 4 – стальные анкеры; 5 – породы непосредственной почвы; 6 – угольный пласт; 7 – породы непосредственной почвы; 8 – расстояние (трещинообразование) в малопрочный и неустойчивых вмещающих породах кровли.  $H$  – глубина работ;  $Z_{пл}$  – зона пластических деформаций, м;  $T_{сл}$  – мощность слоя пород, м;  $R$  – расстояние между тросовыми анкерами, м;  $I_{ка}$  – количество канатных анкеров, шт

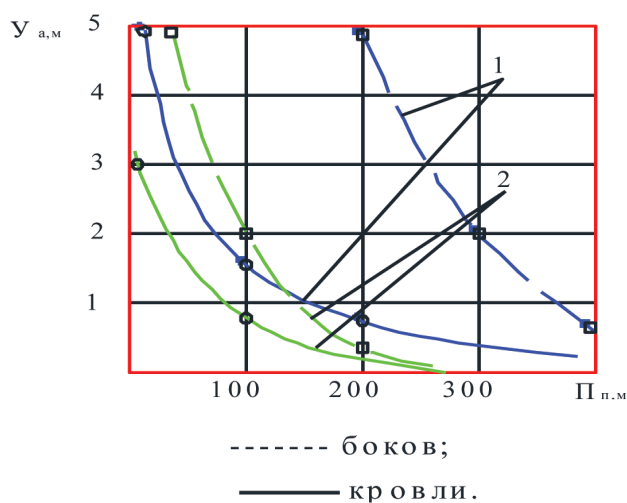


Рис. 7. Глубина анкерирования вмещающих пород за контуром выработки



В отличие от составного катанного или сталеполимерного анкера, составной пла- стиково-сталеполимерного анкер, легко подается зарубке комбайном, не оставляет «торчунов» от анкеров, а верхняя часть ан- кера укрепляет верхний слой пород кровли.

На рис. 6, б представлено определение зон пластических деформаций в кровле вы- работки в зависимости от мощности пласта и плотности установки анкеров, а на рис. 7 – соответственно – глубина анкерирования вмещающих пород за контуром выработки.

При проведении горных выработок и разработке угольных пластов вследствие нарушения равновесия горных пород и пе- рераспределения естественных напряжений в шахтах возникают геомеханические про- цессы, реализующиеся в деформациях, раз- рушении, перемещении и сдвигении раз- личных масс горного массива. На развитие горного давления, возникающего в резуль- тате взаимодействия углевмещающих пород с горными выработками, решающее влияние оказывают геологические, горнотехниче- ские и технологические факторы. Геомеха- нические условия поддержания выемочных

выработок в бассейне на большой глубине отличаются повышенной сложностью из- за малой прочности вмещающих угольные пласты пород, особенно почв, которые уже при незначительной концентрации горного давления склонны к интенсивному пуче- нию. Деформированное состояние масси- вов является следствием взаимодействия полей напряжений и свойств массива (боль- шей частью, физико-механических). Пред- ставлены результаты научно-прикладных исследований производственных процессов технологии ведения подготовительных ра- бот в сложных горно-технических услови- ях отработки угольных пластов; созданию способов управления геомеханическими процессами при ведении горных работ на глубоких горизонтах угольных шахт.

#### Список литературы

1. Жданкин Н.А. Анализ напряжённо – деформирован- ного состояния массива в окрестности движущегося забоя в условиях пространственного взаимодействия горных вы- работок: автореф. ... докт. техн. наук: шифр 25.00.22. – Ке- мерово, 1992. – 42 с.
2. Казанин О.И., Задавин Г.Д. Интенсивная отработка высокогазоносных угольных пластов на больших глуби- нах. – СПб.: МАНЭБ, 2007. – 200 с.