

МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ШАХТИНСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ УГОЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ»

УТВЕРЖДЕНО

Федеральным агентством
по энергетике (Росэнерго)

25. 09. 2007 г.

РУКОВОДСТВО
ПО КРЕПЛЕНИЮ АНКЕРАМИ СОПРЯЖЕНИЙ
ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК И КАМЕР ШИРИНОЙ 8-12 м

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Руководство предназначено для использования при проектировании и производстве работ по сооружению сопряжений и камер как в ранее пройденных, так и во вновь проводимых выработках.

1.2 На стадии проектирования сопряжений и камер Руководством регламентируется выбор технологической схемы проходки, конструктивной схемы анкерной крепи, типа анкеров и способов их установки, а также методику определения основных параметров анкерной крепи, основные технологические операции по её возведению, меры безопасности и методы контроля состояния приконтурных пород и крепи.

1.3 В периоды сооружения и поддержания сопряжений и камер Руководством регламентируется оценку соответствия фактических параметров анкерной крепи условиям её применения (проявлениям горного давления) и порядок определения параметров дополнительной анкерной крепи.

1.4 Параметры анкерной крепи сопряжений и камер определяются из условия предотвращения распространения разрушения пород от контура вглубь массива в конкретной горнотехнической ситуации.

1.5 Руководством с целью снижения интенсивности проявлений горного давления предусматривается поэтапная схема проходки сопряжений и камер с проведением на первом этапе опережающей выработки шириной до 6,0 м. При планировании разделки сопряжения или сооружения камеры в ранее пройденной выработке последняя рассматривается как опережающая.

1.6 Параметры анкерной крепи кровли опережающей выработки должны соответствовать определённым по Руководству для всего сопряжения (камеры) или рассчитанным по методике ВНИМИ [2, 3]. Во втором случае перед расширением опережающей выработки производится установка дополнительной анкерной крепи с параметрами, определёнными по Руководству.

1.7 Смещения кровли опережающей выработки рассчитываются по методике ВНИМИ [2, 3]. Далее полученные результаты используются для прогноза смещений пород кровли на следующих этапах сооружения и поддержания сопряжения (камеры), при этом предоставляется возможность учёта фактического состояния приконтурных пород и крепи опережающей выработки.

1.8 Руководством регламентируются предельно допустимые смещения пород кровли сопряжения (камеры).

1.9 При сооружении сопряжений и камер допускаются к применению анкерные крепи и их отдельные элементы, отвечающие требованиям отраслевого стандарта [7] и прошедшие шахтные испытания с последующим оформлением в установленном порядке актов и сертификатов соответствия.

1.10 Руководство не распространяется на деревянные анкерные крепи, а также металлические анкеры, закрепляемые в скважинах винтовым, взрывным и гидравлическим способом, или состоящие из нескольких частей, соединённых резьбовыми муфтами.

2 ОБЛАСТЬ И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ РУКОВОДСТВА

2.1 Руководство предназначено для использования при проектировании и производстве работ по креплению анкерами большепролётных камер и сопряжений горизонтальных и наклонных подземных горных выработок.

2.2 Руководство распространяется на следующие горно-геологические и горнотехнические условия:

ширина камеры или сопряжения – 8,0-12,0 м;

высота камеры или сопряжения – 2,2-6,0 м;

глубина камеры или сопряжения от земной поверхности – 200-1200 м;

массив, вмещающий камеру или сопряжение, не отнесён к категории опасных по горным ударам, выбросам угля, породы и газа и не содержит водонапорных горизонтов;

тип строения пород кровли камеры или сопряжения (по типизации ВНИМИ) – I, II;

класс устойчивости пород кровли камеры или сопряжения (по классификации ВНИМИ) – II, III;

средневзвешенная прочность пород кровли камеры или сопряжения – не менее 50 МПа;

средневзвешенная прочность пород боков камеры или сопряжения – не менее 30 МПа;

угол залегания пород и пластов – 0-30°;

расположение камер и сопряжений – вне зон геологических нарушений, высоких геодинамических и тектонических напряжений; сейсмической активности и влияния очистных работ.

2.3 Параметры крепи камер и сопряжений, сооружаемых и поддерживаемых в условиях, отличающихся от приведённых в п.1.2, рассчитываются по нормативным документам [1-5] или принимаются на основе рекомендаций научно-исследовательских институтов и других специализированных организаций, имеющих соответствующие лицензии.

3 СРЕДСТВА АНКЕРОВАНИЯ ПОРОД

3.1 Средствами анкерования пород являются механизмы и инструмент для бурения скважин, элементы анкерной крепи, оборудование для нагнетания минеральных композиций, вспомогательный инструмент.

3.2 К буровому оборудованию относятся электро- и пневмосверла, перфораторы, буровые установки.

3.3 Буровой инструмент – комплекты буровых штанг, угольные и породные резцы, коронки.

3.4 В общем случае в состав анкерной крепи входят: стержень или канат, закрепляющая втулка или распорный замок, опорный, натяжной, податливый, центрирующий, ограждающий элементы. Обязательными элементами анкерной крепи являются первые четыре из данного перечня. Технические характеристики серийно выпускаемых анкеров приведены в **приложении А**.

3.5 Металлические анкерные стержни, предназначенные для ампульного способа закрепления в скважинах, изготавливаются из арматурной стали периодического или винтового профиля №№ 20, 22 и 25 (номинальным диаметром 20, 22 и 25 мм). Передний конец стержня выполняется срезанным под углом 45° или к нему привариваются под таким же углом поперечные «усы», что облегчает разрушение оболочек ампул и способствует лучшему перемешиванию заключённых в них компонентов. На хвостовом конце стержня из арматурной стали периодического профиля выполняется способом накатки или нарезки метрическая резьба длиной 100-150 мм. Хвостовой конец анкера из арматурной стали винтового профиля обрезается под прямым углом.

3.6 Полимерные (стеклопластиковые) анкерные стержни, предназначенные для ампульного способа закрепления в скважинах, применяются в двух конструктивных вариантах: круглые диаметром 19-20 мм с гладкой поверхностью, изготовленные из протяжных профилей, и витые, имеющие форму каната. Передний конец стержня обрезается под

углом 45° или армируется металлической обечайкой в виде клина. На хвостовой конец стержня напрессовывается полимерная или закрепляется с помощью клиновой втулки металлическая резьбовая муфта.

3.7 Канатные анкеры, предназначенные для закрепления в скважинах ампульным способом, имеют следующие конструктивные особенности. Передний конец анкера, как правило, обжимается муфтой, срезанной под углом 45° или сдавленной в виде клина. Анкеры нового технического уровня снабжаются проволочным шнеком, выполненным из вплетённой в пряди и навитой на канат арматурной проволоки. В процессе установки анкера закрепляющий материал и оболочка ампул транспортируется шнеком ко дну скважины, благодаря чему закрепляющая втулка получается сплошной и плотной. Хвостовой конец анкера выполняется в виде металлической муфты, соединённой с канатом посредством клиновой втулки. Наружная поверхность муфты имеет винтовой профиль. Торцу муфты придаётся форма шестигранника для соединения анкера с переходником при установке.

Канатные анкеры изготавливаются из металлических тросов диаметром 15,2-19,5 мм.

3.8 Анкеры, предназначенные для закрепления в скважинах нагнетательным способом, отличаются от описанных в п.3.5-3.7 следующим. На переднем конце стержня или каната размещается распорный замок, винт или уширительная втулка для его удержания в скважине в процессе заполнения свободного объёма твердеющим составом и обеспечения возможности незамедлительного натяжения анкера по окончании этого процесса за счёт создания «клинового» эффекта в минеральной композиции. На хвостовом конце канатного или пластикового анкера может предусматриваться чековый разъем для соединения торца муфты с нагнетательным рукавом. К канату или металлическому стержню прикрепляется пластиковая воздухоотводящая трубка.

3.9 Металлические стержневые анкеры, закрепляемых в скважинах ампульным способом, рекомендуется применять для установки в породы при

высоте выработки, превышающей расчётную длину анкеров. Если данное условие не выполняется, то рекомендуется применение канатных анкеров, закрепляемых ампульным или нагнетательным способом при глубине анкерования до 3,0 и 3,0-8,0 м соответственно.

3.10 Для крепления пласта в боках сопряжений и камер рекомендуется использовать полимерные (стеклопластиковые) и металлические анкеры, закрепляемые как ампульным или нагнетательным способом.

3.11 Закрепляющая втулка образуется при отверждении в скважине с введённым анкером химической композиции.

3.12 Химическая композиция, применяемая для закрепления анкера в скважине, в общем случае представляет собой многокомпонентную систему, включающую в себя основу, отвердитель, наполнитель и специальные добавки. Основой органической композиции может служить полиуретановая, полиэфирная, эпоксидная, фенолформальдегиновая, фурановая, карбамидная и другие смолы, а основой минеральной композиции – цемент, магнезит, фосфогипс, способные затвердевать под воздействием отвердителей.

Органические композиции, обладая рядом высоких потребительских свойств, позволивших им найти самое широкое применение при креплении анкерами горных выработок, имеют также ряд отрицательных качеств, таких, как низкая термостойкость (не превышает 300-350°C), пожароопасность (составы горючи); токсичность. Минеральные композиции лишены перечисленных недостатков, имеют более низкую стоимость и положительную динамику набора прочности в течение 10 лет.

Сведения о применяемых ампулах, содержащих органические или минеральные композиции, приведены в **приложении Б**.

3.13 В качестве опорного элемента металлической анкерной крепи используются металлические плоские или профилированные полосовые подхваты (**приложение В**), а также металлические плоские или объёмные плитки. Подхваты обеспечивают механическую связь между установленными в ряд анкерами и этим способствуют повышению

технической эффективности анкерной крепи. Необходимым условием применения металлических полосовых подхватов является обеспечение гладкого оконтуривания выработок.

3.14 В качестве податливого элемента металлической анкерной крепи применяются металлические полусферические пластины. Их установка обязательна при расчётных смещениях пород кровли сопряжения или камеры свыше 50 мм, а также, если данный элемент включён в комплектность на крепь.

3.15 В качестве натяжного элемента анкерной крепи используются гайки различной конструкции, в том числе выполненные совмещёнными с центрирующим элементом.

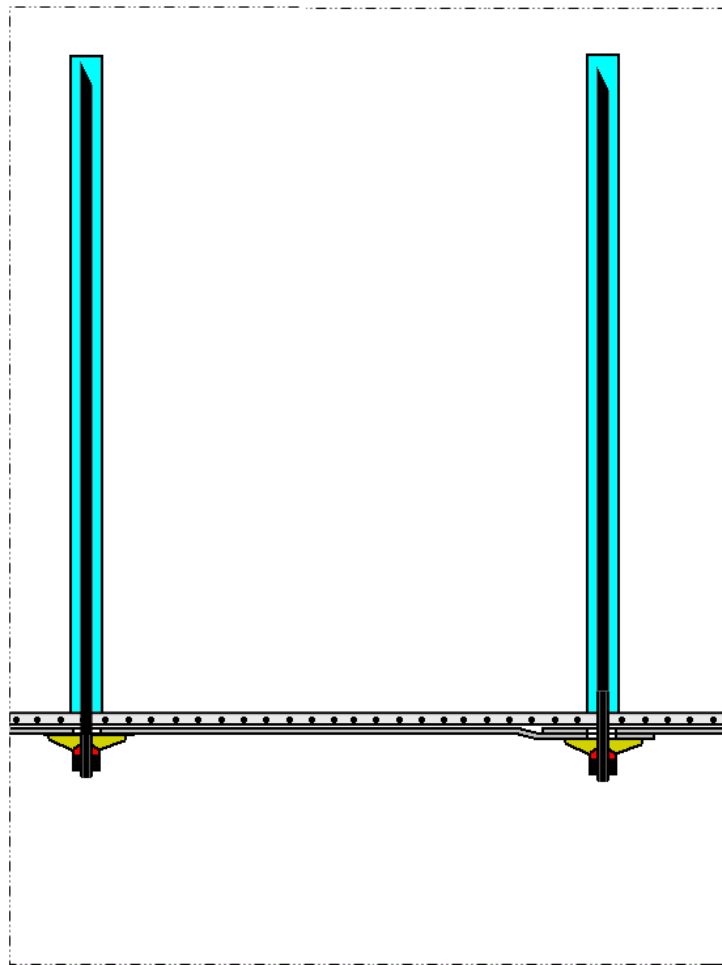
3.13 Центрирующий элемент способствует снижению изгибающих моментов в анкерах, установленных с отклонением от нормали к поверхности кровли или бока выработки, и обеспечивает работоспособность опорных пластин. Наружная поверхность центрирующего элемента выполняется, как правило, в виде полусферы.

3.14 В качестве ограждающего элемента используются металлические решётки, сетка или ткань из стекловолокна (приложение Г). Необходимость в установке затяжки определяется при расчёте параметров анкерной крепи.

3.15 Для закрепления анкеров в скважинах способом нагнетания минеральных композиций применяется разрешённое Федеральной службой по технологическому надзору и защищённое сертификатами соответствия оборудование, включающее пневмонагнетатели (приложение Д), герметизаторы или иные средства уплотнения устьев скважин, растворо- и воздухоподающие рукава, краны управления, контрольно-измерительные приборы и источник сжатого воздуха с регулятором давления.

3.16 К вспомогательным инструментам относятся: переходник для передачи вращения от адаптера бурильной машины к анкеру при его установке в скважину ампульным способом; Т-образный ручной ключ или

гайковёрт для затягивания гаек на анкерах; специальная составная забойка для введения и досылки ампул в длинные скважины.



4 ТЕХНОЛОГИЯ СООРУЖЕНИЯ СОПРЯЖЕНИЙ И КАМЕР

4.1 Рекомендуется поэтапная технологическая схема проходки, предусматривающая проведение опережающей выработки с последующим её расширением и углублением до проектного сечения сопряжения или камеры (рис. 1). Применение данной технологии снижает смещения пород кровли в 2-4 раза по сравнению со схемой проходки сопряжения или камеры полным сечением.

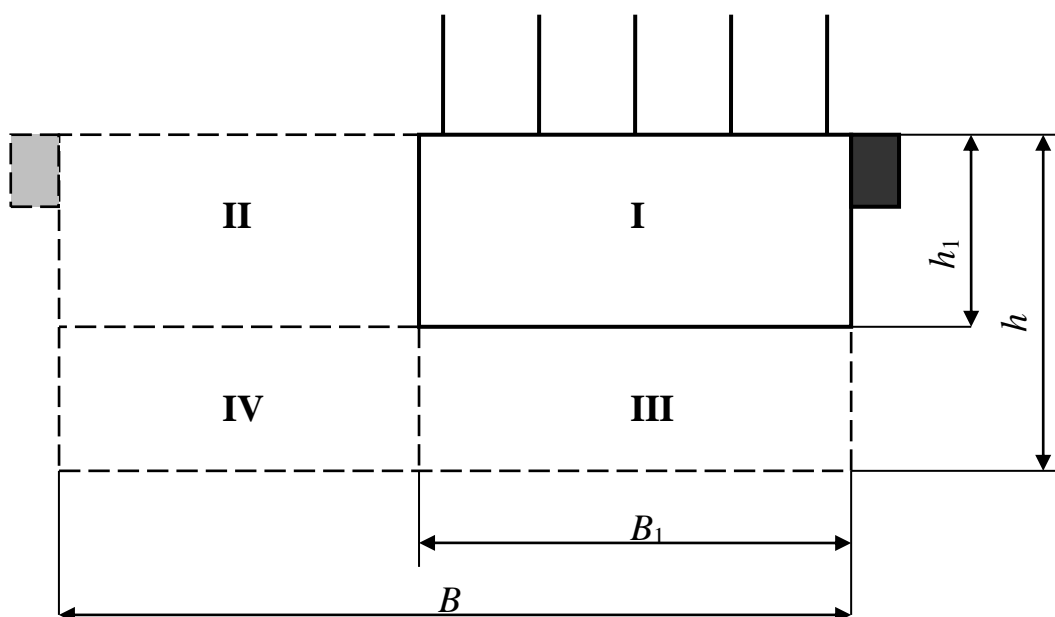


Рис. 1. Этапы сооружения сопряжения (камеры)

4.2 Разделке узла сопряжения в ранее пройденной выработке или сооружению в ней камеры должны предшествовать работы по креплению анкерами данной выработки в границах узла сопряжения (камеры) и примыкающих к нему участков длиной по $0,5 \cdot B$. Параметры анкерной крепи этих участков принимаются такими же, как и для всего сопряжения (камеры).

4.3 Вновь сооружаемую камеру следует проходить с делением её проектной ширины B на две равные части $B_1 = 0,5 \cdot B$ (при ширине камеры 8-9 м допускается из условия размещения оборудования принимать увеличенную до 4,5-5,0 м ширину первой части, при этом $B_1 = 0,56 \cdot B$). На первом этапе проводится опережающая выработка на всю длину камеры.

Кровля опережающей выработки, а также, при необходимости (п.6.5), общий с камерой бок и торцевые стенки крепятся анкерами. Параметры анкерной крепи опережающей выработки должны соответствовать расчётным значениям для всей камеры (п.6.3-6.5). На втором этапе опережающая выработка расширяется до проектного пролёта камеры. По мере расширения выработки производится крепление анкерами кровли, а также, при необходимости, второго бока и торцевых стенок камеры. Подвигание забоя на первом и втором этапах осуществляется в одном направлении. Оптимальный из условия устойчивости камеры разрыв во времени между проходческими работами первого и второго этапа составляет 1,0-1,5 мес.

4.4 В ранее пройденной выработке сооружение камеры осуществляется с делением её проектной ширины на две или три части. Первый вариант применяется, если один из боков пройденной выработки совпадает с проектным положением бока камеры, а второй вариант – если указанное условие не выполняется. Перед расширением пройденной выработка её кровля, а при первом варианте, в случае необходимости (п.6.5), также общий с камерой бок и торцевые стенки крепятся анкерами. Параметры анкерной крепи должны соответствовать расчётным значениям для всей камеры с учётом фактического состояния пройденной выработки (п.7.3-7.5). На втором этапе пройденная выработка расширяется до проектного пролёта камеры (первый вариант) или до ближнего бока камеры (второй вариант). На третьем этапе (второй вариант) производится расширение выработки до проектного пролёта камеры. По мере расширения выработки выполняется крепление анкерами кровли, а также, при необходимости, бока и торцевых стенок камеры. Подвигание забоя на втором и третьем этапах целесообразно осуществлять в одном направлении. Оптимальный из условия устойчивости камеры разрыв во времени между проходческими работами этапов составляет 1,0-1,5 мес.

4.5 Проведение узла сопряжения осуществляется сечением одной из сопрягающихся выработок (основной или примыкающей) с последующим её

расширением и углублением до проектных размеров сопряжения, при этом переход от одного сечения к другому должен быть плавным. Проходческие работы по разделке сопряжения рекомендуется вести в направлении от узла независимо от его вида и назначения примыкающих выработок. Оптимальный разрыв во времени выполнения проходческих работ в забоях сопрягающихся выработок составляет 1,0-1,5 мес.

4.6 Сопряжения и камеры высотой 4,0-6,0 м рекомендуется сооружать с делением забоя по высоте на два слоя и их последовательной разработкой по всей длине в нисходящем порядке. Высота первого слоя принимается равной 2,2-3,0 м.

4.7 Сопряжения и камеры следует проводить прямоугольным поперечным сечением вкрест простирания пласта или параллельно линии его падения, а трапециевидным (наклонная кровля и вертикальные бока) – параллельно или под углом к простиранию пласта. В пластовых сопряжениях и камерах их кровли целесообразно формировать совпадающими с кровлями пластов или поверхностями наслоения пород.

4.8 Проведение сопряжений и камер протяженных выработок по пологим пластам с присечкой не более 70 % от площади забоя боковых пород прочностью на одноосное сжатие до 70 МПа рекомендуется осуществлять комбайновым способом. В данном случае для проходки протяжённых выработок, сопряжений и камер применяются единые комплекты оборудования (комбайны КП21Д, КП25, П220 и др., ленточные и скребковые конвейеры, монорельсовые дороги).

4.9 В условиях, отличных от указанных в п.4.7, сопряжения и камеры следует проводить буровзрывным способом. Разделку узлов сопряжений ранее пройденных выработок или сооружение в них камер рекомендуется осуществлять с применением мобильного проходческого оборудования (например, буропогрузочных машин 2ПНБ2Б и самоходных вагонов на пневмоколёсном ходу 5BC15M, а для бурения шпуров под анкеры использовать переносные станки типа *Rambor*, *Wombat* или перфораторы

ПТ48). Разделку узлов сопряжений вновь проводимых выработок и сооружение в них камер целесообразно производить с применением высокопроизводительного проходческого оборудования на гусеничном ходу (например, установок *BTRLI*, приспособленных для бурения шпуров как по забою, так и под анкерную крепь, и погрузчиков с боковой разгрузкой *K312LS* фирмы «*Deilmann-haniel mining systems GmbH*», Дортмунд, Германия). Если проектный контур кровли сопряжения или камеры не совпадает с наложением пород, то рекомендуется применение технологии гладкого взрывания, в том числе на основе шпуров с продольными надрезами [6].

ПРОГРАММА «СОПР 8-12»

Назначение

1. Определение оптимальных (по критерию устойчивости выработки) параметров анкерной крепи кровли камеры (сопряжения) для конкретных горно-геологических и горнотехнических условий

1.1 Схема установки анкеров: одноуровневая или двухуровневая.

1.2 Тип применяемых анкеров (при двухуровневой схеме – каждого уровня): распорно-замковый; сталеполимерный, канатный с закреплением полимерным составом или раствором неорганического вяжущего, железобетонный или полимерный с длиной участка закрепления 0,5, 1,0 м, равной активной длине анкера (*типы известных анкеров и их технические характеристики, включая несущую способность N и силовые диаграммы Δt , содержатся в БД программы*).

1.3 Длина анкера l , м (при двухуровневой схеме – каждого уровня l_1 и l_2).

1.4 Расчётная удельная несущая способность анкерной крепи P , кН/м² (при двухуровневой схеме – каждого уровня P_1 и P_2).

1.5 Плотность анкерования Π , анк./м² (при двухуровневой схеме – каждого уровня Π_1 и Π_2).

1.6 Потребность в применении затяжки (*по критерию вероятности разрушения приконтурных слоёв пород, низших слоёв дерева*), её тип.

1.7 Тип опорного и податливого элемента (при двухуровневой схеме – для анкеров каждого уровня).

1.8 Прогнозируемые за весь срок службы камеры или сопряжения показатели проявлений горного давления

1.8.1 Натяжение анкеров $\tilde{F}(x, t); \tilde{F}(U, t)$, кН (при двухуровневой схеме – для каждого уровня); сравнение максимальных значений натяжения анкеров с их несущей способностью N .

1.8.2 Смещения заанкерованных пород кровли U_k , мм.

1.8.3 Расслоения заанкерованных пород кровли $\sum \delta$, мм; $l_{тр}$, м.

1.8.4 Вероятность разрушения заанкерованных пород кровли и анкерной крепи с течением времени $P(t)$, %.

2. Определение для кровли камеры или сопряжения оптимальных (по критерию устойчивости выработки) параметров анкерной крепи при заданных как исходные отдельных её характеристиках в конкретных горно-геологических и горнотехнических условиях применения

1.1 Схема установки анкеров: одноуровневая или двухуровневая (*может быть задана, при этом программа обеспечивает возможность ввода данного параметра как исходного*).

1.2 Тип применяемых анкеров (*тип анкера и его техническая характеристика, включая несущую способность N и силовую диаграмму Δt , может быть задана, при этом программа обеспечивает возможность ввода данного параметра как исходного*).

1.3 Длина анкера l , м (*может быть задана, при этом программа обеспечивает возможность ввода данного параметра как исходного*).

1.4 Расчётная удельная несущая способность анкерной крепи P , кН/м² (при двухуровневой схеме – каждого уровня P_1 и P_2).

1.5 Плотность анкерования Π , анк./м².

1.6 Потребность в применении затяжки по критерию вероятности разрушения приконтурных слоёв пород, её тип (*затяжка может не применяться по технологической причине, при этом программа обеспечивает возможность ввода данного параметра как исходного и его учёта при расчёте плотности анкерования*).

1.7 Тип опорного и податливого элементов, при двухуровневой схеме – для анкеров каждого уровня (*могут быть заданы, при этом программа обеспечивает возможность ввода данных параметров как исходных*).

1.8 Прогнозируемые за весь срок службы камеры или сопряжения показатели проявлений горного давления с учётом того, что ряд параметров анкерной крепи заданы как исходные

1.8.1 Натяжение анкеров $\tilde{F}(x, t); \tilde{F}(U, t)$, кН с учётом склонности пород кровли к расслоению (при двухуровневой схеме – для каждого уровня); сравнение максимальных значений натяжения анкеров с их несущей способностью N .

1.8.2 Смещения заанкерованных пород кровли $\tilde{U}_k(x, t)$; U_k , мм.

1.8.3 Расслоения заанкерованных пород кровли $\sum \delta$, мм; $l_{тр}$, м.

1.8.4 Вероятность разрушения заанкерованных пород кровли и анкерной крепи с течением времени $P(t)$, %.

3 Построение номограмм, таблиц, формул для определения параметров анкерной крепи кровли камеры или сопряжения (подготовка Руководства)

3.1 Построение номограмм для определения смещений пород кровли сопряжения (камеры)

3.1.1 Графики типовых смещений кровли U_{T1} на первом этапе ($i = 1$) строительства камеры или сопряжения при $B = 5$ м; $R_c = 40, 50, 60, 70, 80, 100, 120, 140$ МПа; $H = 200-1600$ м (на базе рис. П.1.1. [1] и рис.4 [2])

3.1.2 Графики типовых смещений кровли U_{Ti} на i -ом ($i = 2, 3, 4, 5$) этапе строительства и эксплуатации камеры (сопряжения) в зависимости от времени её поддержания t_i при $U_{k1} = 10-150$ мм, для $B_i = 8, 9, 10, 11, 12$ м

3.1.3 Формулы или номограммы для определения расчётных смещений кровли камеры или сопряжения U_k (учитываются расслоения пород кровли и предварительные параметры анкерной крепи: схема, тип, плотность).

3.2 Построение графиков $P = f(U_k)$ при $U_k = 20-300$ мм, для $B = 8, 9, 10, 11, 12$ м (аналог – номограмма, показанная на рисунке 1 Инструкции [1]).

3.2.1 Одноуровневая схема анкерной крепи $P = f(U_k)$.

3.2.2 Двухуровневая схема анкерной крепи $P_1 = f(U_k), P_2 = f(U_k)$.

3.3 Построение графиков $l = f(U_k)$ при $U_k = 20-300$ мм, для $B = 8, 9, 10, 11, 12$ м (аналог – номограмма, показанная на рисунке 1 Инструкции).

3.3.1 Одноуровневая схема анкерной крепи $l = f(U_k)$.

3.3.2 Двухуровневая схема анкерной крепи $l_1 = f(U_k), l_2 = f(U_k)$.

3.4 Построение графиков $F_{max} = f(U_k)$ при $U_k = 20-300$ мм, для $B = 8, 9, 10, 11, 12$ м и для различных типов анкеров, то есть графики зависимости наибольших числовых значений натяжения анкеров по оси X от смещений пород кровли выработки.

3.4.1 Одноуровневая схема анкерной крепи $F_{max} = f(U_k)$.

3.4.2 Двухуровневая схема анкерной крепи $F_{max 1} = f(U_k), F_{max 2} = f(U_k)$.

Может ещё что-то.

4 Оценка состояния пород кровли камеры (сопряжения) и соответствия фактических параметров анкерной крепи условиям применения (используются результаты визуального контроля объекта)

РАСЧЁТ ПАРАМЕТРОВ АНКЕРНОЙ КРЕПИ КРОВЛИ КАМЕР И СОПРЯЖЕНИЙ ШИРИНОЙ 8-12 м

1 Расчёт смещений заанкерowanych пород кровли выработки на первом этапе сооружения камеры (сопряжения) по методике ВНИМИ

1.1 Исходные данные

Расчётная ширина выработки (до её расширения до проектных размеров сопряжения) B , м.

Расчётное сопротивление пород кровли сжатию R_k , МПа. $R_k = 50$ (может быть 40)-150 МПа.

Согласно п.3.1.6 Инструкции [1] расчётное сопротивление пород кровли сжатию R_k следует определять как усреднённое для всех слоёв на высоту, равную ширине выработки:

$$R_k = (R_1 \cdot m_1 + R_2 \cdot m_2 + \dots + R_n \cdot m_n) \cdot K_c \cdot K_{вл} / B,$$

где R_1, R_2, R_n – сопротивление сжатию различных слоёв пород, МПа;

m_1, m_2, m_n – мощности различных слоёв пород, м;

K_c – коэффициент структурного ослабления пород поверхностями без сцепления (зеркалами скольжения, трещинами, углистыми и глинистыми прослоями и др.), принимаемый равным 0,9 для I и II типов кровли и 0,6 – для III типа или согласно п.3.3 Методики [2] по таблице 1; *авт.: Представляется целесообразным сооружать большепролётные выработки только при I и II типах кровли.*

Таблица 1 – Значения коэффициента K_c

Среднее расстояние между поверхностями ослабления пород, м	K_c
Более 1,5	0,9
1,5-1,0	0,8
1,0-0,5	0,6
0,5-0,1	0,4
Менее 0,1	0,2

$K_{вл}$ – коэффициент снижения сопротивления пород за счёт воздействия влаги; в случае длительного обводнения пород в выработках (затопления, перепуска воды) принимается по таблице 2, для остальных условий $K_{вл} = 1$.

Таблица 2 – Значения коэффициента $K_{вл}$

R , МПа	30	50	60	80	100	120	160	200
$K_{вл}$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,75	0,82	0,86	0,9

Глубина расположения выработки H , м. $H = 200-1400$ м.

Тип применяемых анкеров: распорно-замковый; сталеполимерный, железобетонный или полимерный с длиной участка закрепления 0,5, 1,0 м, равной длине анкера.

Направление продольной оси выработки к плоскости залегания пород: в крест простирания (выработки квершлагного типа), параллельно плоскости залегания пород (штреки, уклоны и бремсберги).

Расстояния до соседних выработок l , м.

Выработка проводится и поддерживается вне зоны влияния очистных работ (при ширине целика $l_{ц} > 0,1 \cdot H$).

1.2 Расчёт смещений кровли выработки

Величина расчётных смещений заанкерowanych пород кровли выработки U_k определяется согласно п.1.1 приложения 1 Инструкции [1]:

$$U_k = U_T \cdot K_\alpha \cdot K_{ш} \cdot K_B \cdot K_a,$$

U_T – типовые смещения кровли, определяемые в зависимости от H и R_k по номограмме рис. П.1.1 Инструкции [1];

K_α – коэффициент расположения выработки, принимаемый равным 0,7 для выработок квершлагного типа и 1,0 – для штреков, уклонов и бремсбергов;

$K_{ш}$ – коэффициент ширины выработки, определяемый по формуле

$$K_{ш} = 0,25 \cdot (B - 1);$$

K_B – коэффициент вредного воздействия выработок, характеризующий степень увеличения смещений пород на участках сопряжений по сравнению с одиночной выработкой и определяемый по формуле (8) [2]:

$$K_B = K_{B1} \cdot K_{B2}$$

K_{B1} – коэффициент влияния других выработок, принимаемый равным 1,0 при $l \geq 15$ м, а при $l < 15$ м определяемый по формуле:

$$K_{B1} = 1 + (1 - l / 15);$$

K_{B2} – коэффициент взаимовлияния сопрягающихся выработок, определяемый по таблице 1 (аналог – таблица 8 [2]);

K_a – коэффициент влияния анкерной крепи, принимаемый по таблице 2

Таблица 1 – Значения коэффициента K_{B2}

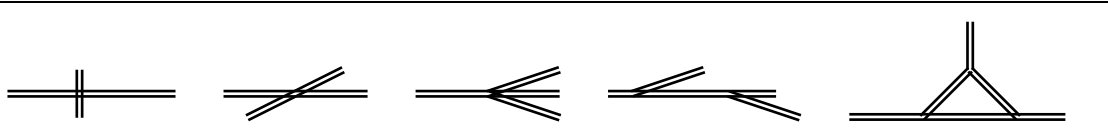
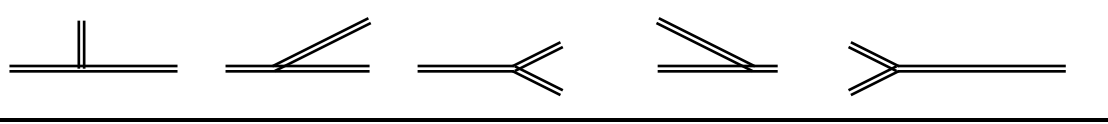
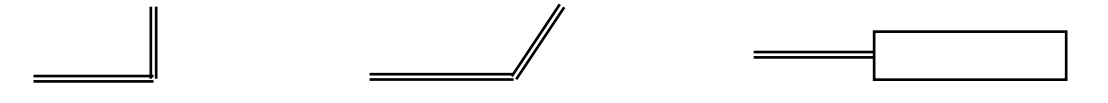
Вид сопряжения	K_{B2}
	1,6
	1,4
	1,2

Таблица 2 – Значения коэффициента K_a

Тип анкерной крепи		K_a
Распорно-замковая		1,00
Сталеполимерная и закрепляемая полимерным составом канатная	длина участка закрепления анкера в шпуре составляет 0,5 м	0,90
	длина участка закрепления анкера в шпуре составляет 1,0 м	0,75
	анкер закреплён по всей длине шпура	0,50

Железобетонная и закрепляемая составом из неорганического вяжущего канатная	длина участка закрепления анкера в шпуре составляет 0,5 м	0,95
	длина участка закрепления анкера в шпуре составляет 1,0 м	0,80
	анкер закреплён по всей длине шпура	0,60
Полимерная	длина участка закрепления анкера в шпуре составляет 0,5 м	0,95
	длина участка закрепления анкера в шпуре составляет 1,0 м	0,85
	анкер закреплён по всей длине шпура	0,65

Примечание: В таблице 2 отсутствуют данные по трубчатым анкерам

1.3 Список литературы

1. Инструкция по расчёту и применению анкерной крепи на угольных шахтах России. – СПб.: ВНИМИ, 2000. – 70 с.

2. Методика расчёта и выбора параметров крепи на сопряжениях горных выработок при одинарной и парной подготовке выемочных столбов. – СПб.: ВНИМИ, 2004. – 84 с.

Исходные данные					Исходные данные				
Тип строения кровли (по ВНИМИ)	▼	I Сланцы II			Глубина расположения камеры (сопряжения) от поверхности H	–	м		
Класс устойчивости пород кровли (по ВНИМИ)	▼	II СУ III У			Выработка расположена вкрест простирания ?	<i>Да, нет</i>			
Этап i сооружения или поддержания камеры (сопряжения)	▼	1 2 3 4			Вид сопряжения (камеры)	▼	$i = 1$ $i = 2$ $i = 3$ $i = 4$	Табл. 1 (см. выше)	
Продолжительность этапа сооружения или поддержания камеры (сопряжения) t_i	▼	$i = 1$ $i = 2$ $i = 3$ $i = 4$	– – – –	лет	Длительное воздействие влаги на породы кровли	▼	$i = 1$ $i = 2$ $i = 3$ $i = 4$	Да, нет Да, нет Да, нет Да, нет	
Средневзвешенное сопротивление сжатию пород кровли (в образце) $R_{с к}$	▼	$i = 1$ $i = 2$ $i = 3$ $i = 4$	– – – –	МПа	Расстояние до соседних выработок l	▼	$i = 1$ $i = 2$ $i = 3$ $i = 4$	– – – –	м
Расстояние между поверхностями ослабления в кровле	▼	$i = 1$ $i = 2$ $i = 3$ $i = 4$	– – – –	м	Ширина камеры (сопряжения) B_i	▼	$i = 1$ $i = 2$ $i = 3$ $i = 4$	– – – –	м
Количество трещин расслоения в нижнем двухметровом слое пород кровли камеры (сопряжения)	▼	$i = 1$ $i = 2$ $i = 3$ $i = 4$	– – – –	шт.	Координата ширины камеры (сопряжения) x	▼	–	–	м
Суммарная ширина раскрытия трещин расслоения в нижнем двухметровом слое пород кровли камеры (сопряжения)	▼	$i = 1$ $i = 2$ $i = 3$ $i = 4$	– – – –	мм		▼			
Глубина расслоения пород кровли камеры (сопряжения)	▼	$i = 1$ $i = 2$ $i = 3$ $i = 4$	– – – –	мм					

Схема установки анкерной крепи

Form 2



ПЕРВЫЙ УРОВЕНЬ

Тип анкера

- Сталеполимерный
- Сталеполимерный АСР1
- Сталеполимерный АСГ1 с типоразмером резьбы М20
- Сталеполимерный АСГ1 с типоразмером резьбы М24
- Сталеполимерный АКС
- Сталеполимерный АК20
- Сталеполимерный А20В
- Железобетонный
- Железобетонный АКМ1
- Железобетонный АКМ2
- Полимерный
- Полимерный АПК
- Распорно-замковый
- Распорно-замковый АШ1
- Распорно-замковый ЭС1м

Техническая характеристика анкера

Номинальный диаметр d	<input type="text"/>	мм
Прочность на разрыв N_p	<input type="text"/>	кН
Несущая способность N	<input type="text"/>	кН

ВТОРОЙ УРОВЕНЬ

Тип анкера

- Канатный
- Канатный АКО1
- Канатный АКО2
- Сталеполимерный
- Сталеполимерный АСР1
- Сталеполимерный АСГ1 с типоразмером резьбы М20
- Сталеполимерный АСГ1 с типоразмером резьбы М24
- Сталеполимерный АКС
- Сталеполимерный АК20
- Сталеполимерный А20В
- Железобетонный
- Железобетонный АКМ1
- Железобетонный АКМ2
- Полимерный
- Полимерный АПК

Техническая характеристика анкера

Номинальный диаметр d_2	<input type="text"/>	мм
Прочность на разрыв N_{p2}	<input type="text"/>	кН
Несущая способность N_2	<input type="text"/>	кН

<p>Деф./силовая характеристика $F = a \cdot \Delta + b$ кН</p> <p>Длина l_a м</p> <p>Длина участка закрепления в шпуре l_3 м</p> <p>Наличие антикоррозийного покрытия <i>Да, нет</i></p> <p>Плотность установки анкеров П анк./м²</p> <p>Предварительное натяжение F_0 кН</p> <p>Тип опорного элемента</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> ▼ </div> <p>Металлическая плитка</p> <p>Металлический полосовой подхват ПМАП</p> <p>Металлический верхняк В300 (штрипс)</p> <p>Металлический верхняк из СВП</p> <p>Размеры опорного элемента</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> ▼ </div> <p>100x100x8</p> <p>150x150x8</p> <p>300x300x8</p> <p>1000x280x1,8</p> <p>1900x280x1,8</p> <p>2500x280x1,8</p> <p>3000x280x1,8</p> <p>3500x280x1,8</p> <p>4000x280x1,8</p> <p>4800x280x1,8</p>	<p>Деф./силовая характеристика $F_2 = a \cdot \Delta + b$ кН</p> <p>Длина l_{a2} м</p> <p>Длина участка закрепления в шпуре l_{32} м</p> <p>Наличие антикоррозийного покрытия <i>Да, нет</i></p> <p>Плотность установки анкеров П₂ анк./м²</p> <p>Предварительное натяжение F_{02} кН</p> <p>Тип опорного элемента</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> ▼ </div> <p>Металлическая плитка</p> <p>Металлический полосовой подхват ПМАП</p> <p>Металлический верхняк В300 (штрипс)</p> <p>Металлический верхняк из СВП</p>
--	--

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АНКЕРНОЙ КРЕПИ

АНКЕР СТАЛЕПОЛИМЕРНЫЙ

По умолчанию принимаются следующие параметры анкерной сталеполимерной крепи. Анкерный стержень изготавливается из арматурной стали периодического профиля № 22 (номинального диаметра $d = 22$ мм; диаметра по рёбрам и выступам $d_{max} = 24$ мм) по ГОСТ 5781-82. Предел прочности арматурной стали класса А-III составляет 590 МПа. Минимальный диаметр анкерного стержня на участке с резьбой типоразмерам М20 составляет $d_{min} = 17,3$ мм. Прочность анкера на разрыв по резьбе типоразмера М20 – $N_p = 135$ кН. Несущая способность анкера – $N = 100$ кН; длина анкера $l_a = 2$ м; длина участка закрепления анкера в шпуре $l_3 = 1,0$ м (при этом коэффициент влияния анкерной крепи на смещения $k_a = 0,75$); плотность установки анкеров $\Pi = 1$ анк./м²; начальное натяжение анкера $F_0 = 10$ кН. Прочность на одноосное сжатие отверждённого полимерного состава – 80 МПа.

Анкер сталеполимерный АСГ1 (М20)

Анкер изготавливается из арматурной стали класса А-II или А-III периодического профиля № 22 (ГОСТ 5781-82), по ТУ (ГРМЗ).

$d = 22$ мм. $d_{max} = 24$ мм. $d_{min} = 17,3$ мм. $N_p = 135$ кН. $N = 100$ кН. $l_a = 1,8; 2,0; 2,4; 2,6; 2,8$ м (по заказу потребителя может изготавливаться длиной до 4,5 м).

Анкер сталеполимерный АСП1 и анкер сталеполимерный АСГ1 (М24)

Анкер изготавливается из арматурной стали класса А-III или А-V периодического профиля № 22 (ГОСТ 5781-82), по ТУ (БКРМЗ, ГРМЗ).

$d = 22$ мм. $d_{max} = 24$ мм. $d_{min} = 20,7$ мм. $N_p = 200$ кН. $N = 140$ кН (АСР1); $N = 130$ кН (АСГ1). $l_a = 1,8; 2,0; 2,4; 2,6; 2,8$ м (по заказу потребителя может изготавливаться длиной до 4,5 м).

Преимущество перед анкерами АКС, АК20, А20В – натяжение анкера легко контролируется динамометрическим ключом, тогда как у перечисленных анкеров ввиду большого угла подъёма выступов и ввиду прослабленного соединения с гайкой данный вид контроля практически невозможен.

Анкер сталеполимерный АКС

Анкер изготавливается из арматурной стали винтового профиля № 20-А400С по ТУ14-1-5254-94 (поставщик – ЗАО «Карбо-ЦАКК», г. Новокузнецк, г. Ленинск-Кузнецкий).

$d = 20$ мм. $d_{max} = 22,5$ мм. $d_{min} = 19,3$ мм. $N_p = 164$ кН. $N = 130$ кН. $l_a = 1,8; 1,9; 2,0; 2,2; 2,3; 2,4; 2,8$ м.

Преимущество перед анкерами типа АСГ1 и АСП1 – анкерный стержень не ослаблен резьбой (она отсутствует); при любой длине выступающего в выработку конца анкера можно обеспечить его натяжение гайкой. Преимущество перед анкерами типа А20В – уменьшен угол подъёма поперечных рёбер ($8^\circ 54'$), что повышает надёжность анкерной крепи и позволяет осуществлять контроль её натяжения.

Анкер сталеполимерный АК20

Анкер изготавливается из арматурной стали винтового профиля № 20-Атв800 по ТУ14-1-5254-94 (поставщик – ООО «Горный инструмент», г. Новокузнецк).

$d = 20$ мм. $d_{max} = 22,5$ мм. $d_{min} = 19,3$ мм. $N_p = 240$ кН. $N = 190$ кН. $l_a = 1,8; 1,9; 2,0; 2,2; 2,3; 2,4; 2,8$ м.

Преимущества аналогичны анкерной крепи АКС, но изготавливаются из стали повышенной прочности.

Анкер сталеполимерный А20В

Анкер изготавливается из арматурной стали винтового профиля № 20-Ав500С по ТУ14-1-5254-94 (поставщик – ЗАО «Торговый дом. КУЗБАССПРОМСЕРВИС»).

$d = 20$ мм. $d_{max} = 23,0$ мм. $d_{min} = 19,2$ мм. $N_p = 200$ кН. $N = 160$ кН. $l_a = 1,8; 1,9; 2,0; 2,1; 2,2; 2,3; 2,4; 2,5$ м.

АНКЕР ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЙ

По умолчанию принимаются следующие параметры анкерной железобетонной крепи. Анкерный стержень изготавливается из арматурной стали периодического профиля № 22 (номинального диаметра $d = 22$ мм; диаметра по рёбрам и выступам $d_{max} = 24$ мм) по ГОСТ 5781-82. Предел прочности арматурной стали класса А-III составляет 590 МПа. Минимальный диаметр анкерного стержня на участке с резьбой типоразмерам М20 составляет $d_{min} = 17,3$ мм. Прочность анкера на разрыв по резьбе типоразмера М20 – $N_p = 135$ кН. Несущая способность анкера – $N = 60$ кН; длина анкера $l_a = 2$ м; длина участка закрепления анкера в шпуре $l_3 = 1,0$ м (при этом коэффициент влияния анкерной крепи на смещения $k_a = 0,80$); плотность установки анкеров $\Pi = 1$ анк./м²; начальное натяжение анкера $F_0 = 10$ кН. Прочность на одноосное сжатие отвердевшего минерального состава – 45 МПа.

Анкер железобетонный АКМ1

Стержень анкера выполнен из двух отрезков арматуры. Хвостовик (нижний отрезок стержня) анкера изготавливается из арматурной стали винтового профиля № 22 (разработчик анкера – ИУУ СО РАН; производитель ООО «АМК» г. Кемерово). Анкерный стержень закрепляется в шпуре минеральной композицией, нагнетаемой пневматическим способом с помощью установки УЗА-СМ.

$d = 20$ мм. $d_{max} = 22,5$ мм. $d_{min} = 19,3$ мм. $N_p = 150$ кН. $N = 110$ кН. $l_a = 1,8; 1,9; 2,0; 2,2; 2,3; 2,4; 2,8$ м. Прочность отвердевшего материала на одноосное сжатие 45-65 МПа.

Преимущества:

- использование хвостовика из арматурно-винтового проката вместо метрической резьбы увеличивает надёжность анкера (исключаются случаи невозможности навинчивания гайки из-за смятия и загрязнения резьбы);
- минеральная композиция, используемая для закрепления анкера, не токсична и устойчива к подземным пожарам;
- более качественное упрочнение приконтурного массива;
- для применения в агрессивных средах предусмотрено нанесение на анкер антикоррозионного износостойкого покрытия на основе базальтового наполнителя (срок службы анкера с данным покрытием увеличивается на 300 %).

Анкер железобетонный АКМ2

Стержень анкера выполнен из двух отрезков арматуры. Хвостовик (нижний отрезок стержня) анкера изготавливается из арматурной стали винтового профиля № 22 (разработчик анкера – ИУУ СО РАН; производитель ООО «АМК» г. Кемерово). Анкерный стержень закрепляется в шпуре минеральной композицией, заключённой в ампулы типа АМК.

$d = 20$ мм. $d_{max} = 22,5$ мм. $d_{min} = 19,3$ мм. $N_p = 150$ кН. $N = 110$ кН. $l_a = 1,8; 1,9; 2,0; 2,2; 2,3; 2,4; 2,8$ м. Прочность отвердевшего материала на одноосное сжатие 40-60 МПа.

АНКЕР КАНАТНЫЙ

По умолчанию принимаются следующие параметры анкерной канатной крепи. Анкер изготавливается из каната 19,5 (номинального диаметра $d = 19,5$ мм) по ГОСТ 7665-69. Временное сопротивление разрыву стали составляет 1600 МПа. Прочность каната на разрыв – $N_p = 186$ кН. Несущая способность анкера (по прочности соединения каната с резьбовой втулкой или по прочности закрепления в шпуре) – $N = 100$ кН; длина анкера $l_a = 2,8; 3,0 \dots 4,5$ м; длина участка закрепления анкера в шпуре $l_3 = 1,0$ м (коэффициент влияния анкерной крепи на смещения $k_a = 0,80$ – при закреплении минеральной композицией; $k_a = 0,75$ – при закреплении полимерным составом); плотность установки анкеров $\Pi = 0,2$ анк./м²; начальное натяжение анкера $F_0 = 10$ кН. Прочность на одноосное сжатие отвердевшего минерального состава – 45 МПа (при закреплении анкера минеральной композицией). Прочность на одноосное сжатие отверждённого полимерного состава – 80 МПа (при закреплении анкера полимерным составом).

Анкер канатный АК01

Анкер изготовлен из каната диаметром 15,2 мм. (разработчик анкера – ИУУ СО РАН, ООО «РАНК; производитель ООО «АМК» г. Кемерово). Канат закрепляется в шпуре ампулами с минеральной композицией или полиэфирным составом. Для получения качественного взаимодействия каната с закрепляющим материалом и со стенками скважины он содержит местные узлы уширения и проволоочный шнек, выполненный из вплетённой в пряди и навитой на канат арматурной проволоки. В процессе закрепления анкера шнек транспортирует закрепляющий материал и оболочку ампул ко дну шпура, благодаря чему закрепляющая втулка получается сплошной и плотной.

$d = 15,2$ мм. $d_{max} = 18,5$ мм. $N_p = 234$ кН. $N = 130$ кН. $l_a = 2,8; 3,0; 3,2; 3,4; 3,6; 3,8; 4,0$ м (до 8,0 м по заказу). Прочность на одноосное сжатие отвердевшего минерального состава – 45 МПа (при закреплении анкера минеральной композицией). Прочность на одноосное сжатие отверждённой полиэфирной смолы – 80 МПа (при закреплении анкера полимерным составом).

Анкер канатный АК02

Анкер изготовлен из каната диаметром 15,2 мм. (разработчик анкера – ИУУ СО РАН, ООО «РАНК; производитель ООО «АМК» г. Кемерово). Канат закрепляется в шпуре нагнетательным способом органоминеральной смолой «ГЕОФЛЕКС» или полиуретановыми смолами. Анкер снабжён клинораспорным замком и герметизатором. Смола под давлением подаётся в шпур через опорную муфту, присоединяемую посредством быстроразъёмного соединения к нагнетательному рукаву. Замок на конце каната необходим для удержания анкера в шпуре при нагнетании смолы.

$d = 15,2$ мм. $d_{max} = 18,5$ мм. $N_p = 234$ кН. $N = 130$ кН. $l_a = 2,8; 3,0; 3,2; 3,4; 3,6; 3,8; 4,0$ м (до 8,0 м по заказу). Прочность на одноосное сжатие отверждённой полиэфирной смолы – 80 МПа.

АНКЕР ПОЛИМЕРНЫЙ

По умолчанию принимаются следующие параметры анкерной полимерной крепи. Анкер изготавливается из полимерного стержня или трубки внешнего диаметра $d = 20$ мм. Прочность стержня на разрыв – $N_p = 120$ кН. Несущая способность анкера (по прочности соединения стержня с резьбовой втулкой или по прочности закрепления в шпуре) – $N = 50$ кН; длина анкера $l_a = 1,8; 1,9; \dots 2,5$ м; длина участка закрепления анкера в шпуре $l_3 = 1,0$ м (коэффициент влияния анкерной крепи на смещения $k_a = 0,85$); плотность установки анкеров $\Pi = 1,0$ анк./м²; начальное натяжение анкера $F_0 = 10$ кН. Прочность на одноосное сжатие отверждённого полимерного состава – 80 МПа.

Анкер полимерный композиционный АПК

Анкерная полимерная композиционная крепь АПК разработана ЗАО НПГБ «РИКО», изготавливается ОАО «ТВЕРЬСТЕКЛОПЛАСТИК», поставляется ООО НПЦ «ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ». На её применение в угольных шахтах имеется разрешение Госгортехнадзора России.

Анкер АПК, предназначенный для крепления кровли и боков горных выработок, состоит из полимерной композиционной трубки диаметром 19-20 мм, цилиндрической армополимерной муфты с внешней резьбой, армополимерной гайки и опорной плитки из полимера.

$d = 19$ мм. $d_{max} = 20$ мм. $N_p = 200$ кН. $N = 60$ кН. $l_a = 1,8; 1,9; 2,0; 2,1; 2,2; 2,3; 2,4; 2,5$ м. Прочность на одноосное сжатие отверждённой полиэфирной смолы – 80 МПа.

Преимущества:

неподверженность коррозии, лёгкость, технологичность, искробезопасность.

Анкер стеклопластиковый АС-14Ш

Анкер стеклопластиковый АС-14Ш разработан ,
изготавливается Бийским заводом стеклопластиков, поставляется

Преимущества:

неподверженность коррозии, лёгкость, технологичность, искробезопасность.

Анкер стеклопластиковый АС-14Ш2

Анкер стеклопластиковый АС-14Ш разработан ,
изготавливается Бийским заводом стеклопластиков, поставляется

Преимущества:

неподверженность коррозии, лёгкость, технологичность, искробезопасность.

АНКЕР РАСПОРНО-ЗАМКОВЫЙ

По умолчанию принимаются следующие параметры анкерной полимерной крепи. Анкер изготавливается арматурной стали гладкого профиля диаметра $d = 20$ мм. Прочность стержня на разрыв – $N_p = 100$ кН. Несущая способность анкера (по прочности закрепления в шпуре) – $N = 50$ кН; длина анкера $l_a = 1,8; 2,0; \dots 2,6$ м; длина участка закрепления анкера в шпуре $l_3 = 0,1$ м (коэффициент влияния анкерной крепи на смещения $k_a = 1,0$); плотность установки анкеров $\Pi = 1,0$ анк./м²; начальное натяжение анкера $F_0 = 10$ кН. Анкер устанавливается в шпур диаметром 42-43 мм.

Анкер распорно-замковый ЭС-1м

$d = 20$ мм. $N_p = 100$ кН. $N = 50$ кН. $l_a = 1,8; 2,0; 2,2; 2,4; 2,6$ м. $l_3 = 0,1$ м.

Анкер распорно-замковый АШ-1

$d = 20$ мм. $N_p = 140$ кН. $N = 60$ кН. $l_a = 1,8; 2,0; 2,2; 2,4; 2,6$ м. $l_3 = 0,1$ м.

ДЕФОРМАЦИОННО-СИЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АНКЕРОВ

СТАЛЕПОЛИМЕРНЫЕ АНКЕРЫ

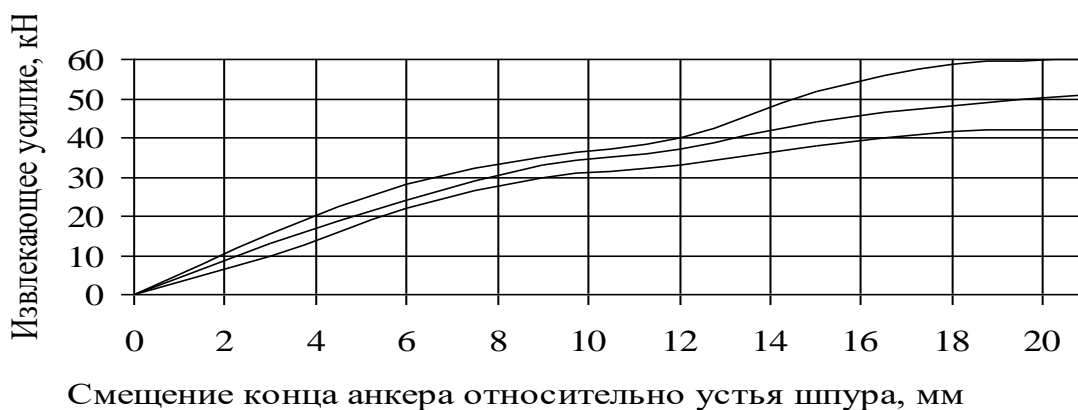


Рисунок 1 – Деформационно-силовая характеристика анкеров АСГ1 (М24), установленных в кровлю камеры привода подъёмной машины Ц2,5х2 бремсберга № 02 шахты «Ростовская» ОАО «Алмазная»



Рисунок 2 – Деформационно-силовая характеристика анкеров АСГ-1, установленных в кровлю камеры привода ленточного конвейера 2Л100У конвейерного хода бремсберга № 02 шахты «Ростовская» ОАО «Алмазная»

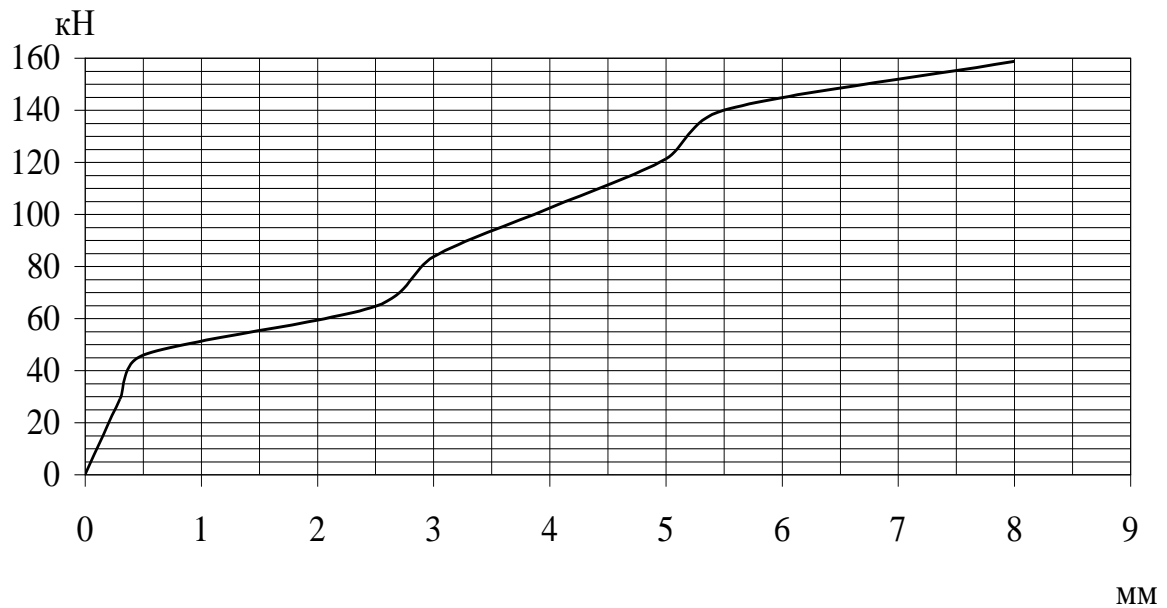


Рисунок 3 – Деформационно-силовая характеристика анкеров АСГ1 (М20), установленных в кровлю камеры привода ленточного конвейера 2Л100У конвейерного ходка бремсберга № 02 шахты «Ростовская» ОАО «Алмазная»

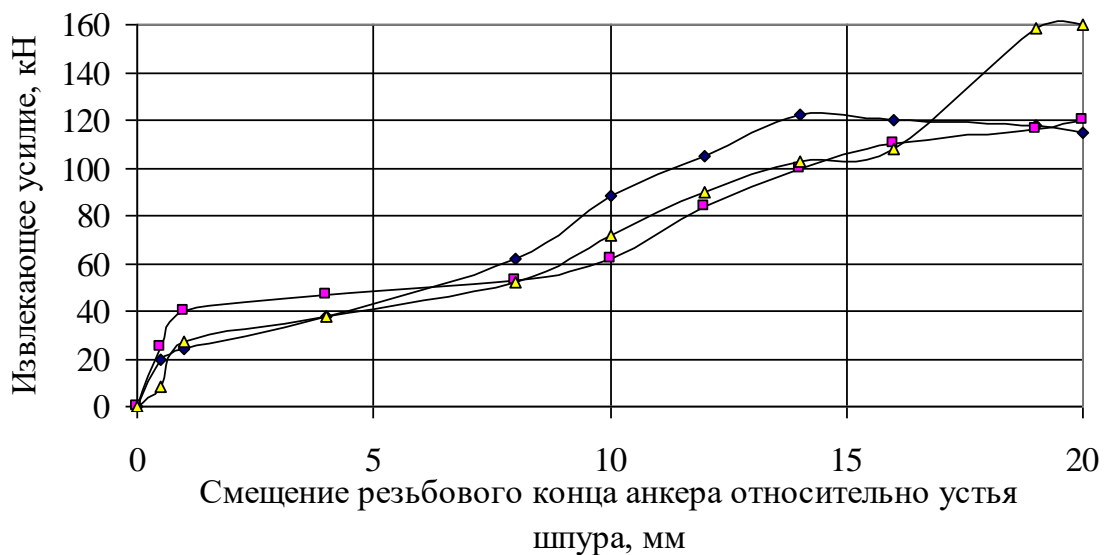


Рисунок 4 – Деформационно-силовая характеристика сталеполимерных анкеров А20В, установленных в поперечные ряды в кровлю и бока камеры № 2 ВОК гор. –500 м шахты «Обуховская» ОАО «Шахтоуправление «Обуховская»

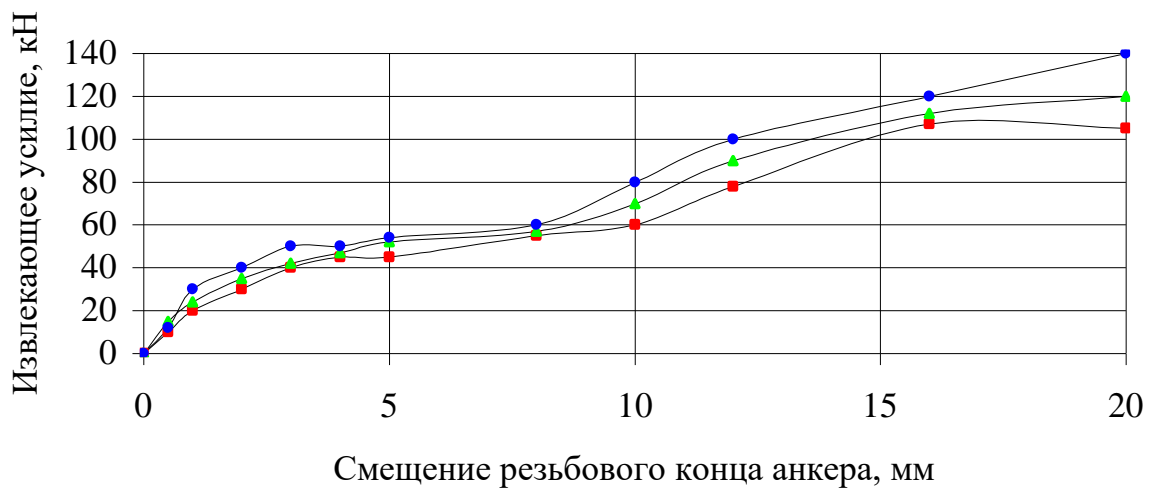


Рисунок 5 – Деформационно-силовая характеристика сталеполимерных анкеров **АПО1**, установленных в продольные ряды в кровлю камеры № 2 шахты «Обуховская» ОАО «Шахтоуправление «Обуховская»



Рисунок 6 – Деформационно-силовая характеристика анкеров **А20В**, установленных в поперечные ряды в камере привода конвейера 1Л120У конвейерного ходка уклона № 3 шахты «Обуховская» ОАО «Шахтоуправление «Обуховская»



Рисунок 7 – Деформационно-силовая характеристика анкеров **АПО-1**, установленных в продольные ряды в кровлю камеры привода конвейера 1Л120У конвейерного ходка уклона № 3 шахты «Обуховская» ОАО «Шахтоуправление «Обуховская»

РАСПОРНО-ЗАМКОВЫЕ АНКЕРЫ

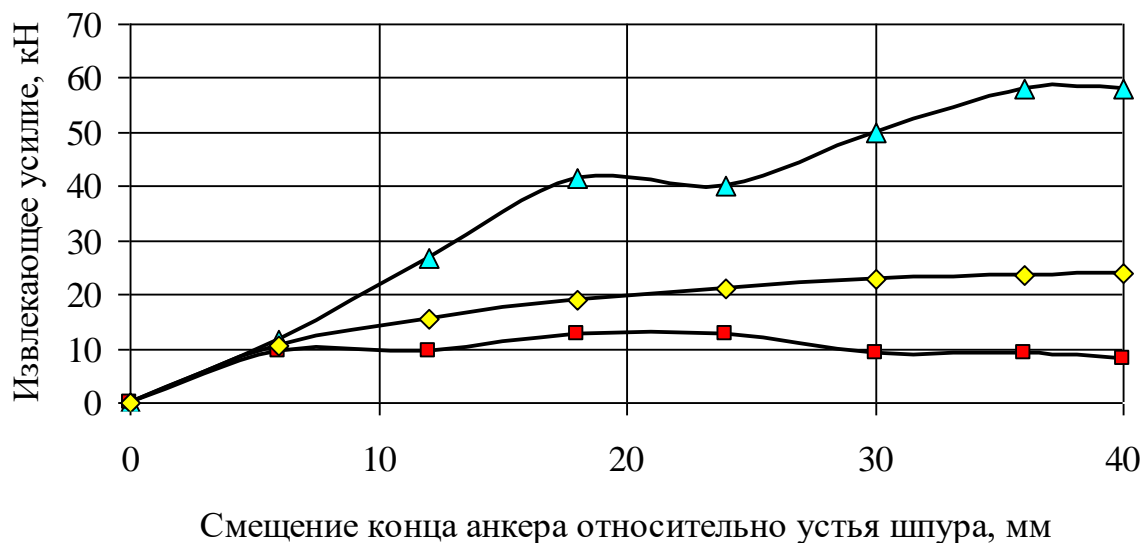


Рисунок 8 – Деформационно-силовая характеристика распорно-замковых анкеров ЭС-1 м, установленных с помощью стального кольца в кровлю сопряжения заезда на уклон № 4 и моста конвейерного штрека № 408 шахты «Замчаловская» ОАО «Замчаловский антрацит»

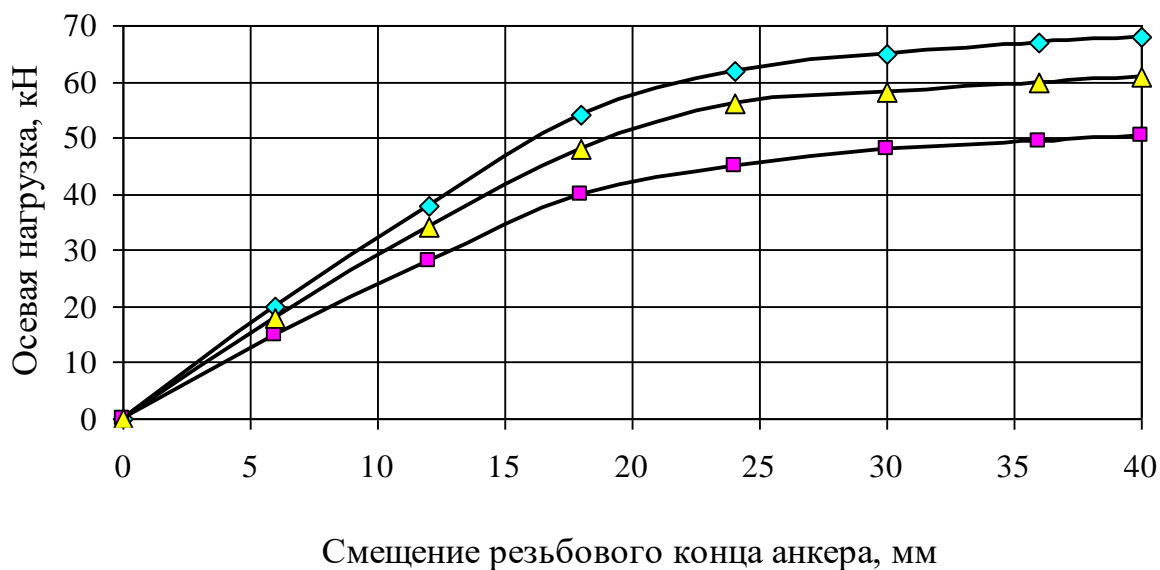


Рисунок 9 – Деформационно-силовая характеристика распорно-замковых анкеров ЭС-1 м, установленных способом [6] с помощью монтажной трубы в кровлю сопряжения заезда на уклон № 4 и моста конвейерного штрека № 408 шахты «Замчаловская» ОАО «Замчаловский антрацит»

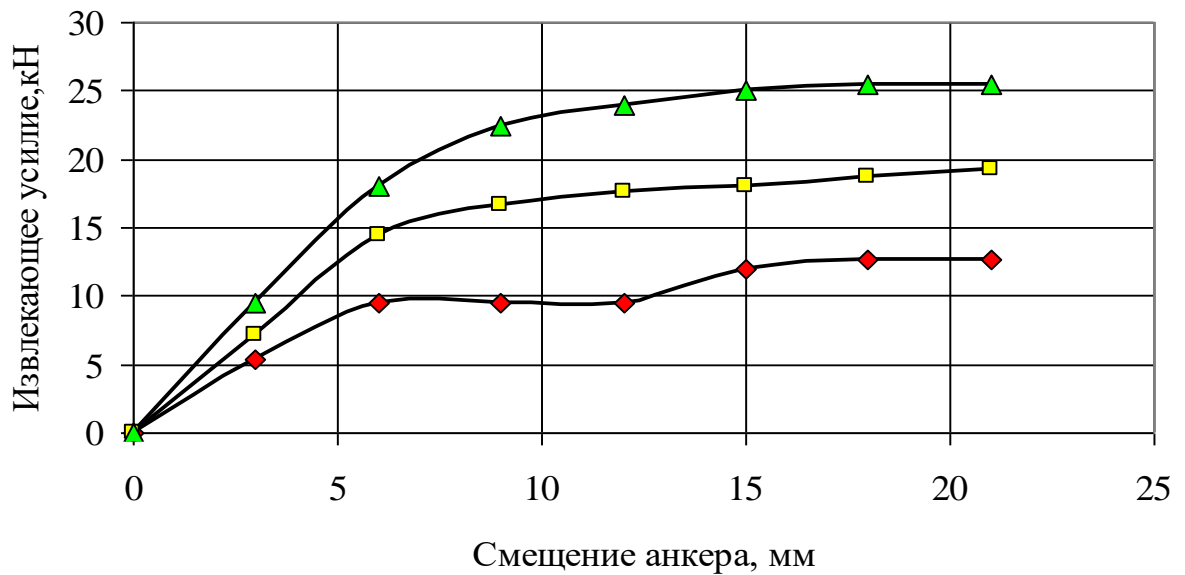


Рисунок 10 – Деформационно-силовая характеристика анкеров АШ-1, установленных с помощью металлического кольца на проволоке в кровлю сопряжения уклона № 4 и конвейерного штрека № 410 шахты «Замчаловская» ОАО «Замчаловский антрацит»

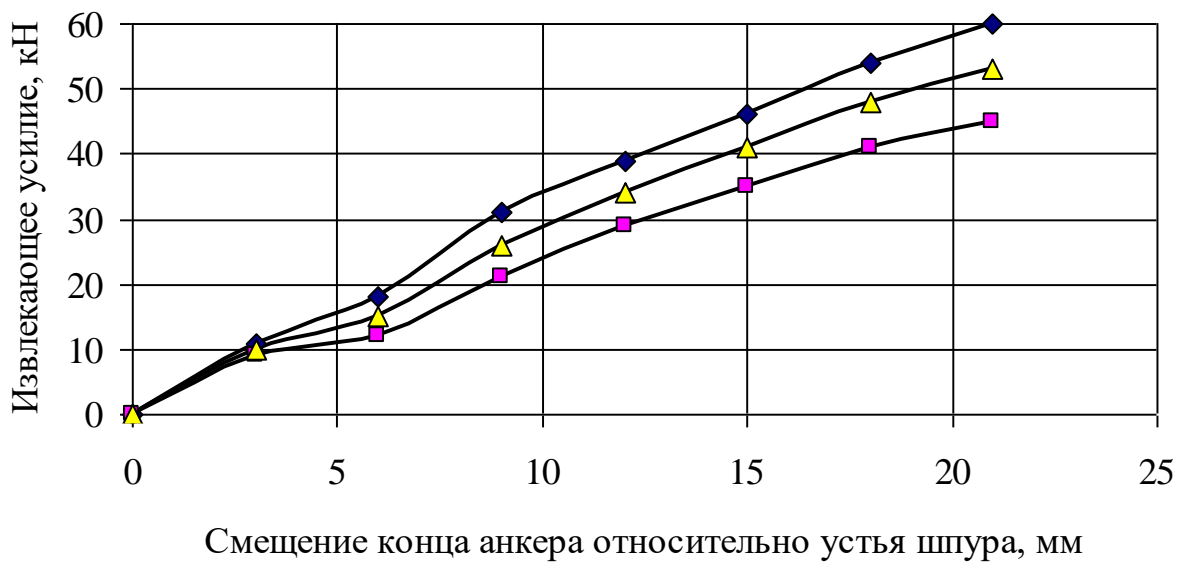


Рисунок 11 – Деформационно-силовая характеристика распорно-замковых анкеров АШ-1, установленных с помощью монтажной трубы способом [6] в кровлю сопряжения уклона № 4 и конвейерного штрека № 410 шахты «Замчаловская» ОАО «Замчаловский антрацит»

ПОЛИМЕРНЫЕ АНКЕРЫ

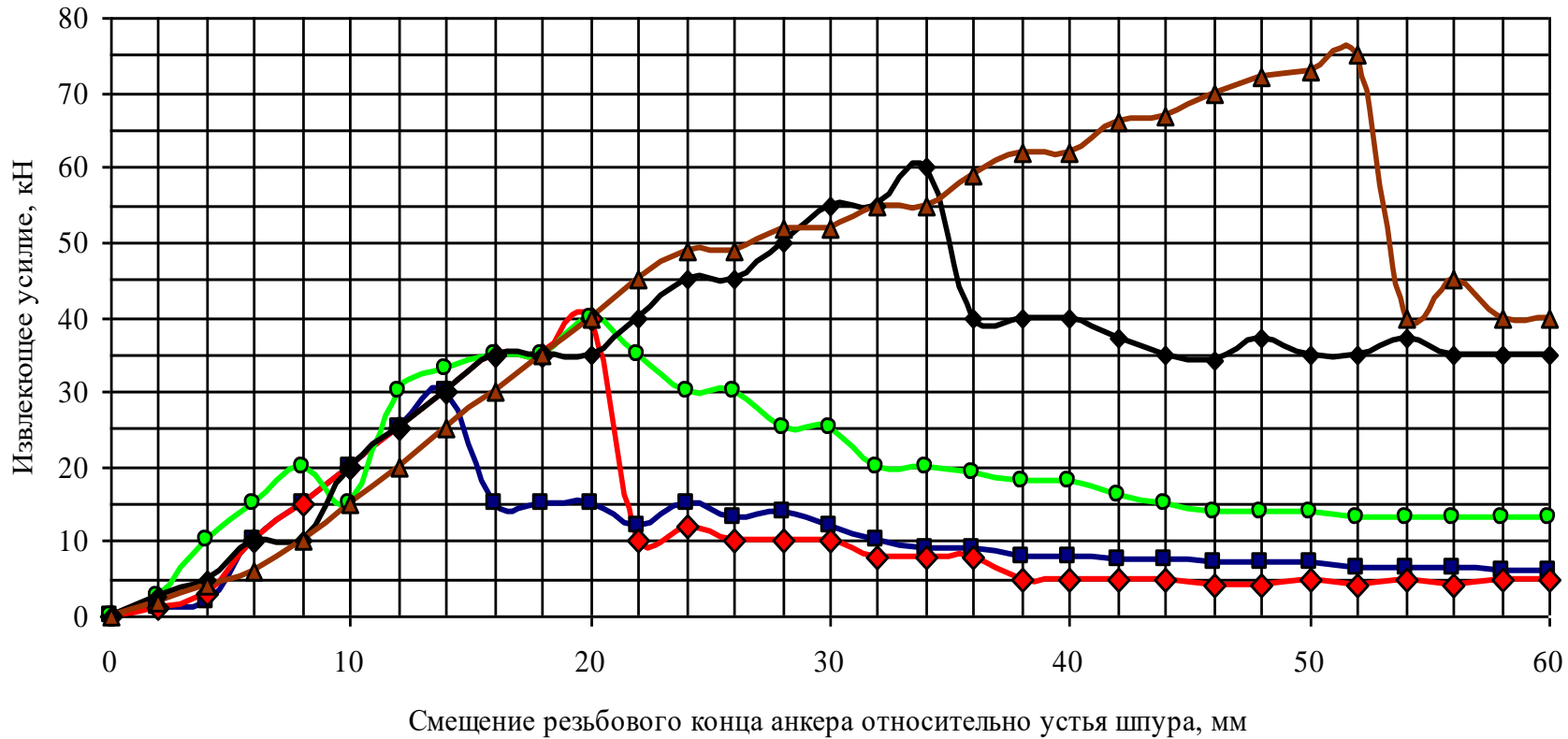


Рисунок 12 – Деформационно-силовая характеристика анкеров АПК,
установленных в кровлю конвейерного штрека № 207:

- 1 – переходник к штанговдёргивателю навинчен на 5-9-ый виток резьбы муфты анкера, считая снизу;
- 2 – переходник к штанговдёргивателю навинчен на 6-10-ый виток резьбы муфты анкера, считая снизу;
- 3 – переходник к штанговдёргивателю навинчен на 7-11-ый виток резьбы муфты анкера, считая снизу

КАНАТНЫЕ АНКЕРЫ

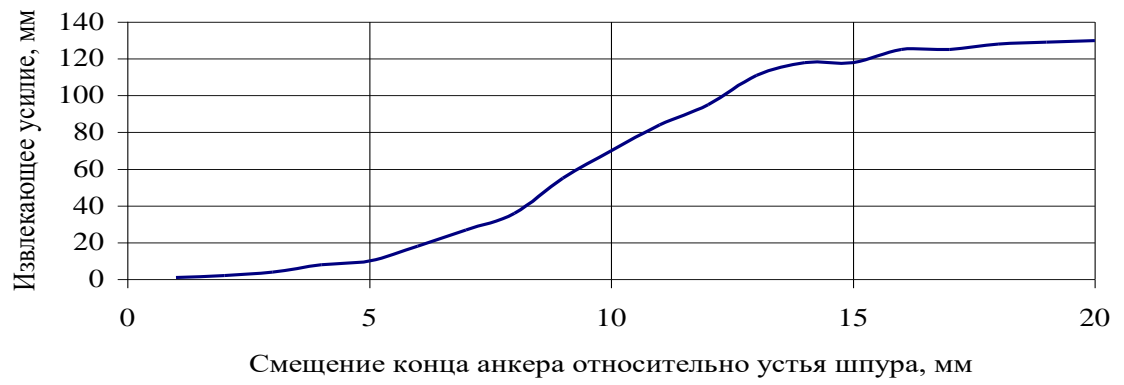


Рисунок 13 – Деформационно-силовая характеристика анкеров АК01

5 КРЕПЛЕНИЕ СОПРЯЖЕНИЙ И КАМЕР АНКЕРАМИ

5.1 Общие положения

5.1.1 Анкерование сопряжения (камеры) способствует образованию вокруг неё скреплённой в единое целое толщи пород. Армирование прочными стержнями пород и угля препятствует распространению разрушения от контура вглубь массива, увеличивает его сопротивление сдвиговым деформациям, что в целом повышает устойчивость сопряжений и камер.

5.1.2 Наибольший эффект предотвращения расслоению пород и отжиму угля достигается закреплением анкеров по всей длине скважин химическими композициями.

5.1.3 Закрепление анкеров в скважинах химическими композициями производится ампульным, нагнетательным или комбинированным способом.

5.1.4

5.2 Конструктивно-технологические схемы анкерной крепи

5.2.1 В зависимости от интенсивности проявлений горного давления рекомендуется крепить анкерами кровли сопряжений и камер по одноуровневой или двухуровневой схеме.

5.2.2 На стадии проектирования принимается одноуровневая схема анкерной крепи, если расчётные смещения заанкерванной кровли сопряжения или камеры не превышают 50 мм. В остальных случаях используется двухуровневая схема анкерной крепи.

5.2.3 Если при проходке опережающей выработки или в период поддержания сопряжения (камеры) породы кровли, закреплённой анкерами по одноуровневой схеме, расслоились на глубину более $0,2 \cdot l_{a1}$, то рекомендуется дополнительная установка анкеров второго уровня (глубокого заложения).

5.2.4 Использование двухуровневой схемы предопределяет крепление кровли сопряжения (камеры) анкерами вначале меньшей длины, а затем – большей. Анкеры глубокого заложения устанавливаются по завершении

проходки сопряжения или камеры, если глубина расслоения пород кровли не превысила $0,2 \cdot l_{a1}$. В остальных случаях рекомендуется их последовательная установка по мере (или по окончании) проведения опережающей выработки и её расширения.

5.2.5 Установка анкеров первого уровня осуществляется с высокой плотностью (1,0-4,0 анк./ м²) преимущественно по квадратной сетке. Анкеры второго уровня устанавливаются с небольшой плотностью (0,15-0,50 анк./м²), как правило кустами в центральной части сопряжения (камеры) или двумя-тремя рядами вблизи его продольной геометрической оси.

5.2.6 В условиях, где требуется затяжка породных обнажений, рекомендуется поэтапная технология крепления анкерами сопряжений или камер (приложение А). Вблизи проходческого забоя в кровлю и бока устанавливаются анкеры под плоские опорные плитки небольшого размера (120x120x5 мм) с предварительным натяжением 30-40 кН. На удалении от забоя на выступающие в выработку концы анкеров навешиваются решётчатые затяжки и поджимаются с помощью дополнительных гаек к породным обнажениям дополнительными сферическими опорными плитками увеличенного размера (диаметром 300 мм).

5.3 Организация и производство работ по креплению

5.3.1 На каждое сооружаемое сопряжение и камеру должен составляться паспорт крепления, отвечающий требованиям ПБ, ПТЭ [8-10] и настоящему Руководству. Установку и эксплуатацию анкерной крепи следует производить согласно утверждённому паспорту крепления.

5.3.2 Работы по креплению анкерами сопряжений и камер проводятся сменным звеном проходчиков в составе 3-6 человек, обученных правилам обращения со средствами анкерования и имеющих опыт бурения скважин. Количество рабочих в звене определяется объёмом работ и числом одновременно находящихся в работе единиц бурового оборудования.

5.3.3 Установка анкерной крепи должна производиться на минимально возможном расстоянии от проходческого забоя, но не более 3 м на конец буровзрывного цикла.

5.3.4 Перед креплением следует осуществлять тщательную оборку боков и кровли от нависших кусков пород.

5.3.5 При установке анкеров рекомендуется обеспечивать их предварительное (начальное) натяжение 30-40 кН.

5.3.6 Крепление как технологический процесс разделяется на следующие основные операции: бурение скважин, установка анкерной крепи, навеска затяжки.

5.3.7 Скважины за исключением крайних в рядах располагаются по нормали к поверхности кровли или бока выработки. Крайние в рядах анкеры бурятся с отклонением от указанной нормали в сторону массива на угол 10-20°. Диаметр скважины для установки анкеров с химическим закреплением должен быть на 4-8 мм больше диаметра стержня, а её длина – на 40-60 мм меньше длины анкера. Качество пробуренных скважин должно соответствовать требованиям отраслевого стандарта [8]. При их бурении следует руководствоваться положениями Инструкции [11].

5.3.8 Установка металлического анкера с закреплением стержня органической композицией ампульным способом производится в следующей последовательности:

– необходимое количество ампул осторожно, без разрыва оболочек досылается забойкой до дна скважины, при этом первой от него размещается ампула с наименьшим временем размешивания компонентов, а на последнюю ампулу с наибольшим временем размешивания компонентов предварительно устанавливается пластиковое удерживающее устройство;

– анкер подготавливается к установке, то есть на его конец надевается опорная пластина и навинчивается специальная гайка с торцевыми напльвами; отдельные типы анкеров поставляются с гайками, закреплёнными на их резьбовых концах с помощью шплинтов; при

использовании двух стандартных гаек производится их навинчивание на конец стержня и затягивание навстречу одна другой;

- после введения ампул в скважину нижний (хвостовой) конец анкера помещается в переходник, закрепленный в адаптере буровой головки машины;

- верхний (передний) конец анкера направляется в скважину через отверстие в опорном элементе и перемещается без вращения до контакта с ампулой;

- включается буровая головка и с помощью гидравлической системы машины медленно перемещается вверх, что обеспечивает вращательно-поступательное движение анкера;

- выдержав регламентированное для самой медленной из введенных в скважину ампул время размешивания компонентов буровая головка выключается, а анкер удерживается неподвижным под осевой нагрузкой 10 кН в течение регламентированного для этой же ампулы времени отверждения компонентов;

- повторно включается буровая головка, торцевые напльвы на гайке или шплинт разрушаются, и производится затягивание гайки, что обеспечивает прижатие опорного элемента к породе; данная операция не выполняется при использовании для установки анкера двух гаек;

- выключается гидравлическая система бурильной машины и анкер отсоединяется от переходника;

- с помощью специального Т-образного ключа производится окончательная подтяжка гайки до создания предварительного натяжения анкера 30-40 кН.

5.3.9 Установка металлического анкера с закреплением стержня минеральной композицией ампульным способом производится в последовательности, аналогичной указанной в п.5.3.8, но с тем отличием, что перед введением в скважину ампулы замачиваются в воде в течение 6-13 с в зависимости от их типа.

5.3.10 Установка канатного анкера через нарушенную зону с закреплением в скважине минеральной или органической композицией ампульным способом производится в последовательности, аналогичной указанной в п.5.3.8 и п.5.3.9, со следующими отличиями:

- в пробуренную скважину вставляется пластиковая труба с продольным разрезом, при этом длина трубы принимается равной глубине расслоения пород;

- ампулы через трубу вводятся в скважину и досылаются с помощью специальной забойки до упора в её дно;

- канатный анкер через трубу вводится в скважину и перемещается к её дну до контакта с ампулой;

- из скважины с введённым анкером извлекается пластиковая труба; эта операция реализуется за счёт её продольного разреза.

5.3.11 Установка анкера, снабжённого замком, втулкой или винтом в его передней части, с закреплением органической или минеральной композицией нагнетательным способом производится в следующей последовательности:

- перед креплением осуществляется монтаж и заправка нагнетательного оборудования согласно руководству по его эксплуатации;

- анкер подготавливается к установке, то есть на его хвостовой конец надеваются опорная пластина и навинчивается специальная гайка;

- анкер с закреплённой на нём воздухоотводящей трубкой вводится через отверстие в опорном элементе в скважину и закрепляется в её донной части с помощью распорного замка, втулки или винта;

- в случае, если конструкцией анкера не предусмотрена муфта на его хвостовом конце, предназначенная для подключения нагнетательного рукава, через уплотнённое отверстие в опорной пластине в скважину вводится штуцер;

- нагнетательный рукав подключается посредством быстроразъемного соединения к муфте или к штуцеру и производится подача в скважину под давлением химической композиции;

- после заполнения скважины выключается нагнетательное оборудование, отсоединяется нагнетательный рукав и извлекается штуцер;

- без выдержки времени производится с помощью Т-образного ключа или гайковёрта затягивание гайки до создания осевого усилия 30-40 кН;

- по окончании крепления осуществляется демонтаж и очистка нагнетательного оборудования.

5.3.12 Установка распорно-замкового анкера с последующим закреплением минеральной композицией нагнетательным способом может осуществляться согласно руководству [12] в следующей последовательности:

- перед креплением осуществляется монтаж нагнетательного оборудования согласно руководству по его эксплуатации, приготовление твердеющего состава и заправка им нагнетателя;

- анкер вводится в скважину через отверстие в опорном элементе и закрепляется с помощью замка;

- на выступающий в выработку конец анкера устанавливается герметизатор;

- через отверстия в герметизаторе в скважину вводится воздухоотводящая трубка;

- нагнетательный рукав подключается посредством быстроразъемного соединения к герметизатору и состав подаётся в скважину;

- заполнение скважины контролируется по выделению воздуха через воздухоотводящую трубку;

- после заполнения скважины выключается нагнетательное оборудование, отсоединяется нагнетательный рукав и извлекаются герметизатор и воздухоотводящая трубка;

- герметизатор и воздухоотводящая трубка очищаются;

– без выдержки времени производится с помощью Т-образного ключа или гайковёрта затягивание гайки до создания осевого усилия 30-40 кН;

– по окончании крепления осуществляется демонтаж и очистка нагнетательного оборудования.

5.3.13 Работы по установке анкеров ведутся с применением подвешного полка или подмостей.

6 ПРОГНОЗ СМЕЩЕНИЙ ПОРОД КРОВЛИ СОПРЯЖЕНИЯ (КАМЕРЫ)

6.1 Общие положения

Первый этап сооружения сопряжения или камеры заключается в проведении опережающей выработки шириной до 6,0 м, максимальные смещения кровли U_1 которой достаточно точно рассчитываются по методике ВНИМИ [2-3]. Ввиду незначительной продолжительности первого этапа сооружения сопряжения или камеры, составляющей согласно рекомендациям 0,5-1,0 мес., данный показатель также может быть измерен непосредственно в шахтных условиях.

Далее, исходя из полученного значения U_1 , определяются конечные смещения контура кровли камеры посередине её поперечного сечения для каждого последующего этапа сооружения и поддержания сопряжения. Смещения $U(t)$ в промежутках между узловыми точками (началами или концами этапов) вычисляются по **экспоненциальной зависимости**.

Смещения контура кровли сопряжения (камеры), произошедшие на первом этапе её сооружения, рассматриваются как интегральный показатель проявлений горного давления, являющийся результатом совокупного воздействия глубины заложения опережающей выработки, размеров её поперечного сечения и параметров анкерной крепи, механических свойств вмещающих пород. В силу этого, определённые по предложенному плану смещения в последующие периоды поддержания сопряжения или камеры так же учитывают совместное влияние перечисленных факторов.

6.2 Расчёт по методике ВНИМИ смещений заанкерованных пород кровли опережающей выработки

6.2.1 Исходные данные

Расчётная ширина опережающей выработки B_1 , м.

Средневзвешенная прочность пород кровли сжатию R , МПа:

$$R = (R_1 \cdot m_1 + R_2 \cdot m_2 + \dots + R_n \cdot m_n) / B_1, \quad (1)$$

где R_1, R_2, R_n – сопротивление сжатию различных слоёв пород в образце, МПа;

m_1, m_2, m_n – мощности различных слоёв пород, м;

Расчётное сопротивление пород кровли сжатию определяется согласно нормативным документам [2, 3] как усреднённое для всех слоёв на высоту, равную ширине выработки:

$$R_c = (R_1 \cdot m_1 + R_2 \cdot m_2 + \dots + R_n \cdot m_n) \cdot K_c \cdot K_{вл} / B_1, \quad (2)$$

K_c – коэффициент структурного ослабления пород поверхностями без сцепления (зеркалами скольжения, трещинами, углистыми и глинистыми прослоями и др.), принимаемый равным 0,9 для I и II типов кровли в соответствии с Инструкцией [2] или согласно п.3.3 Методики [3] по таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Значения коэффициента K_c

Среднее расстояние между поверхностями ослабления пород, м	K_c
Более 1,5	0,9
1,5-1,0	0,8
1,0-0,5	0,6
0,5-0,1	0,4
Менее 0,1	0,2

$K_{вл}$ – коэффициент снижения сопротивления пород за счёт воздействия влаги в случае длительного обводнения пород в выработках (затопления, перепуска воды) принимается по таблице 2, для остальных условий $K_{вл} = 1$.

Таблица 6.2 – Значения коэффициента $K_{вл}$

R , МПа	30	50	60	80	100	120	160	200
$K_{вл}$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,75	0,82	0,86	0,9

Глубина расположения выработки H , м.

Тип анкера:

– рекомендуются металлические анкеры, закрепляемые химической композицией по всей длине скважины;

– используются анкеры различных конструкций, разрешённые к применению отраслевым стандартом [7], нормативными документами [2, 3], прошедшие шахтные испытания и имеющие сертификаты соответствия.

Направление продольной оси выработки к плоскости залегания пород: в крест простирания (выработки квершлагного типа), параллельно плоскости залегания пород (штреки, уклоны и бремсберги).

Расстояния до соседних выработок l_B , м.

Опережающая выработка проводится и поддерживается вне зоны влияния очистных работ (при ширине целика $l_{ц} > 0,1 \cdot H$).

6.2.2 Расчёт смещений кровли опережающей выработки

Величина расчётных смещений заанкерованных пород кровли опережающей выработки U_1 определяется согласно п.1.1 приложения 1 Инструкции [2]:

$$U_1 = U_T \cdot K_\alpha \cdot K_{ш} \cdot K_B \cdot K_a, \quad (3)$$

U_T – типовые смещения кровли, определяемые в зависимости от H и R_c по рисунку 6.1 (рисунок П.1.1 Инструкции [2]);

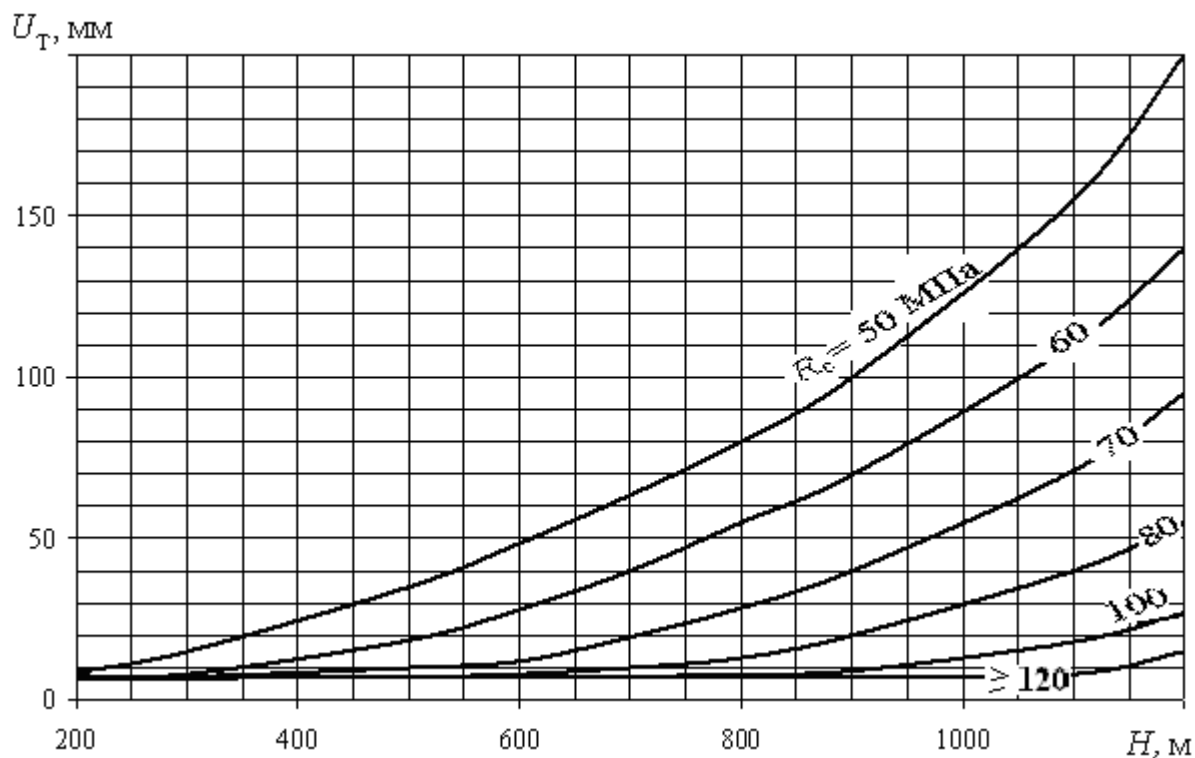


Рисунок 6.1 – Типовые смещения кровли выработки при $B_1 = 5$ м

K_α – коэффициент расположения выработки, принимаемый равным 0,7 для выработок квершлагного типа и 1, 0 – для штреков, уклонов и бремсбергов;

$K_{ш}$ – коэффициент ширины выработки, определяемый по формуле

$$K_{ш} = 0,25 \cdot (B_1 - 1); \quad (4)$$

K_B – коэффициент вредного воздействия выработок, характеризующий степень увеличения смещений пород на участках сопряжений по сравнению с одиночной выработкой и определяемый по формуле (8) Методики [3]:

$$K_B = K_{B1} \cdot K_{B2} \quad (5)$$

K_{B1} – коэффициент влияния других выработок, принимаемый равным 1,0 при $l \geq 15$ м, а при $l < 15$ м определяемый по формуле:

$$K_{B1} = 1 + (1 - l / 15); \quad (6)$$

K_{B2} – коэффициент взаимовлияния сопрягающихся выработок, определяемый по таблице 6.3 (таблица 8 Методики [3]);

K_a – коэффициент влияния анкерной крепи, принимаемый по таблице 6.4.

Таблица 6.3 – Значения коэффициента K_{B2}

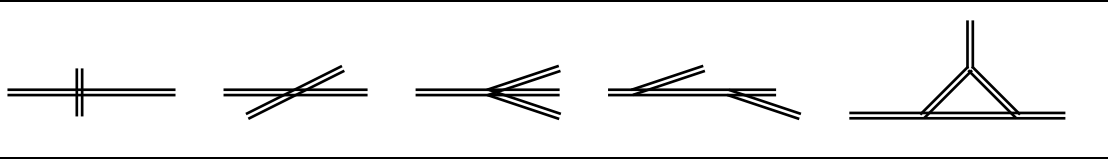
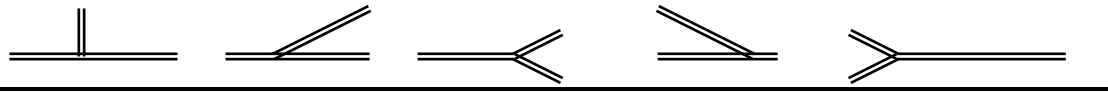

Вид сопряжения	K_{B2}
	1,6
	1,4
	1,2

Таблица 6.4 – Значения коэффициента K_a

Тип анкерной крепи		K_a
Распорно-замковая		1,00
Металлическая стержневая или канатная, закрепляемая органической композицией (сталеполимерная)	Длина участка закрепления анкера в скважине составляет 0,5 м	0,90
	Длина участка закрепления анкера в скважине составляет 1,0 м	0,75
	Анкер закреплён по всей длине скважины	0,50

Продолжение таблицы 6.4

Тип анкерной крепи		K_a
Металлическая стержневая или канатная, закрепляемая минеральной композицией (железобетонная)	Длина участка закрепления анкера в скважине составляет 0,5 м	0,95
	Длина участка закрепления анкера в скважине составляет 1,0 м	0,80
	Анкер закреплён по всей длине скважины	0,60
Стеклопластиковая стержневая или канатная, закрепляемая органической композицией (полимерная)	Длина участка закрепления анкера в скважине составляет 0,5 м	0,95
	Длина участка закрепления анкера в скважине составляет 1,0 м	0,85
	Анкер закреплён по всей длине скважины	0,65

6.3 Расчёт смещений заанкерованных пород кровли сопряжения (камеры)

6.3.1 Расчётные смещения кровли сопряжения (камеры) для этапов $i = 2, 3, 4$ его проведения и поддержания рассчитываются по формуле:

$$U_i = U_i^T \cdot k(\Delta t_{i-1, i}) \cdot k_{B_1/B} \cdot k_{вн} \cdot k_a \cdot k_б, \text{ мм} \quad (7)$$

где U_i^T – типовые смещения кровли сопряжения (камеры), определяемые для этапов $i = 2, 3, 4$ его проведения и поддержания по номограмме, представленной на рисунке 6.2.

6.3.1.1 Типовые смещения U_i^T рассчитаны для следующих условий:

– разрывы во времени между началами смежных этапов ($\Delta t_{1, 2}$; $\Delta t_{2, 3}$; $\Delta t_{3, 4}$) составляют не менее 0,5 мес.;

– ширина сопряжения (камеры) на втором этапе вдвое больше ширины опережающей выработки, $B_2 = 2 \cdot B_1$;

– вид сопряжения – примыкание;

– на сопряжение или камеру не оказывают влияние смежные выработки ($l_b \geq 15$ м);

– сопряжение (камера) не было затоплено и не используется для перепуска воды или в качестве водосборника (в ином случае в проекте

должны предусматриваться мероприятия по гидроизоляции породных обнажений)

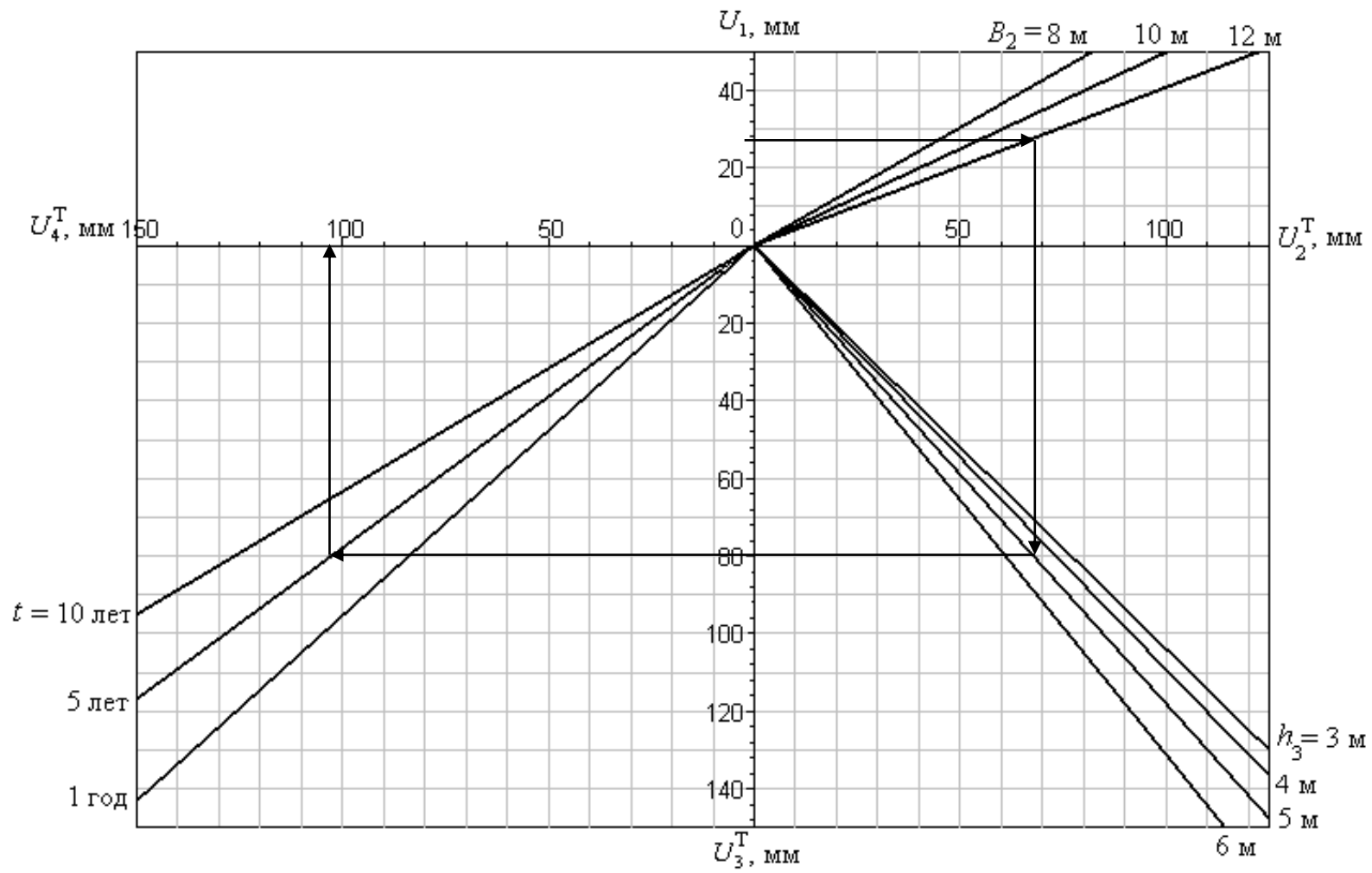


Рисунок 6.2 – Типовые смещения пород кровли сопряжения (камеры) U_i^T
 для этапов $i = 2, 3, 4$ его проведения и поддержания

– в кровлю устанавливаются закрепляемые по всей длине скважины химической композицией металлические анкеры, деформационно-силовая характеристика которых соответствует графику 4 на рисунке 6.3; в качестве опорного элемента используются металлические плитки;

– характеристика боков: $R_6 = 50$ МПа, $m_{пл} \leq 1,0$ м, породы и пласт не заанкерованы.

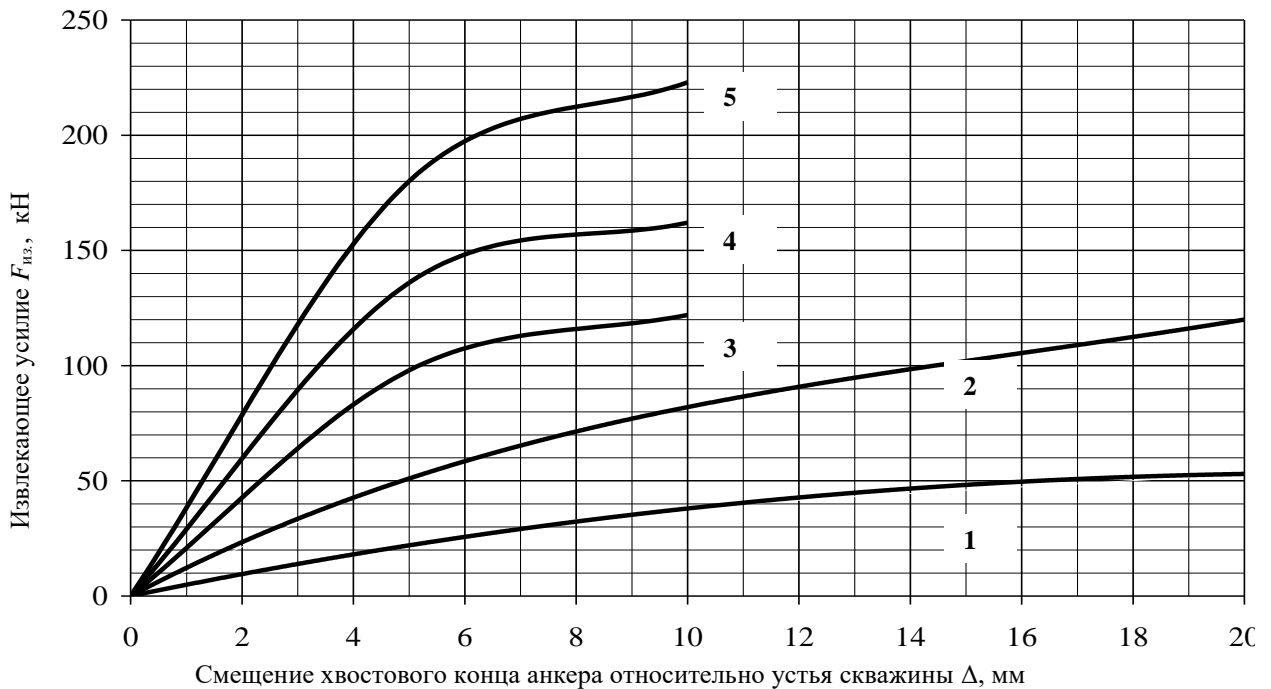


Рисунок 6.3 – Деформационно-силовые характеристики анкеров

Отступления от типовых условий корректируются коэффициентами влияния на смещения заанкерованных пород кровли сопряжения (камеры).

6.3.1.2 Коэффициенты влияния величин разрывов во времени между началами смежных этапов сооружения сопряжения (камеры) определяются по номограмме, показанной на рисунке 6.4.

6.3.1.3 Коэффициенты влияния соотношения ширины сопряжения (камеры) и ширины опережающей выработки **рассчитываются по формуле:**

$$k_{B_1/B} = \begin{cases} -\frac{B_2}{2B_1} + 2, & B_2 < 2B_1, \\ \frac{B_2}{2B_1}, & B_2 \geq 2B_1. \end{cases} \quad (8)$$

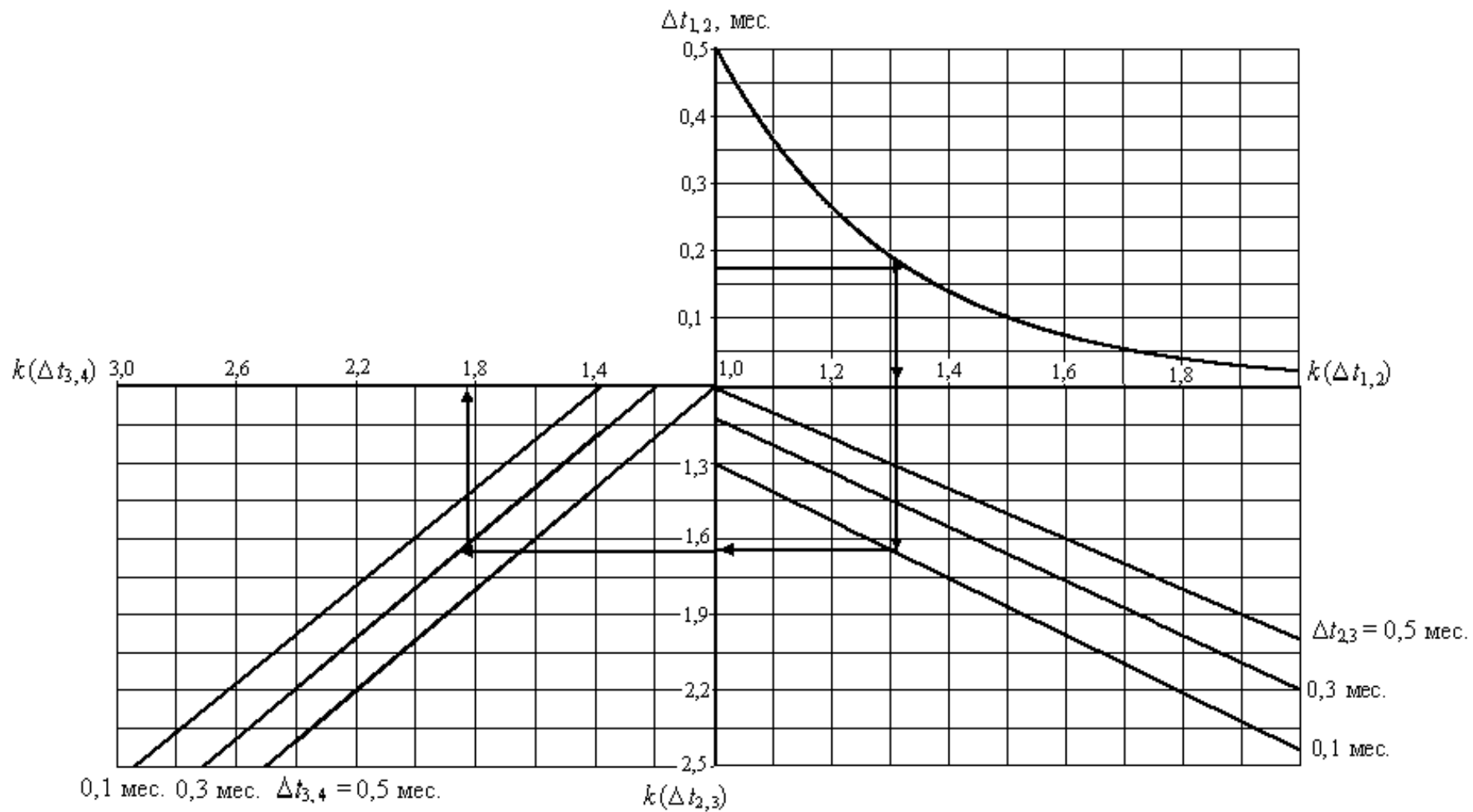


Рисунок 6.4 – Номограмма для определения коэффициентов влияния на смещения заанкерванной кровли разрывов во времени между началами смежных этапов сооружения сопряжения (камеры)

6.3.1.4 Коэффициенты вредного воздействия выработок на сопряжение (камеру) вычисляются из выражения:

$$K_{vi} = 0,8 \cdot K_{v1i} \cdot K_{v2i} \quad (9)$$

где коэффициенты K_{v1i} и K_{v2i} определяются для этапов $i = 2, 3, 4$ по формуле (6) и таблице 6.3.

6.3.1.5 Коэффициент влияния анкерной крепи определяется по номограмме, представленной на **рисунке 6.5**.

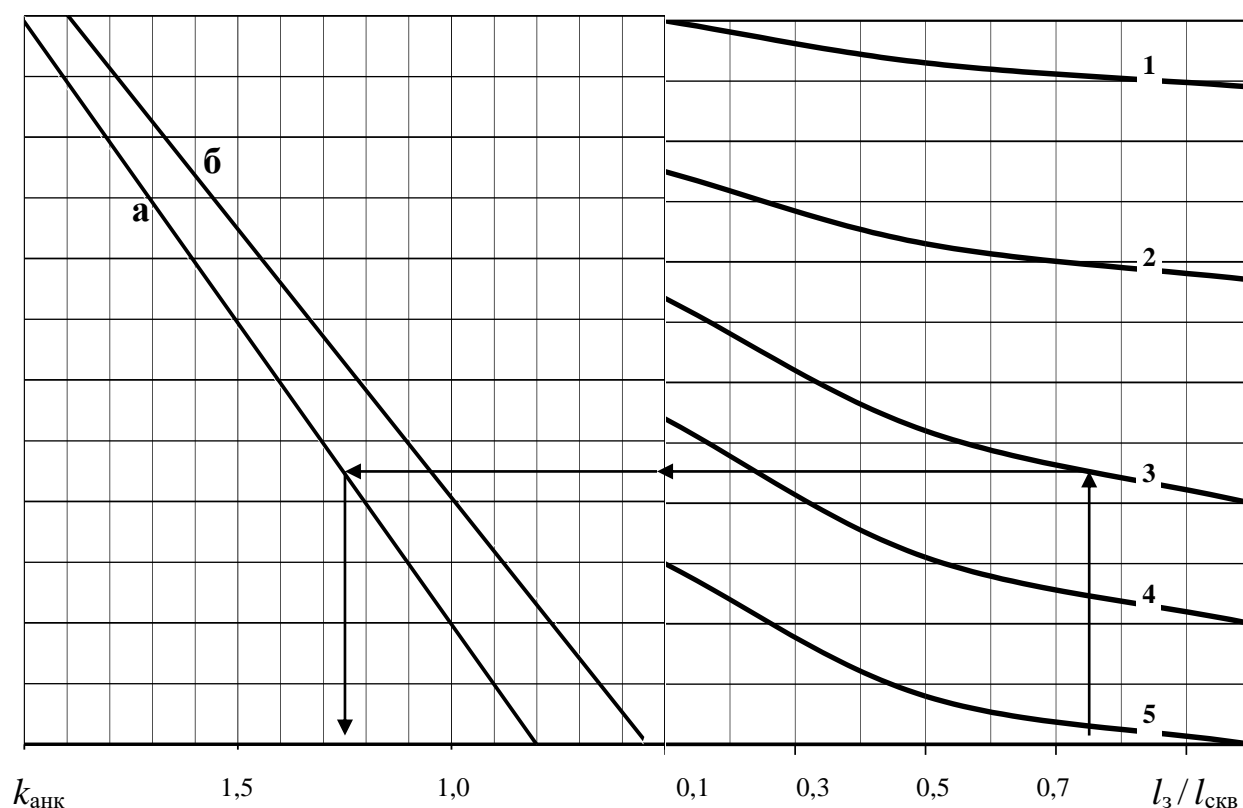


Рисунок 6.5 – Номограмма для определения коэффициента влияния анкерной крепи на смещения пород кровли сопряжения (камеры):

линии 1-5 – применение анкеров, обладающих силовыми характеристиками, показанными на рисунке 6.4; линия **а** – использование в качестве опорного элемента анкерной крепи металлических плиток, линия **б** – металлических полосовых подхватов

6.3.1.6 Коэффициент влияния параметров боков сопряжения (камеры) определяется по номограмме, показанной на рисунке 6.6.

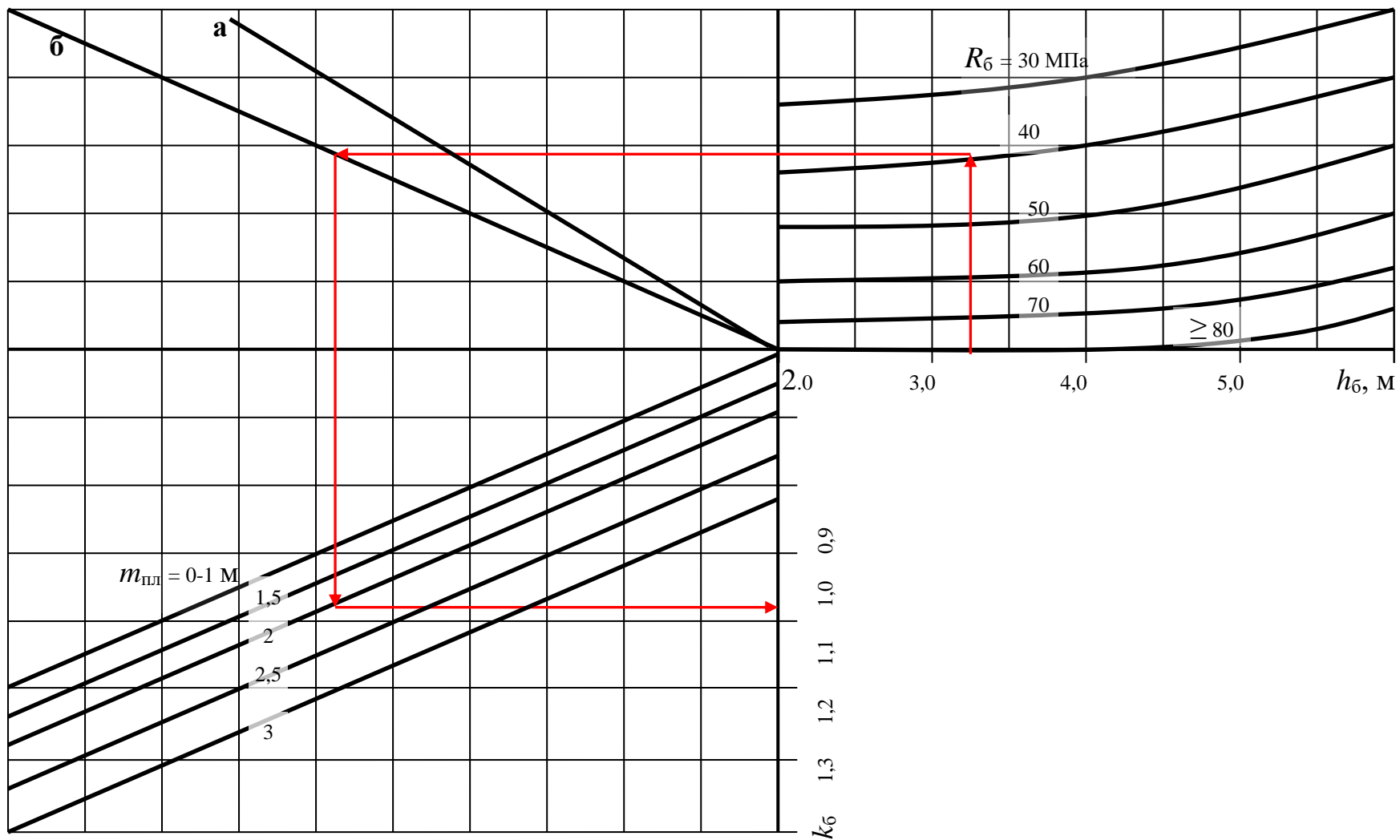


Рисунок 6.6 – Номограмма для определения коэффициента влияния параметров боков сопряжения (камеры) на смещения кровли: линия а – при анкеровании пород в боках; линия б – без анкерования боков

6.3.2 Распределение смещений кровли по ширине пролёта сопряжения или камеры вычисляется по формуле:

$$U'(x) = [3,516 \cdot \frac{x(B-x)}{B^2} + 0,121], \quad (10)$$

$$\text{где } U'(x) = \frac{U(x)}{U(B/2)}.$$

6.3.3 Распределение смещений кровли сопряжения (камеры) между началом t_{i-1} и концом t_i каждого i -го этапа рассчитывается по формуле:

$$U(t) = U_{i-1} + [U_i - U_{i-1}] \cdot \left[1 - \exp\left(-10 \frac{t - t_{i-1}}{t_i - t_{i-1}}\right) \right], \quad (11)$$

6.4 Корректирование расчётных смещений пород кровли по данным шахтных наблюдений

6.4.1 Перерасчёт смещений пород кровли сопряжения (камеры) за весь срок его службы U_4 _{корр} производится в приведённой ниже последовательности при невыполнении условия

$$U_{i \text{ факт}} \leq 1,1 \cdot U_i, \quad (12)$$

где $U_{i \text{ факт}}$ – фактические смещения пород кровли сопряжения (камеры) на i -ом этапе его сооружения или поддержания, мм.

6.4.2 По фактическим смещениям кровли $U_{i \text{ факт}}$ определяются скорректированные типовые смещения $U_{i \text{ корр}}^T$ на i -ом этапе сооружения или поддержания сопряжения (камеры) исходя из формулы (7) :

$$U_{i \text{ корр}}^T = U_{i \text{ факт}} / k(\Delta t_{i-1, i}) \cdot k_{B_1/B} \cdot k_{вi} \cdot k_a \cdot k_б, \text{ мм.}$$

7.4.3 По номограмме, представленной на рисунке **6.2**, отсчитав на оси $U_{i \text{ корр}}^T$ значение $U_{i \text{ корр}}^T$, определяются скорректированные типовые смещения кровли сопряжения (камеры) $U_{4 \text{ корр}}^T$ за весь срок его службы.

6.4.4 Скорректированные смещения кровли сопряжения (камеры) за весь срок службы выработки рассчитываются по формуле (7):

$$U_{4 \text{ корр}} = U_{4 \text{ корр}}^T \cdot k(\Delta t_{3, 4}) \cdot k_{B_1/B} \cdot k_{в4} \cdot k_a \cdot k_б, \text{ мм.}$$

Используемые в п.6.4.2 и 6.4.4 коэффициенты влияния принимаются согласно п.6.3.1.1-6.3.1.5.

6.5 Прогноз натяжения анкеров

6.5.1 Прогнозируемое среднестатистическое натяжение анкеров в зависимости от смещений кровли сопряжения (камеры) определяется по рисунку 6.7 или вычисляется по формуле:

$$F(U) = F_0 + a_1 \cdot [1 - \exp(-a_2 \cdot U)], \text{ кН.} \quad (13)$$

Таблица 6.5 – Значения параметров a_1 и a_2

Деформационно-силовая характеристика анкера (рисунок 6.3)	Тип кровли сопряжения или камеры	
	I	II
5	$a_1 = 125, a_2 = 0,030$	$a_1 = 120, a_2 = 0,030$
4	$a_1 = 107, a_2 = 0,025$	$a_1 = 101, a_2 = 0,025$
3	$a_1 = 84, a_2 = 0,020$	$a_1 = 79, a_2 = 0,020$
2	$a_1 = 103, a_2 = 0,007$	$a_1 = 190, a_2 = 0,007$
1	$a_1 = 127, a_2 = 0,007$	$a_1 = 111, a_2 = 0,007$

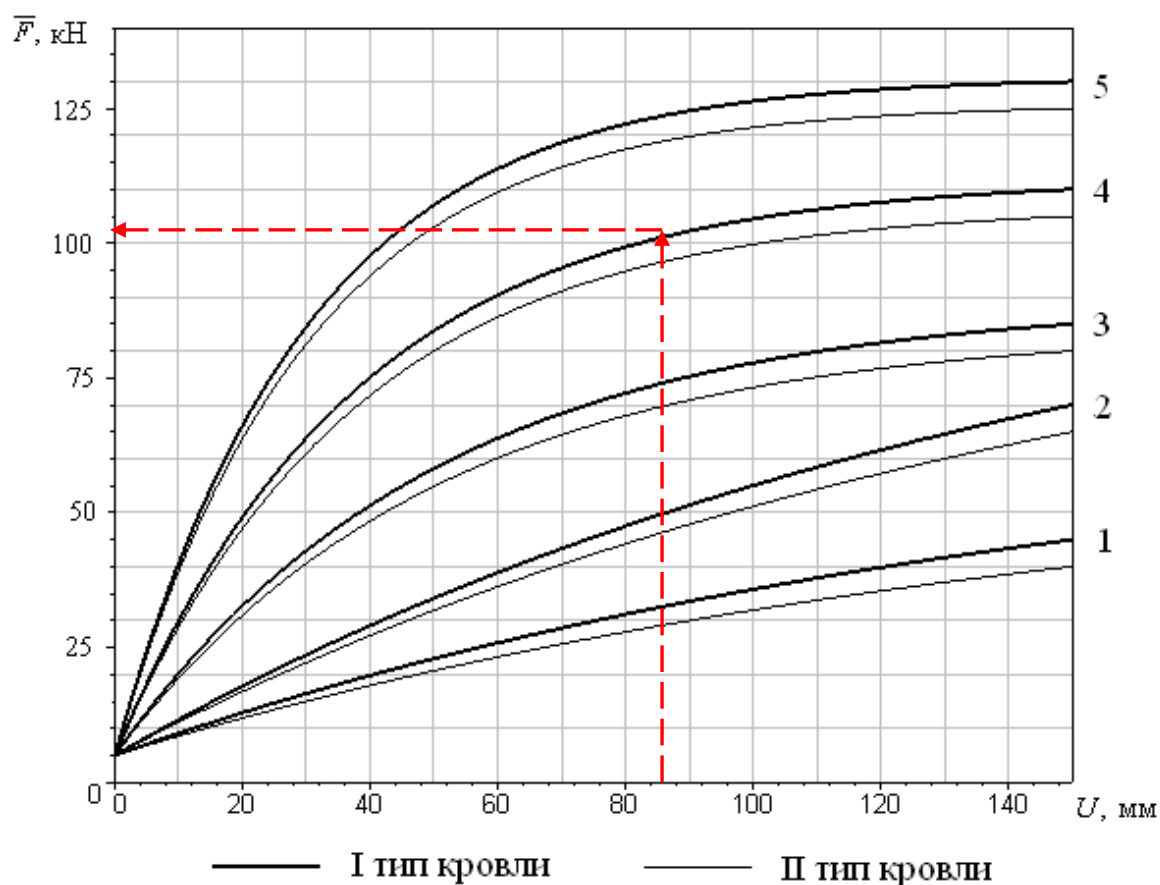


Рисунок 6.7 – Графики зависимости среднестатистического натяжения анкеров от смещений кровли сопряжения или камеры при $F_0 = 10$ кН

6.5.2 Допустимое среднестатистическое натяжение анкеров определяется из выражения $[F(U)] \leq 1,2 \cdot F(U)$.

6.5.3 Распределение натяжения анкеров по ширине пролёта сопряжения (камеры) рассчитывается по формуле:

$$F(x) = 0.66 \cos(4.61x - 2.14)^2 + 0.34. \quad (14)$$

7 РАСЧЁТ ПАРАМЕТРОВ АНКЕРНОЙ КРЕПИ СОПРЯЖЕНИЙ (КАМЕР)

7.1 Основные расчётные положения

7.1.1 Параметрами анкерной крепи являются:

- схема установки анкеров в кровлю выработки: одноуровневая или двухуровневая;
- тип применяемых анкеров, способ их установки и деформационно-силовая характеристика $F(\Delta)$;
- несущая способность анкера N , его прочность N_p на разрыв и предварительное натяжение F_0 , кН;
- длина анкера l и участка его закрепления в скважине l_3 , м;
- плотность установки анкеров Π , анк./м²;
- типы опорного, податливого и ограждающего элементов.

Параметры устанавливаемой в кровлю анкерной крепи первого уровня обозначаются соответствующими символами с нижним индексом 1, а второго уровня – с нижним индексом 2. Параметры устанавливаемой в бока анкерной крепи обозначаются соответствующими символами с нижним индексом б.

7.1.2 Расчётные параметры анкерной крепи определяются в зависимости от величины прогнозируемых смещений заанкерованных пород кровель сопряжений (камер) за весь срок их службы.

7.1.3 Расчётные параметры анкерной крепи корректируются на основании результатов контроля фактических проявлений горного давления (смещений и расслоений кровли, натяжения анкеров) на различных этапах сооружения и поддержания сопряжения (камеры).

7.1.4 При проектировании сопряжений (камер) ранее пройденных выработок параметры анкерной крепи определяются с учётом фактического состояния пород их кровель.

7.1.5 Смещения заанкерованных пород кровли сопряжения (камеры) не должны превышать 150 мм. В условиях, где при соблюдении рекомендаций Руководства данное условие не выполняется, крепление сопряжений (камер) анкерами может производиться только согласно заключению научно-

исследовательского института или специализированной организации, имеющей соответствующую лицензию.

7.2 Расчётные параметры анкерной крепи кровли сопряжения или камеры

7.2.1 Выбор конструктивно-технологической схемы анкерной крепи кровли сопряжения или камеры (одноуровневая или двухуровневая) производится согласно рекомендациям, изложенным в п.5.2 Руководства.

7.2.2 Для крепления кровли рекомендуется применять металлические анкеры с закреплением по всей длине скважины химическими композициями ампульным, нагнетательным или комбинированным способом в соответствии с п.3.9 Руководства.

7.2.3 При проектировании сопряжений и камер следует отдавать предпочтение анкерам с высокими деформационно-силовой характеристикой (не ниже представленной графиком 4 на рисунке 6.3), прочностью на разрыв ($N_p \geq 180$ кН) и несущей способностью ($N \geq 150$ кН). Анкеры должны быть технологичными в установке и обеспечивать возможность их предварительного натяжения $F_0 = 30-40$ кН.

7.2.4 Применение анкеров с характеристиками ниже установленных п.7.2.3 приводит к росту смещений кровель сопряжений и камер и, как следствие, необходимости увеличения глубины и плотности анкерования.

7.2.5 Длина анкеров и плотность их установки в кровлю сопряжения (камеры) определяются по номограмме, показанной на рисунке 7.1. Вычисленная по номограмме длина анкеров округляется в большую сторону до 0,1 м.

7.2.6 Анкеры первого уровня устанавливаются по квадратной или прямоугольной сетке. Первый вариант предпочтительнее, однако при креплении с затяжкой кровли или при использовании металлических подхватов с фиксированным расстоянием C_0 между отверстиями под анкеры допустимо применение второго варианта.

Шаг анкерования по квадратной сетке рассчитывается по формуле:

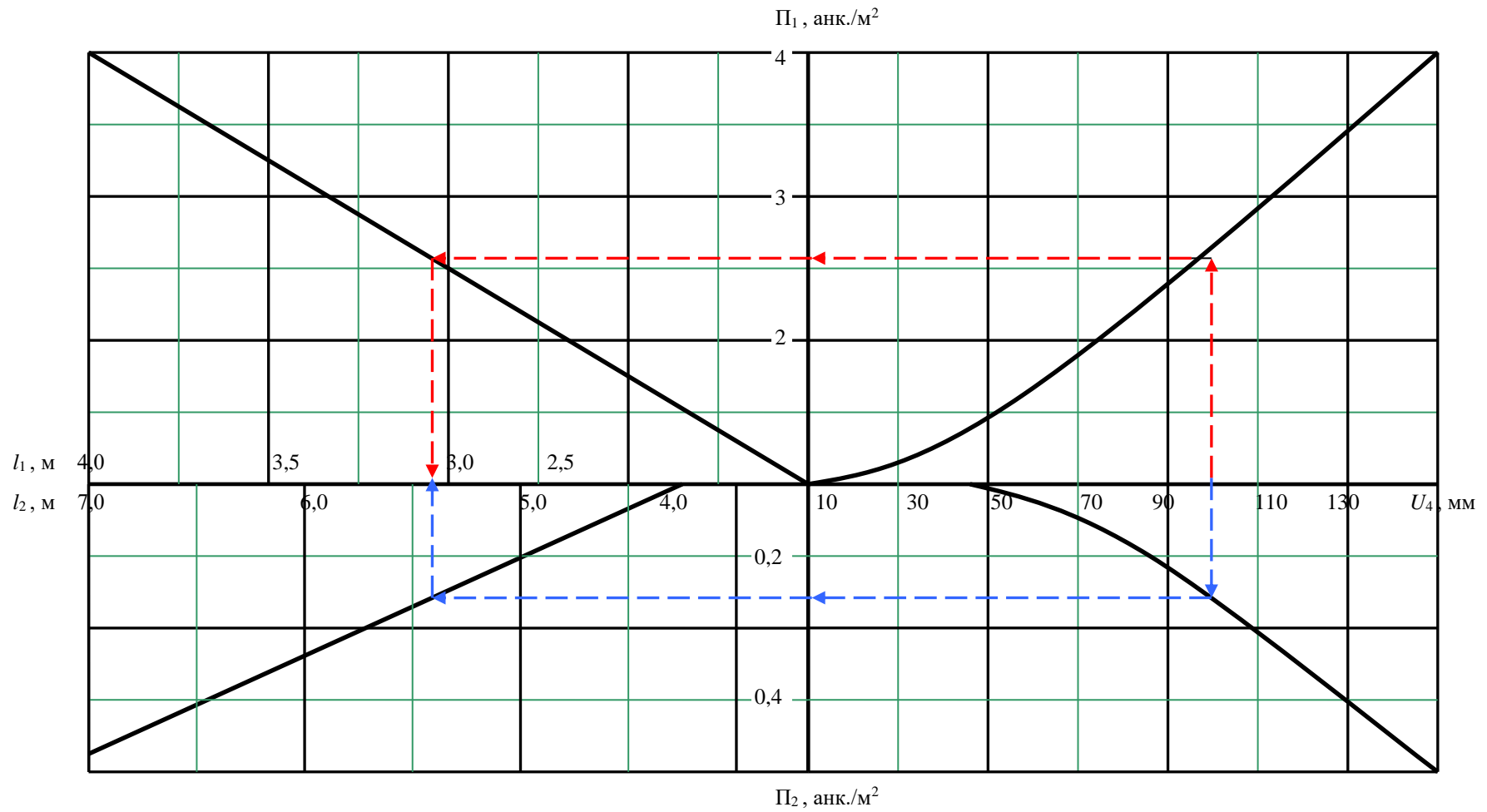


Рисунок 7.1 – Номограмма для определения длины анкеров и плотности их установки в кровлю сопряжения или камеры

$$C_1 = \frac{1}{\sqrt{\Pi_1}}, \text{ м.} \quad (12)$$

Расстояние между рядами анкеров, устанавливаемых по прямоугольной сетке, определяется по формуле:

$$C_1 = \frac{1}{C_0 \cdot \Pi_1}, \text{ м.} \quad (13)$$

Вычисленное значение шага анкерования C_1 округляется в меньшую сторону до 0,05 м.

7.2.7 Анкеры второго уровня устанавливаются двумя-тремя рядами вдоль продольной оси сопряжения (камеры) или двумя-тремя кустами в его центральной части. Расстояние между анкерами принимается равным $C_2 = 1,0-1,2$ м. Количество анкеров глубокого заложения рассчитывается по формуле:

$$n_2 = \frac{\Pi_2}{S}, \text{ м.} \quad (14)$$

Вычисленное количество анкеров округляется в большую сторону до 1,0.

7.2.8 Длина закрепляющей втулки в скважине определяется из выражения

$$l_3 = l - \delta, \text{ м.} \quad (15)$$

где δ – суммарная толщина наружных элементов (опорного, податливого, центрирующего, ограждающего, натяжного) анкерной крепи после её установки в кровлю сопряжения или камеры, м.

7.2.9 В качестве опорного элемента анкерной крепи рекомендуются металлические полосовые подхваты. Условием их эффективного применения является обеспечение гладкого оконтуривания выработок. При отсутствии плоскостности кровли сопряжения или камеры могут применяться штрипсы (металлические профилированные полосовые верхняки), обладающие лучшей адаптивностью к неровностям поверхности, чем плоские подхваты. Крепление кровли, имеющей ступенчатый профиль в поперечном сечении выработки, целесообразно производить с применением металлических плиток.

7.2.10 В качестве податливого элемента анкерной крепи применяются металлические полусферические пластины. Их установка обязательна при расчётных смещениях пород кровли сопряжения или камеры свыше 50 мм, а также, если данный элемент включён в комплектность на крепь.

7.2.11 Необходимость применения затяжки определяется в зависимости от плотности анкерования кровли Π_1 по номограмме, представленной на рисунке 7.2. Как пример показано, что при расчётных смещениях 77 мм использование профилированных металлических подхватов (штрипсов) позволяет крепить без затяжки с плотностью 1,7 анк./м² кровли II-го типа, тогда как крепление кровель I-го в таких же условиях следует производить с затяжкой.

7.2.12 В качестве ограждающего элемента анкерной крепи рекомендуется металлическая решётчатая затяжка, устанавливаемая с нахлёстом краёв на 100-200 мм. Анкеры должны сшивать эти стыки, образуя единую металлическую конструкцию перекрытия кровли.

7.3 Корректирование расчётных параметров анкерной крепи кровли сопряжения или камеры по результатам контроля фактических проявлений горного давления

7.3.1 Корректирование расчётных параметров анкерной крепи, предусматривающее установку в кровлю дополнительных анкеров, производится, если на i -ом этапе сооружения или поддержания сопряжения (камеры) какой-либо из перечисленных фактических показателей проявлений горного давления превышает допустимое значение:

- глубина расслоения кровли составляет более $0,2 \cdot l_1$, м;
- фактические максимальные смещения кровли $U_{i \text{ факт}}$ составляют более $1,1 \cdot U_i$, мм;
- фактическое среднее натяжение анкеров \bar{F}_i составляет более $1,20 \cdot \bar{F}(U)$, кН (см. п.6.5.2).

7.3.2 Параметры дополнительной анкерной крепи рассчитываются по каждому из перечисленных в п.7.3.1 факторов.

7.3.3 Конструкция дополнительной анкерной крепи выбирается согласно рекомендациям п.7.2, при этом деформационно-силовая характеристика

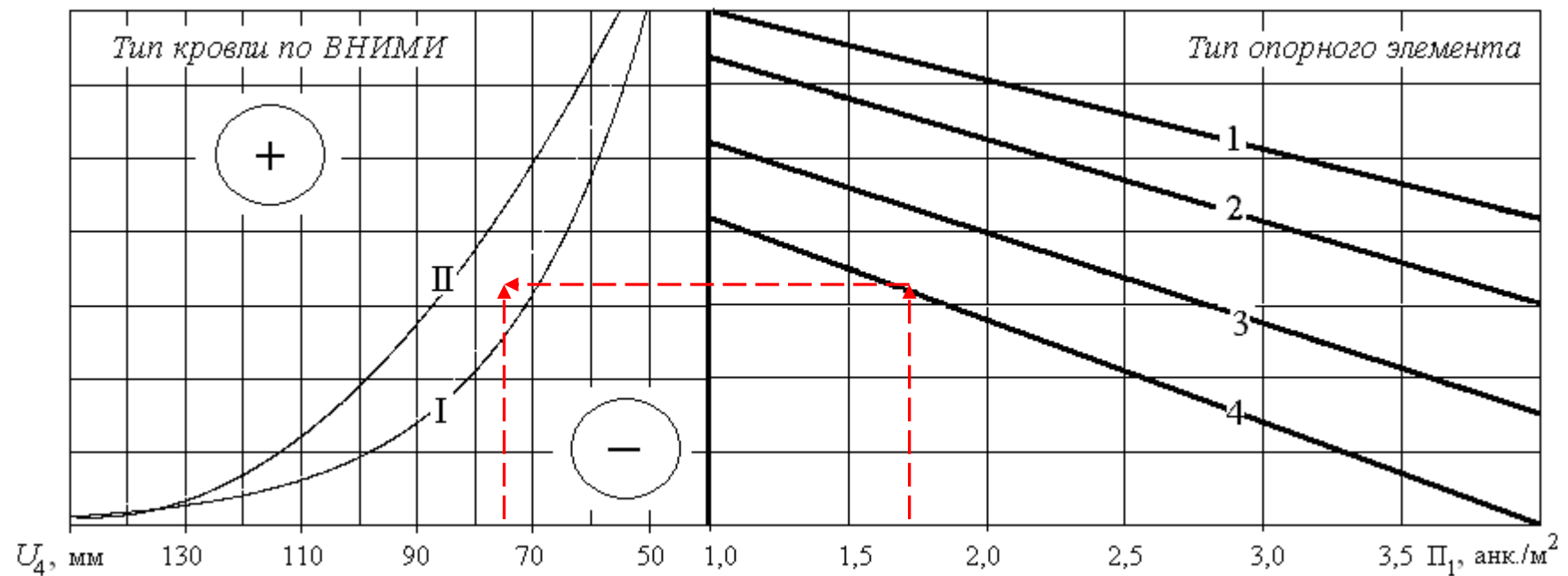


Рисунок 7.2 – Номограмма для определения необходимости затяжки кровли сопряжения (камеры)

с учётом типа применяемого опорного элемента анкерной крепи:

1 – плоская металлическая опорная плитка; 2 – объёмная (полусферическая) металлическая плитка увеличенного размера; 3 – металлический полосовой подхват; 4 – штрипс

дополнительных анкеров не должна быть ниже принятой в первоначальном расчете.

7.3.4 Корректирование расчётных параметры анкерной крепи по фактору «расслоения пород кровли»

7.3.4.1 Плотность установки $\Pi_{\text{доп}}$ и коэффициент длины $k_{\text{доп}}$ дополнительных анкеров определяются в зависимости от параметров расслоения кровли по номограмме, показанной на рисунке 7.3.

7.3.4.2 Длина дополнительных анкеров рассчитывается по формуле:

$$l_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot l_1, \text{ м.} \quad (16)$$

Вычисленное значение $l_{\text{доп}}$ округляется в большую сторону до 0,1 м.

7.3.4.3 Дополнительные анкеры располагаются в соответствии с рекомендациями, изложенными в п.7.2.7. Если наблюдениями установлено, что зоны расслоения пород имеют локальное распространение в плоскости кровли, то дополнительные анкеры устанавливаются на данных участках.

7.3.5 Корректирование расчётных параметры анкерной крепи по фактору «смещения пород кровли»

7.3.5.1 Длины дополнительных анкеров $l_{1 \text{ доп}}$ и $l_{2 \text{ доп}}$ определяются в зависимости от уточнённых согласно п.6.4.4 смещений $U_{4 \text{ корр}}$ по номограмме, показанной на рисунке 7.1, и округляются в большую сторону до 0,1 м.

7.3.5.2 Скорректированные расчётные плотности анкерной крепи первого и второго уровней ($\Pi_{1 \text{ кор}}$ и $\Pi_{2 \text{ корр}}$) определяются в зависимости от смещений $U_{4 \text{ корр}}$ по номограмме, показанной на рисунке 7.1.

7.3.5.3 Плотности установки дополнительных анкеров вычисляются по формулам:

$$\Pi_{1 \text{ доп}} = \Pi_1 - \Pi_{1 \text{ корр}}; \quad \Pi_{2 \text{ доп}} = \Pi_2 - \Pi_{2 \text{ корр}}, \text{ анк./м}^2. \quad (17)$$

7.3.5.4 Дополнительные анкеры первого уровня равномерно устанавливаются в междурядья с шагом, определяемым аналогично п.7.2.6.

7.3.5.5 Длина и плотность установки дополнительных анкеров второго уровня, определённые по п.7.3.5.1 и 7.3.5.3, сравниваются с длиной и

плотностью установки анкеров, вычисленных по п.7.3.4.1-7.3.4.2. В
дополнении

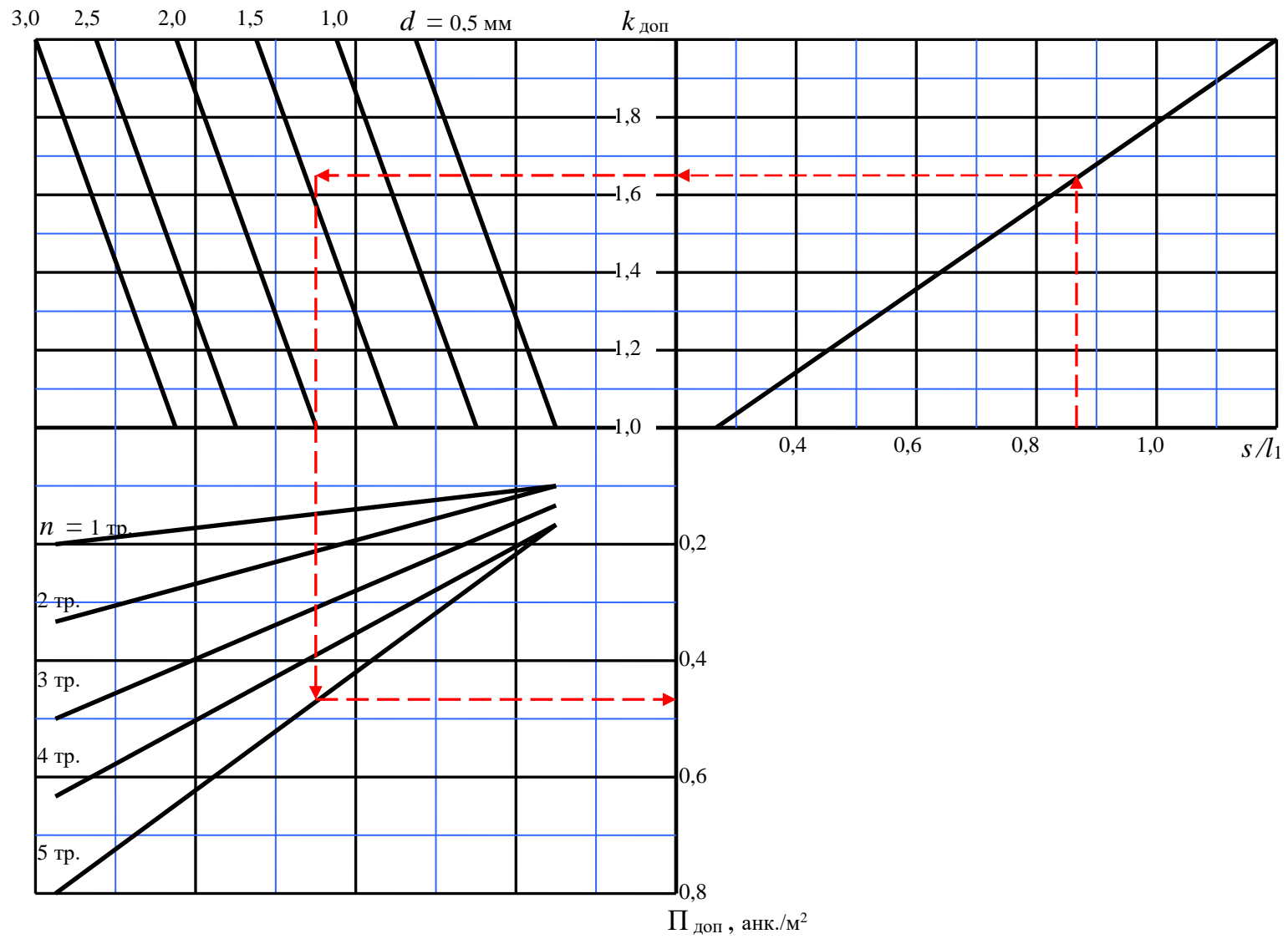


Рисунок 7.3 – Номограмма для определения длины и плотности установки в кровлю дополнительных анкеров

к паспорту крепления сопряжения или камеры принимаются наибольшие значения сравниваемых параметров, например, длина анкеров, определённая по п.7.3.5.1 и плотность их установки, вычисленная по п.7.3.4.1.

7.3.5.6 Дополнительные анкера второго уровня устанавливаются в кровлю в соответствии с п.7.3.4.3.

7.3.6 Корректирование расчётных параметров анкерной крепи по фактору «натяжение анкеров»

7.3.6.1 Длина дополнительных анкеров принимается равной расчётной длине анкеров первого уровня ($l_{\text{доп}} = l_{1 \text{ доп}}$).

7.3.6.2 Плотность установки дополнительных анкеров вычисляется по формуле:

$$\Pi_{\text{доп}} = \frac{\bar{F}_i - [\bar{F}_i]}{N} \cdot \Pi_1, \text{ анк./м}^2. \quad (1)$$

7.3.6.3 Длина и плотность установки дополнительных анкеров, определённые по п.7.3.6.1 и 7.3.6.2, сравниваются с длиной и плотностью установки анкеров первого уровня, вычисленных по п.7.3.5.1-7.3.5.3. В дополнении к паспорту крепления сопряжения или камеры принимаются наибольшие значения сравниваемых параметров, например, длина анкеров, определённая по п.7.3.5.1 и плотность их установки, вычисленная по п.7.3.6.2.

7.3.6.4 Дополнительные анкера равномерно устанавливаются в междурядья с шагом, определяемым аналогично п.7.2.6.

7.4 Расчёт параметры анкерной крепи кровли сопряжений и камер, сооружаемых в ранее пройденных выработках

7.4.1 Расчётные параметры анкерной крепи сопряжения или камеры определяются согласно п.7.2 и 7.3 по смещениям кровли U_4 , при прогнозировании которых коэффициент структурного ослабления пород принимается по таблице 6.1 в зависимости от фактического среднего расстояния между трещинами расслоения в приконтурном слое кровли мощностью $0,3 \cdot B$ ранее пройденной выработки.

7.4.2 Расчётные параметры анкерной крепи сопряжения или камеры корректируются в соответствии с п.7.3 в зависимости от фактических показателей расслоения пород кровли ранее пройденной выработки и натяжения установленной в ней анкеров.

7.5 Расчёт параметры анкерной крепи боков сопряжений (камер)

7.5.1 Бока или отдельные их участки могут не крепиться анкерами в следующих условиях:

- смещения кровли сопряжения (камеры), прогнозируемые на весь срок службы выработки, составляют не более 50 мм;
- расчётная прочность слагающих бок пород превышает 45 МПа;
- высота бока составляет менее 2,5 м;
- мощность залегающего в боку пласта не превышает 1,2 м;
- участки бока относятся к протяжённой части или тупым углам сопряжения (камеры).

7.5.2 В условиях, отличающихся от регламентированных п.7.5.1, рекомендуется крепление боков сопряжения (камеры) анкерами.

7.5.3 Длина анкеров и плотность их установки в бока определяется по номограмме, приведённой на рисунке 7.4, в зависимости от смещений кровли U_4 , усреднённой высоты боков h_6 и расчётной прочности слагающих их пород R_6 . Определённое по номограмме числовое значение длины анкеров округляется в большую сторону до 0,1 м.

7.5.4 Анкеры в боку располагаются по квадратной или, с учётом технико-технологических факторов (подвигание забоя за цикл, размеры ограждающего элемента, расстояния между отверстиями в подхватах), прямоугольной сетке. Расстояние от кровли сопряжения или камеры до верхнего ряда установленных в бок анкеров не должно превышать 0,5 м. Расстояние от почвы сопряжения (камеры) до нижнего ряда установленных в бок анкеров должно составлять не более 1,0 м. В верхний ряд анкеры устанавливаются с отклонением в сторону кровли от нормали к поверхности

бока на предельно допустимый угол (согласно сертификату на анкерную крепь).

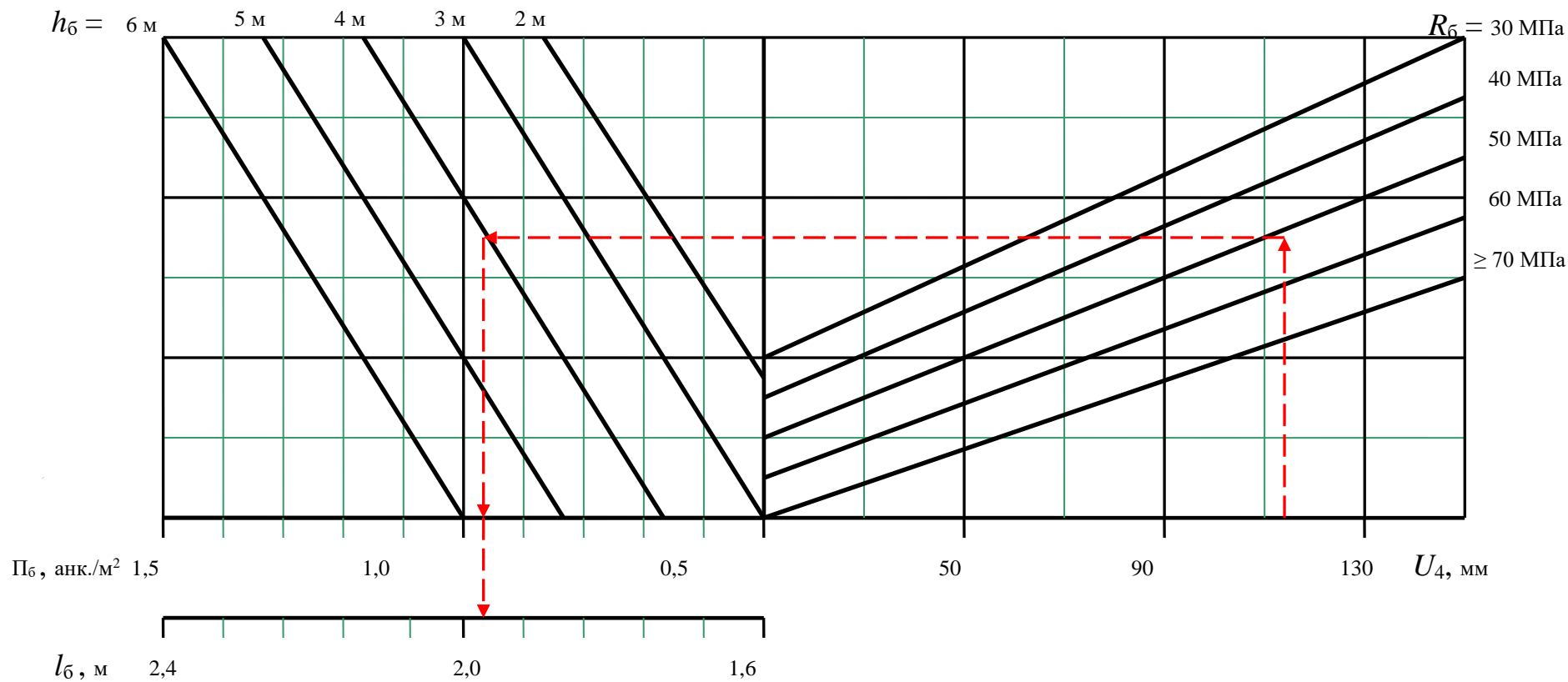


Рисунок 7.4 – Номограмма для определения длины и плотности установки анкеров в бока сопряжения (камеры)

7.5.5 Шаг анкерования боков принимается согласно п.7.2.6.

7.5.6 Крепление прочных пород боков ($R_6 \geq 40$ МПа) сопряжения или камеры рекомендуется производить металлическими анкерами с закреплением ампульным способом химическими композициями по всей длине скважины. В качестве опорного элемента рекомендуются металлические подхваты или плитки увеличенного размера (300x300x10 мм), а в качестве ограждающего – металлические решётки или сетка.

7.5.7 В качестве податливого элемента металлической анкерной крепи боков сопряжения (камеры) применяются металлические полусферические пластины. Их установка обязательна при расчётных смещениях пород кровли сопряжения или камеры свыше 50 мм, а также, если данный элемент включён в комплектность на крепь.

7.5.8 Затяжка боков, сложенных породами прочностью более 60 МПа, может не производиться при расчётных смещениях кровли до 50 мм.

7.5.9 Крепление пласта и слабых пород сопряжения или камеры рекомендуется осуществлять полимерными (стеклопластиковыми) анкерами с закреплением органическими составами ампульным способом по всей длине скважины. В качестве опорного элемента рекомендуются пластиковые подхваты или плитки, а в качестве ограждающего – стеклопластиковые решётки или сетка. Податливый элемент не устанавливается, так как полимерные анкеры обладают достаточной конструктивной податливостью.

7.5.10 Крепление бока опережающей выработки, в дальнейшем раскашиваемого при её расширении до проектных размеров сопряжения (камеры), рекомендуется производить полимерными анкерами с параметрами, установленными согласно п.4 Инструкции [2].

8 КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ЗААНКЕРОВАННЫХ ПОРОД И КРЕПИ

8.1 Общие положения

8.1.1 Необходимым условием надёжности и эффективности применения анкерной крепи является контроль качества её элементов, состояния приконтурных пород и работоспособности крепи.

8.1.2 Контрольную проверку качества ампул, анкерных стержней, подхватов, затяжки потребитель должен производить в соответствии с правилами приёмки и методами испытаний, указанными в технических условиях (сертификатах) на эти изделия.

8.1.3 Контроль состояния заанкерованных пород и крепи должен осуществляться в соответствии с общими требованиям п.9 Инструкции [2].

8.1.4 В период сооружения сопряжения инженерно-техническим работникам (ИТР) шахты следует один раз в смену производить осмотр анкерной крепи и породных обнажений (текущий контроль).

8.1.5 В продолжение всего срока службы сопряжения (камеры) должен производиться маркшейдерской службой шахты или специализированной организацией, имеющей соответствующую лицензию, инструментальный контроль состояния анкерной крепи и приконтурных пород. Его периодичность – не реже одного раза в месяц в период сооружения, и не реже одного раза в три года в период поддержания сопряжения или камеры.

8.1.6 Контролируемыми показателями состояния закреплённых анкерами сопряжений и камер являются следующие проявления горного давления:

- абсолютные U и относительные Δm смещения пород кровли;
- характеристики расслоения пород кровли $d, s, n_{тр}$;
- натяжение F анкеров;
- вывалы, отжим угля и отслоения пород на контуре сопряжений и камер.

8.1.7 Состояние анкерной крепи оценивается на основании сопоставления результатов контроля её фактических параметров, в том числе деформационно-силовой характеристики анкеров $F(\Delta)$, с принятыми в паспорте крепления сопряжения (камеры) показателями.

8.1.8 Работы по сооружению сопряжения (камеры) должны быть прекращены или временно приостановлены по следующим причинам:

- имеют место существенные отклонения от утверждённого паспорта проведения и крепления сопряжения (камеры);
- фактическая деформационно-силовая характеристика закреплённых в скважинах анкеров ниже принятой в паспорте крепления;
- наблюдается резкое ухудшение состояния боковых пород (вывалы, отжим угля и отслоения пород на контуре сопряжения или камеры), угрожающее безопасности ведения горных работ;
- зафиксировано "стреляние" гаек, разрывы анкеров и подхватов, опорных плиток и пластин, полное срабатывание податливых элементов;
- относительные смещения кровли Δm превышают 50 мм;
- глубина расслоения кровли составляет более $0,2 \cdot l_1$, м;
- фактические максимальные смещения кровли $U_{i \text{ факт}}$ превышают $1,1 \cdot U_{i,}$;
- фактическое среднее натяжение анкеров \bar{F}_i составляет более $1,20 \cdot F(U)$.

8.1.9 Работы по сооружению сопряжения (камеры) возобновляются после устранения несоответствий фактических и паспортных характеристик анкерной крепи и оперативного выполнения специальных мероприятий по корректированию её параметров. В особо опасных случаях для разработки этих мероприятий следует привлекать специализированную организацию научного профиля, имеющую соответствующую лицензию.

8.1.10 Требования к средствам контроля

8.1.10.1 Для проведения контроля следует отдавать предпочтение средствам, основанным на прямых визуальных измерениях показателей, то есть различного типа рулеток, нивелиров, оптических щупов, механических динамометров с индикаторами часового типа и др.

8.1.10.2 Механические характеристики приборов, в первую очередь их жёсткость, не должны вносить существенных изменений в процессы изучаемой системы.

Для обеспечения данного требования при определении смещений пород жёсткость приборов должна быть минимальной и не превышать 5 % сил, вызывающих эти смещения. Жёсткость же приборов (динамометров), используемых для измерения растягивающих усилий в анкерных стержнях, должна соответствовать или превышать жесткость анкеров.

8.1.10.3 Для обеспечения достоверности измерений деформаций и смещений пород глубинные реперы должны создавать достаточный распор в стенке шпуров, исключая самопроизвольное проскальзывание.

8.1.10.4 Для контроля должны использоваться приборы, прошедшие метрологический контроль.

8.1.10.5 Приборы для оптического или акустического зондирования пород, определения их прочностных характеристик, исследования несущей способности и натяжения анкеров должны использоваться согласно соответствующим руководствам по эксплуатации (сертификатам).

8.1.11 Перечень и класс точности измерительных средств и приборов

8.1.11.1 Рулетка с ценой деления 1 мм – для определения смещений пород кровли относительно средней линии и измерения расстояния между смежными анкерами (размеров сетки расположения анкеров).

8.1.11.2 Нивелир и нивелирные рейки (или рулетки), обеспечивающие точность геометрического нивелирования, соответствующую III классу, – для определения смещений пород кровли относительно базового бокового репера.

8.1.11.3 Штангенциркуль с ценой деления 0,1 мм или индикатор перемещений часового типа с ценой деления 0,01 мм – для измерения относительных смещений пород кровли.

8.1.11.4 Оптический прибор типа РВП – для измерения ширины раскрытия трещины расслоения с точностью до 0,1 мм и её удаления от контура с точностью до 5 мм.

8.1.11.5 Гидравлический штанговыводергиватель типа ВШГ20 или аналогичной конструкции (например, *ENERPAC*) – для определения фактической несущей способности анкеров величиной до 200 кН с точностью 5 кН.

8.1.11.6 Динамометрический ключ типа КДМ5 (КДМ6) с индикатором часового типа ИЧ10 – для измерения натяжения анкеров с точностью 5 кН.

8.1.11.7 Механические или тензометрические динамометры – для измерения натяжения анкеров с точностью 5 кН.

8.1.11.5 Электронный измеритель прочности пород ИПС-МГ4+ или аналогичный прибор – для оперативного измерения в шахтных условиях прочности пород с относительной погрешностью не более 10 %.

8.2 Методы инструментального контроля и измерений показателей

8.2.1 При измерении смещений и расслоений пород, определении деформационно-силовой характеристики анкеров, оценке состояния породных обнажений сопряжений (камер) следует руководствоваться методиками, изложенными в следующих нормативных документах и научно-технической литературе: [14-17]; [2, 7, 18], [12, 19] соответственно.

8.2.2 На каждом сооружаемом сопряжении (камере) замерная станция оборудуется в **два** этапа в поперечном сечении с **наибольшей** проектной шириной.

На первом этапе в непосредственной близости к проходческому забою опережающей выработки в её бока и кровлю закладываются реперы. На втором этапе производится расширение этой замерной станции – дополнительная установка реперов в кровлю и бок сопряжения (камеры) и их привязка к ранее заложенным реперам, вблизи забоя примыкающей выработки (раскашиваемой части камеры).

8.2.3 На расстоянии до 4,0 м по обе стороны от замерной станции проводятся исследования натяжения установленных в кровлю анкеров. В пределах указанных участков изменчивость горно-геологических условий должна быть незначительной (не более 15%).

8.2.4 Контроль состояния породных обнажений производится на всём объекте.

8.2.5 Наблюдения начинаются с момента установки замерной станции и продолжаются в течение всего срока службы сопряжения (камеры)

8.2.6 Частота наблюдений принимается в зависимости от интенсивности проявлений горного давления:

1-2 раза в месяц – в зоне влияния проходческих работ при интенсивных смещениях боковых пород;

1 раза в три года – в зоне стабилизации смещений пород.

8.2.7 Измерение смещений на породном контуре сопряжений и камер

Для проведения натуральных наблюдений за смещениями пород кровли используется метод парных контурных реперов, основанный на допущении, что боковые породы в местах заложения горизонтальной пары реперов не перемещаются в вертикальной плоскости.

На каждой замерной станции (рисунок 8.1) в одном поперечном сечении с наибольшей проектной шириной в кровлю выработки бурятся скважины глубиной, превышающей активную длину анкеров не менее чем на 0,5 м. На дно и в устья этих скважин закладываются соответственно глубинные и контурные реперы с проволочной связью или жёсткими штоками.

Смещения пород на контуре кровли камер и сопряжений относительно глубинных реперов с жёсткими штоками измеряются с помощью индикатора часового типа, а реперов с проволочной связью – штангенциркуля.

Замеры смещений контура кровли сопряжения или камеры выполняются нивелированием от бокового базового репера (метод дистанционных оптических наблюдений). Допускается производить данные

замеры относительно нити, натянутой между боковыми реперами (средней линии), стальной рулеткой. Один её конец закрепляется с помощью крючка на петле установленного в кровлю репера, а по другому, отвесно висящему концу, в точке пересечения с нитью снимается отсчёт. Постоянство натяжения нити, а также проволочных выводов глубинных реперов обеспечивается применением грузов весом 0,5 кг каждый.

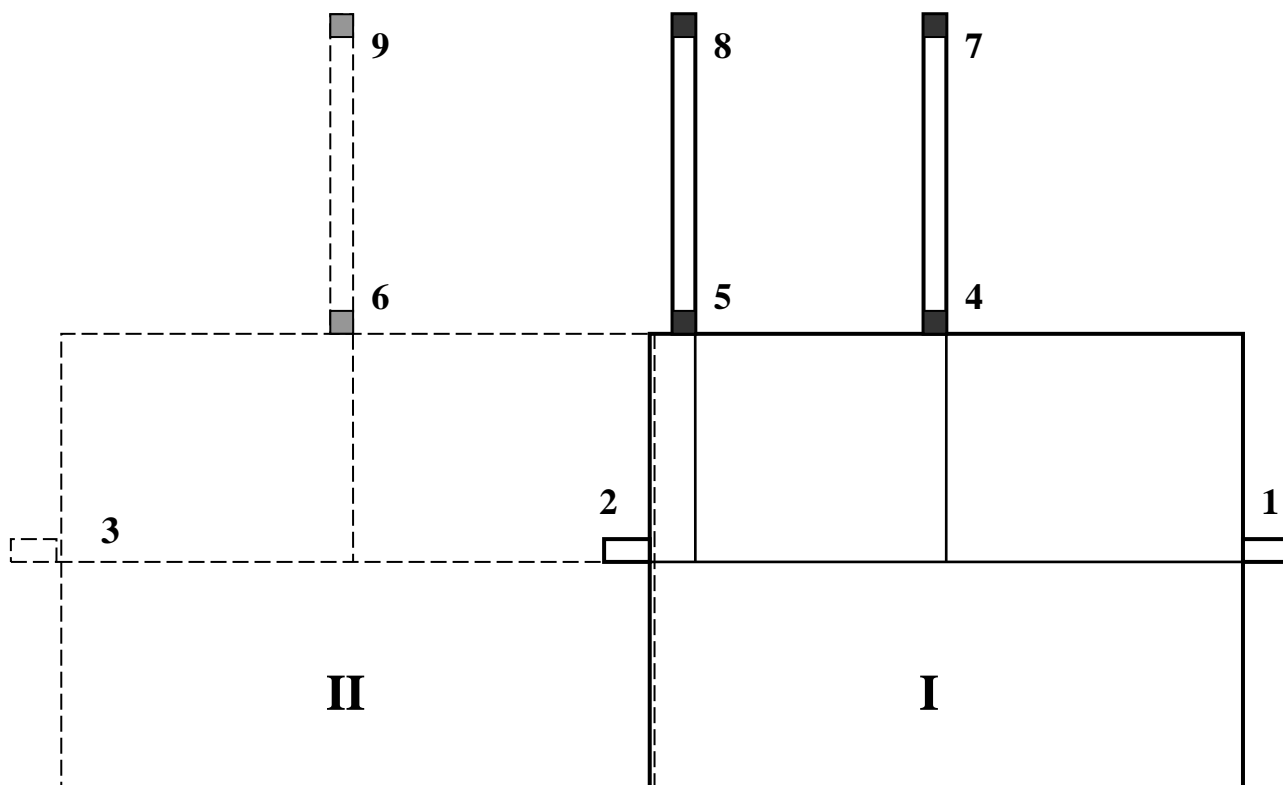


Рисунок 8.1 – Схема замерной станции:

1 – боковой базовый (опорный) репер; 2-3 – боковые контурные реперы; 4-6 – контурные кровельные реперы; 7-9 – глубинные кровельные реперы; **I** – поперечное сечение выработки до окончательного сооружения сопряжения (до расширения до проектных размеров камеры); **II** – поперечное сечение сопрягаемой выработки (раскашиваемой части камеры)

Для осуществления контроля за местом установки глубинных реперов и проверки отсутствия заземления вследствие пережимов шпуров применяются измерения с добавочными грузами (метод В.Н. Королёва) 17.

Вычисление длины проволок производится по приращениям Δl , определяемым по индикаторам от известной пригрузки P

$$L = E \cdot \pi \cdot d^2 \Delta l / 4P,$$

где E – модуль упругости материала проволоки;

d – диаметр проволоки.

8.2.8 Контроль расслоений пород кровли сопряжений и камер

Контроль параметров расслоения пород кровли сопряжения или камеры производится с помощью глубинных реперов, а также методами технической эндоскопии.

Ввиду того, что с помощью глубинных реперов лишь в отдельных случаях (при достаточной изученности слоистости пород) и весьма приближённо можно судить о появлении и раскрытии трещин расслоения, для более надёжного определения данных показателей применяется метод оптического зондирования пород кровли камер и сопряжений с помощью, например, прибора типа РВП.

Для этого вблизи замерной станции в кровлю выработки бурятся вертикальные шпуров глубиной $0,3 \cdot B$ и производится обследование их стенок указанным прибором.

Оценка состояния кровли может производиться и методом акустического зондирования пород с использованием, например, прибора ОС конструкции ВНИМИ или микропроцессорной аппаратуры. Данный метод позволяет регистрировать невидимые ослабленные контакты в слоях пород. При этом обеспечивается точность определения их положения до 5 см.

8.2.9 Определение деформационно-силовой характеристики анкеров

В период сооружения сопряжения (камеры) ежемесячно и в последующем через каждые три года его эксплуатации производится определение несущей способности анкеров, критерием которой является

прочность закрепления анкерного стержня в шпуре или его прочность на разрыв.

Испытание осуществляется с помощью штанговывёргивателя любой конструкции, обеспечивающего усилие извлечения, соответствующее установленному техническими условиями на применяемые анкеры значению исследуемого показателя (например, ВШГ конструкции ВНИМИ или *ENERPAC*).

Нагружение производится ступенчато: давление в рабочей камере прибора повышается на 2,5-5,0 МПа за один приём. Перед началом испытания и после каждого повышения давления фиксируется положение конца анкера относительно устья шпура. Испытания прекращаются при стабильном снижении нагрузки вытягивания анкера из шпура или разрыве анкерного стержня.

По результатам испытаний на каждом объекте трёх анкеров определяется их деформационно-силовая характеристика в конкретных горно-геологических условиях, представляющая собой график зависимости нагрузки на анкер от величины смещения его резьбового конца. Значения наибольших величин тягового усилия и смещения конца анкера принимаются соответственно за прочность закрепления анкера в шпуре и его податливость.

8.2.10 Измерение натяжения анкеров

В качестве основного метода исследования принимается периодический контроль натяжения анкеров при помощи динамометрического ключа типа КДМ5 (КДМ6) с индикатором перемещений часового типа ИЧ-10.

Фактическое натяжение анкеров определяется наложением показаний индикатора на тарировочный график динамометрического ключа.

На резьбовые концы анкеров, отобранных для наблюдений, перед навинчиванием гайки при установке наносится смазка густой консистенции («Литол», «Солидол», «Шрус» и др.).

В качестве дополнительных методов исследования могут использоваться измерения растягивающих усилий в анкерах с помощью механических динамометров, мессдоз, тензодатчиков, фотоупругих покрытий и др.

8.2.11 Визуальная оценка состояния породных обнажений и анкерной крепи

Общая визуальная оценка состояния породных обнажений включает подсчёт видимых трещин в кровле и боках выработки; фиксацию явлений коржения; заколо- и вывалообразования, отжима боков, измерение геометрических размеров вывалов. Дополнительно следует давать характерные зарисовки нарушенности пород, а также схемы осуществленных мероприятий, необходимость в которых была обусловлена этой нарушенностью.

При определении нагрузок на анкера производится фиксация случаев "стреляния" гаек, разрывов стержней, появления трещин в опорных и податливых элементах, прорывов гаек через отверстия в них, а также другие виды опасных деформаций элементов анкерной крепи; особо отмечаются случаи неправильной установки анкеров.

8.2.12 Определение механических свойств пород

Показатели механических свойств вмещающих сопряжения и камеры пород принимаются в соответствии с данными детальной геологической разведки, уточнёнными в ходе инженерно-геологических изысканий, проводимых геологической службой каждой шахты при проходке и эксплуатации выработок.

Оперативный контроль прочности и однородности приконтурных пород кровли в шахтных условиях осуществляется методом ударного импульса в соответствии с ГОСТ 22690-88 с помощью микропроцессорного прибора типа ИПС-МГ4+.

8.3 Отчётность

8.3.1 Для систематизированного изложения результатов контроля состояния пород и анкерной крепи ведётся журнал наблюдений, состоящий из типовых таблиц. Вносимые в журнал сведения подписываются исполнителями работ по контролю состояния породных обнажений и крепи.

8.3.2 Принятые на основе результатов контроля состояния пород и анкерной крепи технические решения должны оформляться актами, подписанными начальником проходческого участка, исполнителями работ и утверждёнными главным инженером шахты.

8 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

8.1 Работы по креплению анкерами сопряжений и камер должны выполняться в соответствии с Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 № 115-ФЗ, с изменениями от 10.01.2003 и требованиями действующих ПБ, ПТЭ, нормативных документов [2, 3, 8, 9, 11, 12] и настоящего Руководства.

8.2 К работам по анкерowaniu пород и пласта допускаются проходчики, ознакомленные с паспортом и техническими характеристиками средств крепления, прошедшие инструктаж по безопасной эксплуатации оборудования, контролю состояния породных обнажений и анкерной крепи.

8.3 Установка анкеров должна производиться звеном рабочих в составе не менее трёх человек.

8.4 Технические характеристики средств анкерования, указанные в сертификатах, должны соответствовать конкретным условиям применения.

8.5 Перед установкой анкера должны подвергаться тщательному осмотру для выявления дефектов. Не допускается установка некомплектной анкерной крепи, а также имеющей дефекты и повреждения отдельных элементов (повреждение герметичности ампул, изгиб стержней, нарушение резьбы и др.).

8.6 К применению допускаются средства анкерования, условия изготовления, хранения и доставки к месту производства работ которых соответствуют требованиям, изложенным в сертификатах.

8.7 Ампулы с химической композицией должны храниться в сухом прохладном помещении при температуре воздуха не выше 25°C. При хранении и транспортировании следует предохранять ампулы от соприкосновения с колющими и режущими предметами, прямых солнечных лучей и атмосферных осадков.

8.8 До начала работ по креплению сопряжений и камер следует убедиться в исправности и комплектности оборудования и провести его профилактическое обслуживание.

8.9 Все рабочие и лица технического надзора, участвующие в креплении сопряжений и камер анкерами, должны быть обеспечены индивидуальными средствами защиты (респираторами, защитными очками, резиновыми и тканевыми перчатками).

8.10 Параметры скважин должны соответствовать требованиям, указанным в сертификатах на применяемые анкеры, и способу их закрепления. Запрещается начинать работы по бурению скважин без осмотра кровли, боков и опускания на почву нависших кусков породы.

8.11 Установку анкерной крепи следует производить на минимальном расстоянии от забоя. Отставание анкерной крепи от забоя на конец буровзрывного цикла не должно превышать 3 м.

8.12 Работы по бурению шпуров и установке анкеров должны выполняться под защитой ранее возведённой крепи или временной предохранительной крепи.

8.13 Запрещается устанавливать под опорные элементы анкерной крепи дополнительные подкладки или другие элементы, не предусмотренные технической и конструкторской документацией или паспортом крепления, согласованным с научно-исследовательским институтом или специализированной организацией, имеющей соответствующую лицензию.

8.14 При закреплении анкеров в скважинах химическими композициями следует соблюдать осторожность. Химические вещества, попавшие на открытые части тела, удаляются с помощью средств, предусмотренных для этих целей в сертификатах на применяемые составы. На рабочем месте должна находиться аптечка с 5 %-ным содовым раствором, борной кислотой, ватой, салфетками, йодом.

8.15 При закреплении анкеров в скважинах ампульным способом следует строго соблюдать регламентированные сертификатом на ампулы время размешивания компонентов при температуре среды 25°C и время удержания анкера неподвижным в период отверждения перемешанных компонентов. В шахтных условиях при температуре воздуха менее 25°C

время размешивания компонентов и удержания анкера неподвижным должно увеличиваться.

8.12 Закрепление анкеров в скважинах нагнетательным способом разрешается только после проверки лицом технического надзора качества монтажа оборудования, а также состояния кровли и боков. При необходимости в зоне нагнетания устанавливается временная предохранительная крепь.

8.13 Эксплуатация нагнетательного оборудования должна производиться в соответствии с требованиями ПБ [13].

8.14 При закреплении анкеров в скважинах нагнетательным способом запрещается:

- приступать к нагнетанию химической композиции при неисправных контрольно-измерительной аппаратуре, предохранительных клапанах, вентиле сброса;

- управлять нагнетанием без сигналов ответственного за данный процесс проходчика;

- находиться во время нагнетания раствора неорганического вяжущего напротив скважины, в которой производится закрепление анкера;

- отсоединять подающий рукав, переставлять герметизатор, либо выполнять работы по ремонту оборудования без сброса давления в системе;

- устранение пробок в подающем рукаве или герметизаторе повышением давления в рабочей полости нагнетателя сверх порогового значения, указанного в сертификате на оборудование.

8.15 Проходчики, выполняющие работы по креплению сопряжений и камер, должны извещать горный надзор об обнаруженных несоответствиях средств анкерования сертификатам и установленным требованиям, а также изменениях состояния породных обнажений. Указанные несоответствия следует в кратчайшие сроки ликвидировать. С целью выявления причин и опасности изменения состояния кровли и боков сопряжения (камеры) должны незамедлительно привлекаться специализированные научные

организации, по заключению которых принимаются оперативные меры по обеспечению устойчивости выработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по выбору рамных податливых крепей горных выработок. – СПб.: ВНИМИ, 1991. – 125 с.
2. Инструкция по расчёту и применению анкерной крепи на угольных шахтах России. – СПб.: ВНИМИ, 2000. – 70 с.
3. Методика расчёта и выбора параметров крепи на сопряжениях горных выработок при одинарной и парной подготовке выемочных столбов. – СПб, 2004. – 84 с.
4. Руководство по проектированию подземных горных выработок и расчёту крепи / ВНИМИ, ВНИИОМШС Минуглепрома СССР. – М.: Стройиздат, 1983. – 31 с.
5. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. – Л.: ВНИМИ, 1986. – 222 с.
6. Кононов В.М. Технология контурного взрывания на основе шпуров с надрезами при строительстве тоннелей // Шахтное строительство. – 1989. – № 9. – С.19-21.
7. Крепи анкерные. Общие требования: ГОСТ Р 52042. – Введ. 01.01.2004. – М., 2003.
8. Правила безопасности в угольных шахтах (ПБ 05-618-03).
9. Правила технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт. – М., 1976, 304 с.
10. Федеральный закон № 115-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97., с изменениями от 10.01.2003.
11. Отраслевая инструкция по применению рамных и анкерных крепей в подготовительных выработках угольных и сланцевых шахт. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1985. – 147 с.
12. Руководство по повышению несущей способности длительно эксплуатируемой анкерной крепи распорно-замкового и клино-щелевого типов на шахтах Ростовской области. – Шахты: ШахтНИУИ, 2001. – 42 с.

13. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (ПБ 10-115-96).

14. Методические указания по исследованию горного давления на угольных и сланцевых шахтах. – Л.: ВНИМИ, 1973;

15. Методические указания по решению практических задач управления горным давлением на шахтах. – Л.: ВНИМИ, 1984;

16. Методы и средства решения задач горной геомеханики / Г.Н. Кузнецов, К.А. Ардашев, Н.А. Филатов и др. – М.: Недра, 1987;

17. В.Н. Королёв. Измерение смещений кровли камер методом глубинных реперов // Проблемы механики горных пород: Тез. докл. Всесоюз. науч. конф. по механике горных пород – Новосибирск, 1971. – С.583-585.

18 Методы и приборы для исследования проявлений горного давления. Справочник / К.А. Ардашев, В.И. Ахматов, Г.А.Катков. – М.: Недра, 1981.

19 Ардашев К.А., Шик В.М., Рудаков В.А. Методика изучения трещиноватости осадочных горных пород применительно к решению задач управления горным давлением // Труды ВНИМИ. – 1964. – Сб. 51.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АНКЕРНОЙ КРЕПИ

А.1 Анкер сталеполимерный

А.1.1 Анкер сталеполимерный АСГ1 (М20)

Анкер изготавливается из арматурной стали класса А-III периодического профиля № 22 (ГОСТ 5781-82). На хвостовом конце анкерного стержня выполнена способом нарезки резьба типоразмера М20, головной конец обрезан под углом 45°.

$d = 22$ мм. $d_{max} = 24$ мм. $d_{min} = 17,3$ мм. $N_p = 135$ кН. $N = 100$ кН. $l_a = 1,4-2,4$ м с шагом 0,2 м.

Разработчик – ОАО «ШахтНИУИ», г. Шахты; изготовитель – ЗАО «Ростовгормаш», г. Гуково.

А.1.2 Анкер сталеполимерный АСГ1 (М24)

Анкер изготавливается по ТУ 31-4253.001.00173931 – 2006 из арматурной стали класса А-III периодического профиля № 22 (ГОСТ 5781-82). На одном конце анкерного стержня выполнена способом накатки резьба типоразмера М24, второй его конец обрезан под углом 45°. Разработчик – ОАО «ШахтНИУИ»; изготовитель – ЗАО «Ростовгормаш».

$d = 22$ мм. $d_{max} = 24$ мм. $d_{min} = 20,7$ мм. $N_p = 194$ кН. $N = 140$ кН, $l_a = 1,4-2,4$ м с шагом 0,2 м (по заказу потребителя длина анкера может быть увеличена 4,6 м).

Преимущества перед анкерами А20В – гайка не заклинивается на анкере под действием существенной осевой нагрузки и не ослабляется после взрывания шпуров в проходческом забое; завинчиванием гайки представляется возможным создать высокое предварительное натяжение анкера (30-60 кН); натяжение анкера легко контролируется динамометрическим ключом, тогда как у перечисленных анкеров из-за большого угла подъёма выступов и ввиду прослабленного соединения с гайкой данный вид контроля практически невозможен.

А.1.3 Анкер сталеполимерный АСР1

Анкер изготавливается по ТУ 4253.003.00173931 – 2006 из арматурной стали класса А-III периодического профиля № 22 (ГОСТ 5781-82). На одном конце анкерного стержня выполнена способом накатки резьба типоразмера М24, второй его конец обрезан под углом 45°. Разработчик – ОАО «ШахтНИУИ»; изготовители – ООО «Белокалитвинский ремонтно-механический завод», ООО «Донторг» и ООО «Металл-Дон».

Техническая характеристика аналогична анкеру сталеполимерному АСГ1 (М24).

А.1.4 Анкер сталеполимерный АКС

Анкер изготавливается из арматурной стали винтового профиля № 20-А400С по ТУ14-1-5254-94 (поставщик – ЗАО «Карбо-ЦАКК», г. Новокузнецк, г. Ленинск-Кузнецкий).

$d = 20$ мм. $d_{max} = 22,5$ мм. $d_{min} = 19,3$ мм. $N_p = 164$ кН. $N = 130$ кН. $l_a = 1,8; 1,9; 2,0; 2,2; 2,3; 2,4; 2,8$ м.

Преимущество перед анкерами АСГ1 и АСР1 – анкерный стержень не ослаблен резьбой (она отсутствует); при любой длине выступающего в выработку конца анкера можно обеспечить его натяжение гайкой до 10-30 кН. Преимущество перед анкером А20В – уменьшен угол подъёма поперечных рёбер ($8^{\circ}54'$), что повышает надёжность анкерной крепи и позволяет осуществлять контроль её натяжения.

А.1.4 Анкер сталеполимерный АК20

Анкер изготавливается из арматурной стали винтового профиля № 20-АТВ800 по ТУ14-1-5254-94 (поставщик – ООО «Горный инструмент», г. Новокузнецк).

$d = 20$ мм. $d_{max} = 22,5$ мм. $d_{min} = 19,3$ мм. $N_p = 240$ кН. $N = 190$ кН. $l_a = 1,8; 1,9; 2,0; 2,2; 2,3; 2,4; 2,8$ м.



Преимущества аналогичны анкерам АКС, но изготавливаются из стали повышенной прочности.

А.1.5 Анкер сталеполимерный А20В

Анкер изготавливается по ТУ 1200173746088-99 из арматурной стали винтового профиля № 20-Ав500С (поставщик – ЗАО «Торговый дом. КУЗБАССПРОМСЕРВИС»).

$d = 20$ мм. $d_{max} = 23,0$ мм. $d_{min} = 19,2$ мм. $N_p = 200$ кН. $N = 160$ кН. $l_a = 1,8; 1,9; 2,0; 2,1; 2,2; 2,3; 2,4; 2,5$ м.

А.2 АНКЕР ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЙ

РАЗРАБОТЧИК		ПРОИЗВОДИТЕЛЬ	
	СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ИНСТИТУТ УГЛЯ И УГЛЕХИМИИ г. Кемерово, ул. Рукавишниковая, 21 E-mail: iuu@kemsc.ru		ООО «АМК» г. Кемерово, пр. Ленина 109 «В»-9 Тел: 8(384-2) 56-09-83 Тел/Факс: 8 (384-2) 56-09-83 E-mail: OOOAMK@ROL.ru

По умолчанию принимаются следующие параметры анкерной железобетонной крепи. Анкерный стержень изготавливается из арматурной стали периодического профиля № 22 (номинального диаметра $d = 22$ мм; диаметра по рёбрам и выступам $d_{max} = 24$ мм) по ГОСТ 5781-82. Предел прочности арматурной стали класса А-III составляет 590 МПа. Минимальный диаметр анкерного стержня на участке с резьбой типоразмерам М20 составляет $d_{min} = 17,3$ мм. Прочность анкера на разрыв по резьбе типоразмера М20 – $N_p = 135$ кН. Несущая способность анкера – $N = 60$ кН; минимальная длина анкера $l_a = 2$ м; длина участка закрепления анкера в шпуре $l_3 = 1,0$ м (при этом коэффициент влияния анкерной крепи на смещения $k_a = 0,80$); начальное натяжение анкера $F_0 = 10$ кН. Прочность на одноосное сжатие отвердевшего минерального состава – 45 МПа.

А.2.1 Анкер железобетонный АКМ1

Стержень анкера выполнен из двух отрезков арматуры. Хвостовик (нижний отрезок стержня) анкера изготавливается из арматурной стали

винтового профиля № 22 (разработчик анкера – ИУУ СО РАН; производитель ООО «АМК», г. Кемерово). Анкерный стержень закрепляется в шпуре минеральной композицией, нагнетаемой пневматическим способом с помощью установки УЗА-СМ.

$d = 20$ мм. $d_{max} = 22,5$ мм. $d_{min} = 19,3$ мм. $N_p = 150$ кН. $N = 110$ кН. $l_a = 1,8; 1,9; 2,0; 2,2; 2,3; 2,4; 2,8$ м. Прочность отвердевшего материала на одноосное сжатие 45-65 МПа.

Преимущества:

– использование хвостовика из арматурно-винтового проката вместо метрической резьбы увеличивает надёжность анкера (исключаются случаи невозможности навинчивания гайки из-за смятия и загрязнения резьбы);

– минеральная композиция, используемая для закрепления анкера, не токсична и устойчива к подземным пожарам;

– более качественное упрочнение приконтурного массива;

– для применения в агрессивных средах предусмотрено нанесение на анкер антикоррозионного износостойкого покрытия на основе базальтового наполнителя (срок службы анкера с данным покрытием увеличивается на 300 %).

А.2.2 Анкер железобетонный АКМ2

Стержень анкера выполнен из двух отрезков арматуры. Хвостовик (нижний отрезок стержня) анкера изготавливается из арматурной стали винтового профиля № 22 (разработчик анкера – ИУУ СО РАН; производитель ООО «АМК», г. Кемерово). Анкерный стержень закрепляется в шпуре минеральной композицией, заключённой в ампулы типа АМК.

$d = 20$ мм. $d_{max} = 22,5$ мм. $d_{min} = 19,3$ мм. $N_p = 150$ кН. $N = 110$ кН. $l_a = 1,8; 1,9; 2,0; 2,2; 2,3; 2,4; 2,8$ м. Прочность отвердевшего материала на одноосное сжатие 40-60 МПа.

А.2.2 Анкеры АСМ

Анкеры АСМ-1 и АСМ-2 (рисунок А.3) состоят из стержня 1 периодического или винтового профиля № 20, плоской или сферической опорной плитки 2 и гайки 3. Стержни анкеров изготавливаются из арматурной стали различных классов. На головном конце стержня выполнен наконечник в виде четырехугольной пирамиды, а на хвостовом – элемент винтовой пары. На стержнях анкера АСМ-2 у наконечника дополнительно сформирован опорный элемент винтового профиля 5. Анкеры устанавливаются в скважины диаметром 28-30 мм и закрепляются минеральной композицией, заключённой в ампулы ЗАМП (возможно закрепление анкеров с помощью ампул с полимерным составом).

$d = 20$ мм. $d_{max} = 22,5$ мм. $d_{min} = 17,3$ мм. $N_p = 150$ кН. $N = 110$ кН. $l_a = 1,8; 1,9; 2,0; 2,2; 2,3; 2,4; 2,8$ м. Прочность отвердевшего материала на одноосное сжатие 40-60 МПа.

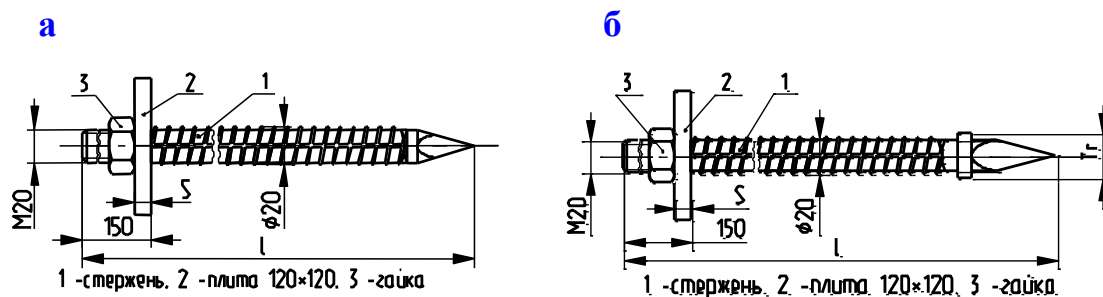
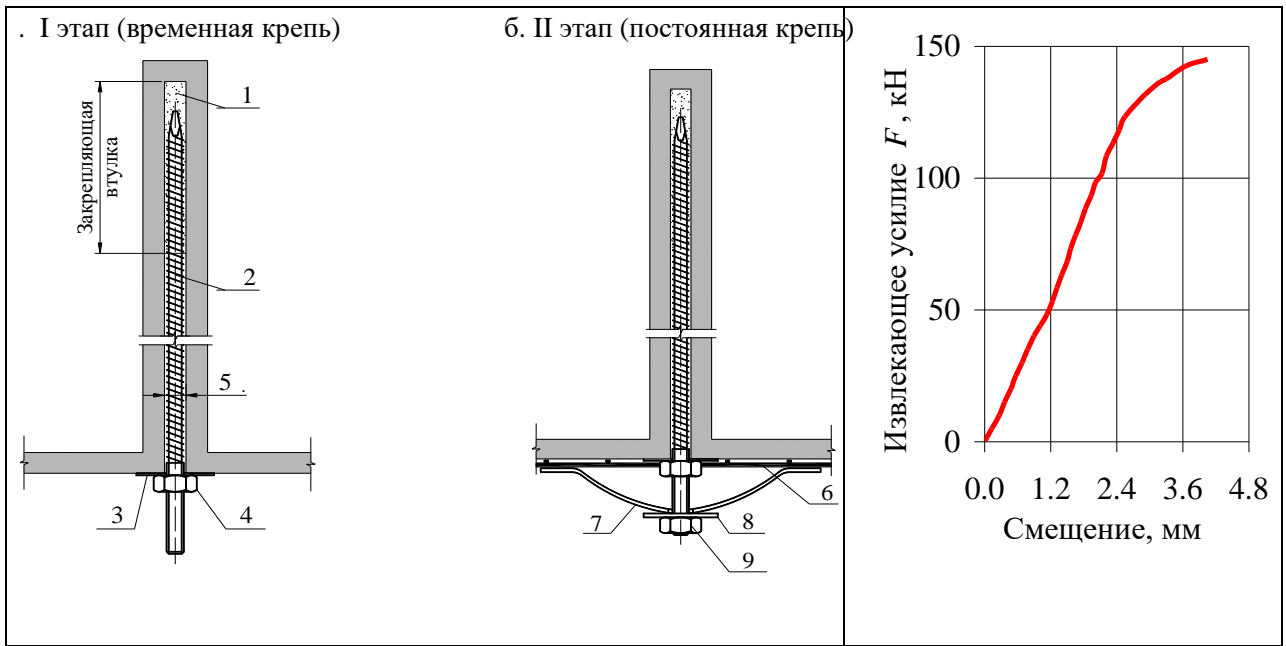
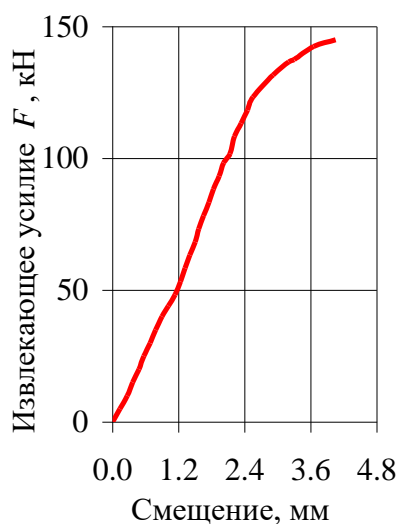


Рисунок А.3 – Анкеры АСМ-1 (а) и АСМ-2 (б)



Нагрузочные характеристики анкерной крепи АСМ – 3



ПРОИЗВОДИТЕЛЬ:

ЗАО «СИБТРАНСУГОЛЬ»
630108 Новосибирск, 108, а/я 16
Станционная, 38

Тел.: (3832) 41-54-65
Факс: (3832) 41-62-55

БЮРО В НОВОКУЗНЕЦКЕ
654027 Кемеровская обл., г. Новокузнецк
ул. Невского, дом 1, каб. №422

тел/факс +7 (3843) 42-49-20
E-mail: magstu@nvkz.kuzbass.n

А.3 АНКЕР КАНАТНЫЙ

По умолчанию принимаются следующие параметры анкерной канатной крепи. Анкер изготавливается из каната 19,5 (номинального диаметра $d = 19,5$ мм) по ГОСТ 7665-69. Временное сопротивление разрыву стали составляет 1600 МПа. Прочность каната на разрыв – $N_p = 186$ кН. Несущая способность анкера (по прочности соединения каната с резьбовой втулкой или по прочности закрепления в шпуре) – $N = 100$ кН; длина анкера $l_a = 2,8; 3,0 \dots 4,5$ м; длина участка закрепления анкера в шпуре $l_3 = 1,0$ м (коэффициент влияния анкерной крепи на смещения $k_a = 0,80$ – при закреплении минеральной композицией; $k_a = 0,75$ – при закреплении полимерным составом); начальное натяжение анкера $F_0 = 10$ кН. Прочность на одноосное сжатие отвердевшего минерального состава – 45 МПа (при закреплении анкера минеральной композицией). Прочность на одноосное

сжатие отверждённого полимерного состава – 80 МПа (при закреплении анкера полимерным составом).

А.3.1 Анкер канатный АК01

Анкер изготовлен из каната диаметром 15,2 мм. (разработчик анкера – ИУУ СО РАН, ООО «РАНК; производитель ООО «АМК», г. Кемерово). Канат закрепляется в шпуре ампульным способом органической или минеральной композицией. Для получения качественного взаимодействия каната с закрепляющим материалом и со стенками скважины он содержит местные узлы уширения и проволочный шнек, выполненный из вплетённой в пряди и навитой на канат арматурной проволоки. В процессе закрепления анкера шнек транспортирует закрепляющий материал и оболочку ампул ко дну шпура, благодаря чему закрепляющая втулка получается сплошной и плотной.

$d = 15,2$ мм. $d_{max} = 18,5$ мм. $N_p = 234$ кН. $N = 130$ кН. $l_a = 2,8; 3,0; 3,2; 3,4; 3,6; 3,8; 4,0$ м (до 8,0 м по заказу). Прочность на одноосное сжатие отвердевшего минерального состава – 45 МПа (при закреплении анкера минеральной композицией). Прочность на одноосное сжатие отверждённой полиэфирной смолы – 80 МПа (при закреплении анкера полимерным составом).

А.3.2 Анкер канатный АК02

Анкер изготовлен из каната диаметром 15,2 мм. (разработчик анкера – ИУУ СО РАН, ООО «РАНК; производитель ООО «АМК» г. Кемерово). Канат закрепляется в шпуре нагнетательным способом органоминеральной смолой «ГЕОФЛЕКС» или полиуретановыми смолами. Анкер снабжён клинораспорным замком и герметизатором. Смола под давлением подаётся в шпур через опорную муфту, присоединяемую посредством быстроразъёмного соединения к нагнетательному рукаву. Замок на конце каната необходим для удержания анкера в шпуре при нагнетании смолы.

$d = 15,2$ мм. $d_{max} = 18,5$ мм. $N_p = 234$ кН. $N = 130$ кН. $l_a = 2,8; 3,0; 3,2; 3,4; 3,6; 3,8; 4,0$ м (до 8,0 м по заказу). Прочность на одноосное сжатие отверждённой полиэфирной смолы – 80 МПа.

А.4 АНКЕР ПОЛИМЕРНЫЙ (СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫЙ)

По умолчанию принимаются следующие параметры анкерной полимерной крепи. Анкер изготавливается из полимерного стержня или трубки внешнего диаметра $d = 20$ мм. Прочность стержня на разрыв – $N_p = 120$ кН. Несущая способность анкера (по прочности соединения стержня с резьбовой втулкой или по прочности закрепления в шпуре) – $N = 50$ кН; длина анкера $l_a = 1,8; 1,9; \dots 2,5$ м; длина участка закрепления анкера в шпуре $l_3 = 1,0$ м (коэффициент влияния анкерной крепи на смещения $k_a = 0,85$); начальное натяжение анкера $F_0 = 10$ кН. Прочность на одноосное сжатие отверждённого полимерного состава – 80 МПа.

Преимуществами полимерных и стеклопластиковых анкеров являются неподверженность коррозии, лёгкость, технологичность, искробезопасность.

К недостаткам полимерных и стеклопластиковых анкеров относится их низкое сопротивление кручению, а также разномодульная прочность на растяжение (сопоставима со сталью) и срез (сопоставима с древесиной).

А.4.1 Анкер полимерный композиционный АПК

Анкерная полимерная композиционная крепь АПК изготавливается по ТУ 3142-006-46528580-04. Разработчик – ЗАО НППБ «РИКО», изготовитель – ОАО «ТВЕРЬСТЕКЛОПЛАСТИК», поставщик – ООО НПЦ «ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ». На её применение в угольных шахтах имеется разрешение Госгортехнадзора России.

Анкер АПК, предназначенный для крепления кровли и боков горных выработок, состоит из полимерного стержня или полимерной композиционной трубки диаметром 19-20 мм, цилиндрической армополимерной муфты с внешней резьбой, армополимерной гайки и опорной плитки из полимера.

$d = 19$ мм. $d_{max} = 20$ мм. $N_p = 200$ кН. $N = 60$ кН. $l_a = 1,8; 1,9; 2,0; 2,1; 2,2; 2,3; 2,4; 2,5$ м.

А.4.2 Анкер стеклопластиковый АС-14Ш

Анкер стеклопластиковый АС-14Ш разработан, изготавливается Бийским заводом стеклопластиков, поставляется

Преимущества:

неподверженность коррозии, лёгкость, технологичность, искробезопасность.

Анкер стеклопластиковый АС-14Ш2

Анкер стеклопластиковый АС-14Ш2 разработан, изготавливается Бийским заводом стеклопластиков, поставляется

Преимущества:

неподверженность коррозии, лёгкость, технологичность, искробезопасность.

А.5 АНКЕР РАСПОРНО-ЗАМКОВЫЙ

По умолчанию принимаются следующие параметры анкерной полимерной крепи. Анкер изготавливается арматурной стали гладкого профиля диаметра $d = 20$ мм. Прочность стержня на разрыв – $N_p = 100$ кН. Несущая способность анкера (по прочности закрепления в шпуре) – $N = 50$ кН; длина анкера $l_a = 1,8; 2,0; \dots 2,6$ м; длина участка закрепления анкера в шпуре $l_3 = 0,1$ м (коэффициент влияния анкерной крепи на смещения $k_a = 1,0$); плотность установки анкеров $\Pi = 1,0$ анк./м²; начальное натяжение анкера $F_0 = 10$ кН. Анкер устанавливается в шпур диаметром 42-43 мм.

Анкер распорно-замковый ЭС-1м

$d = 20$ мм. $N_p = 100$ кН. $N = 50$ кН. $l_a = 1,8; 2,0; 2,2; 2,4; 2,6$ м. $l_3 = 0,1$ м.

Анкер распорно-замковый АШ-1

$d = 20$ мм. $N_p = 140$ кН. $N = 60$ кН. $l_a = 1,8; 2,0; 2,2; 2,4; 2,6$ м. $l_3 = 0,1$ м.

Анкерная сталеминеральная крепь типа АСМ

Повышение надежности инфраструктуры горнодобывающего предприятия на основе применения сталеминеральной анкерной крепи

В.А. ЮРЧЕНКО генеральный директор ФГУП НПО «Сибсельмаш»;

О.А. УТИРАЛОВ заместитель генерального директора «Сибсельмаш»;

В.В. НЕКРАСОВ д-р техн. наук, проф., заместитель директора ГУРШ

Широкое промышленное применение анкерной крепи на шахтах Кузбасса началось в 1970 г. после организации крупномасштабного производства металлических замковых анкеров распорного типа ШК-1м, АК-8у и АКМ. На протяжении 20 лет такими анкерами ежегодно крепили свыше 200 - 300 км пластовых выработок небольшой площади сечения с малым сроком службы (рис. 1).

В отдельные годы объемы анкерного крепления достигали 27 - 28% от общей протяженности закрепляемых выработок. По мере увеличения ширины выработок до 4 - 4,5 м и углубления горных работ до 300 - 400 м объемы анкерного крепления стали неуклонно сокращаться из-за снижения устойчивости выработок и непредсказуемого режима работы металлических замковых анкеров в относительно слабых породах. По этой причине к концу 1980-х годов полностью прекратилась практика их применения в качестве основного средства крепления выработок. Однако замковые анкера продолжают применяться.

В мировой горной практике широкое распространение получили сталеполимерные анкера с ампулами на основе полиэфирных смол, которые обеспечивают устойчивое состояние выработок большого поперечного сечения, проводимых на глубине свыше 600 м от поверхности. Учитывая положительный опыт их применения в Кузбассе, созданы совместные с иностранными фирмами предприятия ООО «Фосрок-ТПС» и ЗАО «Карбо-ЦАКК» по производству отечественных ампул типа АП-1 и АКЦ-1 из местного сырья и импортных материалов, что послужило основой для дальнейшего развития анкерного крепления. В настоящее время доля выработок, закрепленных сталеполимерной анкерной крепью, на отдельных шахтах составляет 60 - 98% от общей протяженности проводимых по пластам различной мощности, включая наклонные стволы, уклоны, монтажные камеры, конвейерные и вентиляционные штреки шириной 5,5 - 9,5 м.

Накопленный опыт показал, что сталеполимерные анкера в меньшей степени зависят от прочности закрепляемых пород, более надежны в эксплуатации и технологичны в установке, обладают высокой несущей способностью, **но имеют ограниченный срок службы и высокую стоимость. Кроме того, полимерные ампулы пожароопасны и токсичны, что требует выполнения специальных мер по обеспечению безопасных санитарно-гигиенических условий работы с ними. Термостойкость закрепляющей втулки не превышает 300 - 350°С.**

Отмеченные недостатки сталеполимерных анкеров стимулируют разработку неорганических вяжущих составов для закрепления анкеров в скважинах диаметром 30 и 43 мм. Так, предложенная ВНИИгидроуглем комбинированная анкерная крепь предусматривает первоначальное закрепление анкера ШК-1м с помощью установочной трубы, последующее заполнение скважины неорганическим составом РНС и ввод арматурного стержня в скважину диаметром 43 мм. Такая конструкция усложняет возведение крепи, увеличивает трудоемкость установки анкера, повышает расход металла и требует применения дополнительного оборудования для заполнения скважины цементным раствором.

Фирма «Адапт» (г. Караганда) разработала и провела промышленные испытания анкерной крепи с ампулами АЦД. Ампула АЦД состоит из полиэтиленовой оболочки с двумя полостями. Одна полость заполнена минеральной твердеющей смесью, а другая - жидким компонентом². Наличие двуполостной оболочки усложняет конструкцию изделия и технологию его изготовления. Использование жидкого компонента, затвердевающего при отрицательных температурах, осложняет хранение и транспортировку ампул в зимнее время, так как при кристаллизации жидкого компонента возможно разрушение полиэтиленовой оболочки. Важную роль в развитии работ по минеральным твердеющим смесям сыграли исследования, проведенные в НИИОМШС (г. Харьков) под руководством д-ра техн. наук И.Г. Коскова, которые привели к созданию патронированного монозакрепителя анкеров ПМА на основе цемента особо тонкого помола. Однако разработанный состав доведен только до экспериментальных образцов, успешные испытания которых проведены в Кузбассе на шахте «Новокузнецкая». Дальнейшее научное развитие и поиски новых технических и технологических решений по созданию и применению дешевых и экологически чистых быстро-твердеющих составов получили в работах ЗАО «СибТрансУголь» и института НЧ ГП «СибНИИпроектцемент». Учитывая непрерывно возрастающие требования к технике и технологии анкерного крепления горных выработок, разработан закрепитель анкеров минеральный патронированный ЗАМП на основе быстротвердеющего

расширяющегося цемента с добавками, регулирующими время схватывания и прочность. ЗАМП представляет собой патрон из нетканого полотна, заполненный минеральной смесью.

Лабораторными исследованиями установлено, что из двухсот испытанных образцов наибольшей стабильностью показателей обладает смесь № 161, рецептура которой принята к промышленному производству закрепителя ЗАМП по ТУ 5738-001-00284635-2001. Минеральный закрепитель нетоксичен, непожароопасен и соответствует государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам. Термостойкость минеральной смеси для ЗАМП находится в пределах 1 200 - 1 300°С. Закрепляющая втулка, сформированная из патронов ЗАМП, сохраняет положительную динамику в наборе прочности в течение 30 лет и более.

В результате выполненных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ удалось создать адаптированные к закрепителю ЗАМП анкеры АСМ-1 и АСМ-2 (рис. 3), устанавливаемые в скважины диаметром 28 - 30 мм, которые состоят из стержня периодического или винтового профиля 1, плоской или сферической опорной плиты 2, гайки 3. Стержни анкеров, выполненные из арматурной стали различных классов, имеют на одном конце наконечник в виде четырехугольной пирамиды, а на другом - элемент винтовой пары. На стержнях анкера АСМ-2 у наконечника дополнительно сформирован опорный элемент винтового профиля 4.

¹ Арушкевич О.А. Научная оценка соответствия конструкций анкерной крепи горно-геологическим условиям ее применения и обоснование комбинированных видов анкеров для большинства горно-геологических условий // Уголь. 2001 № 3 С. 60-64

• Вереха Ж. П., Любимникова О. А. Особенности применения цементных ампул АПД при анкерованиях горных пород // Уголь 2002. № 2 С. 17 - 20.

соответствует государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам. Заключение № 42.21.05. 210.П.000015.01.02 от 29 января 2002 г.

Термостойкость: Не ниже 1 000°С - без снижения прочности закрепляющей втулки

Техническая характеристика закрепителя анкеров ЗАМП

Назначение: для возведения сталеминеральных анкеров при создании армоминеральной анкерной крепи

Общая информация: Содержит

многокомпонентный состав на основе минеральных композиций, которые заключены в односекционную оболочку	0,023
<i>сведения:</i> является нетоксичным, невзрыво- и непожароопасным изделием и	0,35
Поверхностная плотность полотна патрона, кг/м ²	0,04
Время затворения патрона в воде, с	6 - 10
Тонкость помола минеральной смеси (остаток на сите № 008), не более, %	5
Время схватывания закрепителя, мин:	
начало, не менее	1,5
конец, не более	4,0
Предел прочности при сжатии МПа не менее:	
через 0,5 ч	10
через 24 ч	30
через 28 сут.	65
Удельное сцепление с породой через 24 ч, МПа	4,5
Линейное расширение при гидратации, %, не менее	1,0
Масса минеральной смеси в патроне, кг	0,21

Рис 2 Закрепитель
анкеров ЗАМП оболочка Минеральная

Изготавливается различных типоразмеров и свойств в соответствии с условиями применения и типом анкеров

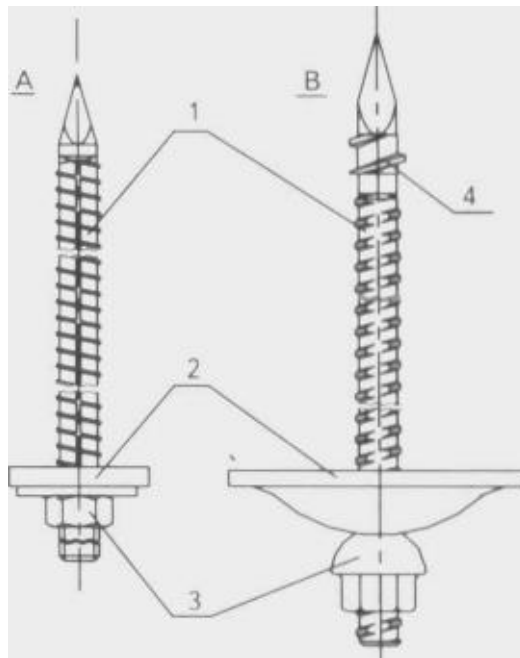


Рис. 3. Анкеры АСМ-1 (А), АСМ-2 (Б)

На рис. 4 показаны построенные по усредненным данным графики зависимости в координатах нагрузка - смещение, из которых следует, что по истечении 20 мин прочность закрепления анкеров АСМ-1 и АСМ-2 составляет соответственно 55 и 60 кН, а спустя 40 мин - 90 - 100 кН.

Бурение скважин и установка сталеминеральных анкеров могут производиться электросверлами с ручной и принудительной подачей, переносными гидравлическими и пневматическими буровыми колонками, перфораторами и навесным буровым оборудованием, смонтированным на проходческом комбайне или погрузочной машине. Технологией возведения сталеминеральных анкеров предусматривается выполнение следующих операций:

- затворение в воде и ввод в скважину требуемого количества патронов;
- перемещение патронов до конца скважины и уплотнение их досыльником;
- установка в гнездо буровой колонки адаптера и соединение его со стержнем анкера, на который предварительно надета опорная плита и навинчена гайка;
- включение буровой колонки и досылка анкера до конца скважины за счет усилий подачи. При недостаточных усилиях подачи стержень анкера кратковременно вращают с помощью буровой колонки;
- завинчивание гайки буровой колонкой для создания предварительного натяжения анкера с усилием не менее 10 кН. Второй и последующие анкеры возводятся аналогично в соответствии с паспортом крепления выработки.

Опытная партия анкерных крепей АСМ-1 и АСМ-2 с патронами ЗАМП испытана в ОАО «Шахта им. В.И. Ленина» при проведении вентиляционного штрека № 0-3-1-20 по верхнему слою пласта Ш мощностью 9 м, залегающего под углом 7 - 13°. Непосредственная кровля пласта мощностью 9 - 11 м представлена алевролитом средней устойчивости с прочностью на сжатие 38 МПа, основная кровля мощностью 17 - 30 м - песчаником с прочностью на сжатие 120 МПа.

Вентиляционный штрек трапециевидной формы шириной 4 м и высотой 2,6 - 3 м закреплен тремя рядами анкеров в сочетании с решетчатыми затяжками и металлическими подхватами из швеллера № 8 длиной 3,5 м, установленными с шагом 1 м. Закрепление анкеров в скважинах диаметром 30 мм производилось: при креплении анкерами АСМ-1 тремя патронами ЗАМП; при креплении анкерами АСМ-2 двумя патронами ЗАМП.

В процессе испытаний не зафиксированы отказы при установке анкеров АСМ-1 и АСМ-2 и подтверждена надежность их закрепления в скважинах. Технологические операции по установке легко осваиваются рабочими.

Хронометражные наблюдения показали, что продолжительность установки этих анкеров примерно одинаковая и составляет в среднем 2,26 мин, в том числе по операциям: затворение патронов в воде - 9 с; досылка патронов в скважину и их уплотнение - 49 с; установка анкера - 64 с; завинчивание гайки - 14 с. Каждый комплект крепи выработки возводился без технологических перерывов за 18 мин, в течение которых анкер набирал прочность не менее 40 кН.

В период с марта по октябрь 2002 г. расслоения пород кровли и образования трещин на опытном участке вентиляционного штрека с анкерными креплениями АСМ-1 и АСМ-2 не наблюдалось.

Учитывая положительные результаты эксплуатационных испытаний, межведомственная комиссия рекомендовала анкерные крепи АСМ-1 и АСМ-2 с патронами ЗАМП, защищенные двумя патентами на изобретение, для применения на предприятиях угольной и горнорудной промышленности.

Рассмотрев рабочую документацию на указанные изделия, результаты эксплуатационных испытаний в условиях ОАО «Шахта им. В.И. Ленина», положительное Заключение экспертизы промышленной безопасности НЦ ВостНИИ и гигиенический сертификат санитарно-эпидемиологического надзора, Госгортехнадзор РФ выдал ЗАО «СибТрансУголь» разрешение на выпуск и применение анкерных крепей АСМ-1 и АСМ-2 и закрепителя ЗАМП в угольных и сланцевых шахтах и рудниках для крепления подземных горных выработок.

В настоящее время на базе имеющегося опытно-промышленного производства ведется подготовка к серийному производству закрепителя ЗАМП и анкеров АСМ-1 и АСМ-2 для дальнейшего развития и расширения области применения анкерной крепи на шахтах Кузбасса и других регионов России.

ВЫВОДЫ

1. В настоящее время доля выработок, закрепленных сталеполимерной анкерной крепью, на отдельных шахтах составляет 60 - 98% от общей протяженности проводимых выработок.

2. Область применения сталеполимерной анкерной крепи распространяется на капитальные выработки околоствольного двора, квершлагги, полевые и пластовые магистральные бремсберги, уклоны и штреки, пластовые выемочные выработки шириной в проходке до 6 м, а также на различные сопряжения этих выработок и монтажные камеры. Срок службы этих выработок составляет от одного года до тридцати лет.

3. Применяемые составы для формирования закрепляющей втулки сталеполимерных анкерных крепей на основе полиэфирных, полиуретановых, эпоксидных и феноло-формальдегидных смол, обладая рядом потребительских свойств, позволивших им найти самое широкое применение для крепления горных выработок, имеют также ряд отрицательных свойств, таких, как:

- реологические (прочность закрепляющей втулки, сформированной из полимерных составов, в шахтных условиях начинает снижаться на 4-6-й год их эксплуатации),

- низкая термостойкость (не превышает 300 -350°С);

- пожароопасность (полимерная ампула горюча);

- токсичность;

- высокая, постоянно растущая цена полимерных ампул.

Эти свойства, на наш взгляд, ставят под сомнение целесообразность повсеместного безальтернативного применения сталеполимерных анкерных крепей для крепления практически всех горных выработок в различных горно-геологических условиях, особенно выработок с длительным сроком службы.

4. Одним из направлений, позволяющих предупредить негативные последствия состояния выработок шахт и рудников, в том числе и после подземных пожаров, вследствие безальтернативного распространения сталеполимерных анкерных крепей является создание и внедрение на предприятиях анкерных крепей на основе минеральных композиций.

5. Созданы анкерные крепи АСМ-1, АСМ-2 с закрепителем анкеров минеральным патронированным ЗАМП, применение которых наряду с другими видами крепления горных выработок повысит надежность инфраструктуры шахт и рудников, улучшит условия труда и снизит затраты на крепление и содержание выработок.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

АМПУЛЫ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ АНКЕРОВ В СКВАЖИНАХ

Б.1 Ампулы полимерные АКЦ

Ампулы содержат двухкомпонентный состав из полиэфирной ненасыщенной смолы и отвердителя, заключенный в двухсекционную полиэтиленовую оболочку.

Таблица Б.1 – Техническая характеристика ампул АКЦ

Тип ампулы	АКЦ (неускоренная)	АКЦ-У (ускоренная)	АКЦ-УН (быстроускоренная)
Длина, мм	330; 400; 470; 600	330; 400; 470; 600	330; 400; 470; 600
Диаметр, мм	23,5; 25,0	23,5; 25,0	23,5; 25,0
Время размешивания при 25°С, сек	30-40	15-22	8-15
Время отверждения (удержания) при 25°С, сек	40-50	26-32	15-22
Прочность на сжатие отверждённого состава, МПа	Не менее 80,0	Не менее 80,0	Не менее 80,0
Срок хранения при 25°С, мес.	6	6	6

ИЗГОТОВИТЕЛЬ: ЗАО «Карбо-ЦАКК», г. Ленинск-Кузнецкий.

Б.2 Ампулы минеральные композиционные АМК

Ампулы АМК предназначены для закрепления металлических стержневых и канатных анкеров в скважинах. Они изготавливаются по ТУ 5744 – 002 – 76907004 – 2005 в виде однокамерной цилиндрической оболочки путем сшивания нетканого материала типа флизелин (ГОСТ 15902.3 – 79). Нетканый материал обладает фильтрующими свойствами.

В оболочки расфасовывается сухая смесь, приготовленная на основе совместного помола композиционного состава минеральных ингредиентов до тонкости не менее 4000 – 4500 см²/г:

- портландцемент ГОСТ 10178-85, марки не ниже М 400;
- песок кварцевый ГОСТ 8736-93;

- известь строительная потребительская ГОСТ 9179-77;
 - кальцинированная сода потребительская ГОСТ 5100-85.
- Ампулы АМК замачиваются в воде ГОСТ 23732-79.

Таблица Б.2 – Технические данные и характеристика АМК

Наименование показателей	Величина показателя
1. Время водонасыщения перед установкой в скважине, с	12-15
2. Размеры ампулы, мм	10-15
длина	400
диаметр:	
– для скважины диаметром 30 мм	23,5-24,5
– для скважины диаметром 43 мм	35,0-36,0
3. Масса АМК, г	290-310
4. Характеристика минеральной композиции	
сроки схватывания, мин не более	
начало	2-5
окончание	8-10
прочность при сжатии, МПа не менее	
через 1 час	1,5-2,0
через 3 часа	4,0-6,0
через 24 часа	12,0-15,0
Срок хранения при 25°С, мес.	6

РАЗРАБОТЧИК: ОАО «Кузниишахтострой», г. Кемерово.

ИЗГОТОВИТЕЛЬ: ООО «АМК», г. Кемерово.

Б.3 Закрепитель анкеров минеральный патронированный ЗАМП

Закрепитель ЗАМП изготавливается по ТУ 5738-001-00284635-2001 в виде односекционной цилиндрической проклумелиновой оболочки, заполняемой минеральной композицией. Основной минеральной композиции является быстротвердеющий расширяющийся цемент с добавками, регулирующими время схватывания и прочность. Закрепитель нетоксичен, непожароопасен и соответствует государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам (заключение № 42.21.05. 210.П.000015.01.02 от 29 января 2002 г.)

Таблица Б.3 – Техническая характеристика ампул ЗАМП

Тип ампулы	ЗАМП
Длина, мм	400
Диаметр, мм	23,5-24,5
Поверхностная плотность полотна патрона, кг/м ²	0,04
Тонкость помола минеральной смеси (остаток на сите № 008), не более, %	5
Время затворения патрона в воде, с	6-10
Время размешивания при 25°С, сек	10-20
Время схватывания закрепителя, мин:	
начало, не менее	1,5
конец, не более	4,0
Предел прочности при сжатии, МПа, не менее:	
через 0,5 ч	10
через 24 ч	30
через 28 сут.	65
Удельное сцепление с породой через 24 ч, МПа	4,5
Линейное расширение при гидратации, %, не менее	1,0
Масса минеральной смеси в патроне, кг	0,21
Срок хранения при температуре от - 50 до + 50°С, мес.	6

Примечание: Ампулы ЗАМП изготавливаются различных типоразмеров и свойств в соответствии с условиями применения и типами анкеров

РАЗРАБОТЧИК: НЧГП «СибНИИПроектЦемент».

ПРОИЗВОДИТЕЛЬ: ЗАО «СибТрансУголь», г. Новосибирск.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

ПОЛОСОВЫЕ ПОДХВАТЫ

В.1 Металлические верхняки В-300 (штрипсы)

Металлические полосовые профилированные подхваты В-300 (таблица В.1) применяются при креплении кровли и боков выработок анкерами. Штрипсы обладают повышенной адаптивностью к неровностям закрепляемых поверхностей и высоким коэффициентом их затяжки. Они поставляются в соответствии с заявкой потребителя, в которой указывается толщина подхвата, его длина, количество отверстий и их расположение.

Таблица В.1 – Техническая характеристика штрипсов

Показатель	Числовое значение
Длина, м	1,0-6,0
Ширина, мм	280
Толщина, мм	1,5-1,8
Масса 1 м, кг	3,6-4,0

ИЗГОТОВИТЕЛЬ: ЗАО «Карбо-ЦАКК», г. Ленинск-Кузнецкий.

В.2 Металлические полосовые подхваты ПМАП

Подхваты ПМАП (таблица В.2) изготавливаются по ПМА 000 ТУ из горячекатаной полосы толщиной 4, 5, 6, 8 и 10 мм по ГОСТ 103. Марка стали СтЗпс5, СтЗсп5, Ст5пс2 и Ст5сп2 ГОСТ 535.

Таблица В.2 – Техническая характеристика подхватов ПМАП

Показатель	Числовое значение				
Длина, м	1,4; 2,2; 2,4; 3,2; 3,8; 4,2; 4,6; 5,2				
Ширина, мм	100	120	150		
Толщина, мм	8	10	6	4	5
Масса 1 м, кг	8,6	10,8	7,8	6,5	8,1
Расстояние между отверстиями, мм	100; 120				
Диаметр отверстий, мм	33; 45				

Для выработок с длительным сроком службы и коррозионно-активной средой подхваты ПМАП по требованию заказчика покрываются

антикоррозийным составом или изготавливаются из сталей 10ХСНД, 15ХСНД, 15Г2АФДпс, 16Г2АФД, 18Г2АФДпс и 09Г2СД по ГОСТ 19281.

РАЗРАБОТЧИК: ОАО «ШахтНИУИ», г. Шахты Ростовской области.

ИЗГОТОВИТЕЛЬ: ЗАО «Ростовгормаш», г. Гуково Ростовской области.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ЗАТЯЖКА

Г.1 Затяжка решётчатая облегчённая металлическая ЗРОМ

Затяжка ЗРОМ изготавливается по ТУ 4251.001.00173931-01 в виде сварной решётки из продольных и поперечных стальных стержней (рисунок Г.1). Техническая характеристика затяжки ЗРОМ приведена в таблице Г.1.

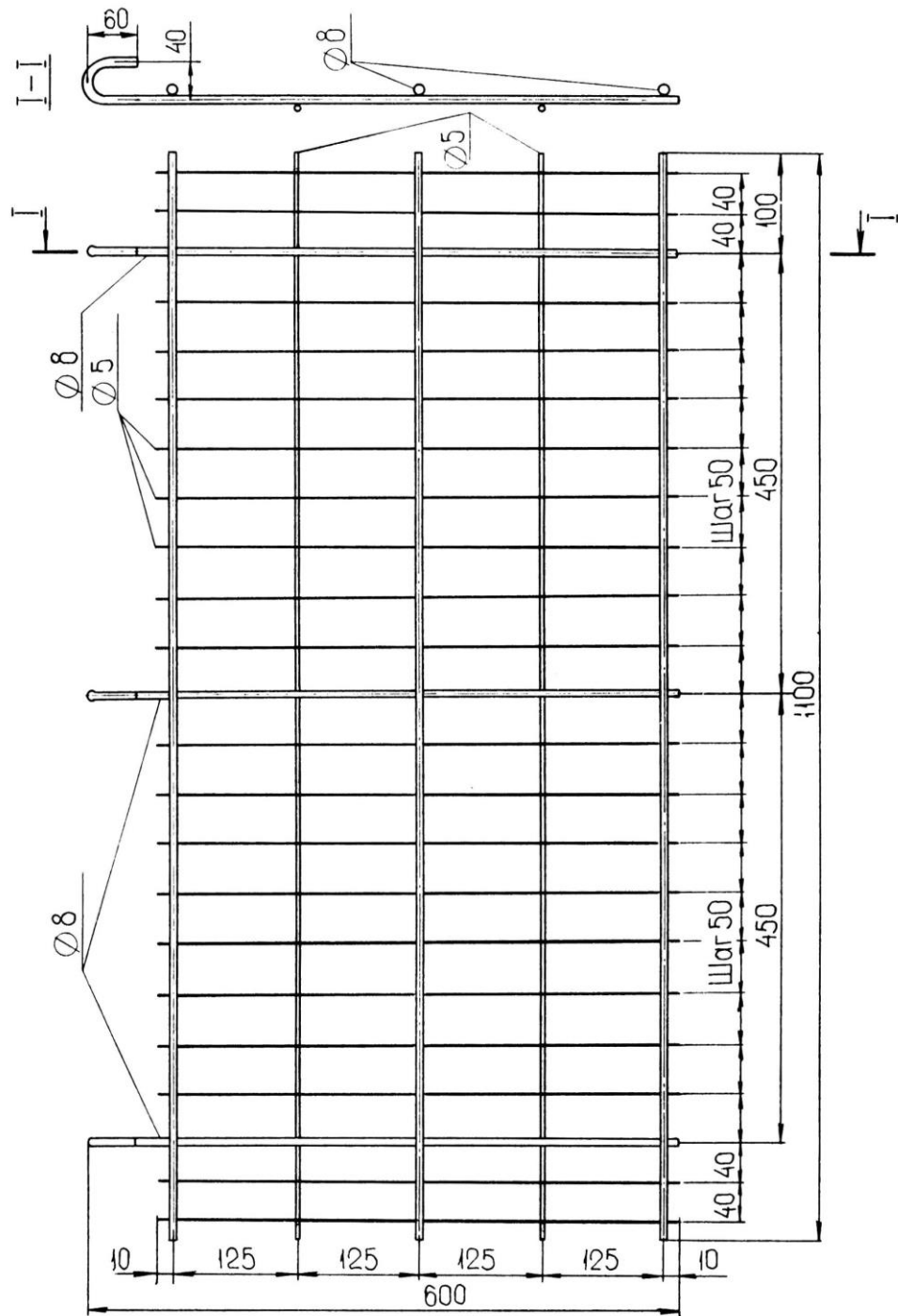


Рисунок Г.1 – Конструкция затяжки ЗРОМ

Таблица Г.1 – Техническая характеристика затяжки ЗРОМ

Наименование параметров	Значения параметров
Шаг установки анкерной крепи, мм	900
Габаритные размеры, мм: длина ширина по крючьям ширина по вспомогательным стержням	1100 600 520
Шаг стержней, мм: по длине по ширине	50 125
Диаметр стержней, мм: продольных основных продольных вспомогательных поперечных основных поперечных вспомогательных	8 5 8 5
Диаметр закругления крюка в свету, мм	16
Масса затяжки, кг	3,85

РАЗРАБОТЧИК: ОАО «ШахтНИУИ», г. Шахты Ростовской области.

ИЗГОТОВИТЕЛЬ: ЗАО «Ростовгормаш», г. Гуково Ростовской области.

Г.2 Подхват-затяжка ПЗ1 (ПЗ2)

Подхват-затяжка ПЗ1 (ПЗ2) предназначена для затяжки в процессе крепления анкерами пород кровли и боков выработок. Она изготавливается по ТУ 4251.002.00173931 – 2003 в виде сварной решетчатой конструкции, состоящей из поперечных прутков диаметром 16 и 8 мм, продольных прутков диаметром 5 мм и соединительных продольных стержней диаметром 8 мм (рисунок Г.2). Спереди подхват-затяжки концы соединительных продольных стержней выполнены в виде сварных петель, а сзади – в виде выступающих за крайний поперечный пруток на 200 мм прямолинейных отрезков. Техническая характеристика подхват-затяжки приведена в таблице Г.2.

При монтаже подхват-затяжки прямолинейные концы её соединительных продольных стержней вводятся в петли ранее установленной подхват-затяжки и затягиваются вручную с помощью монтажной трубы в крючья (сопротивление растяжению узла соединения продольных стержней 15,0-28,7 кН).

A-A

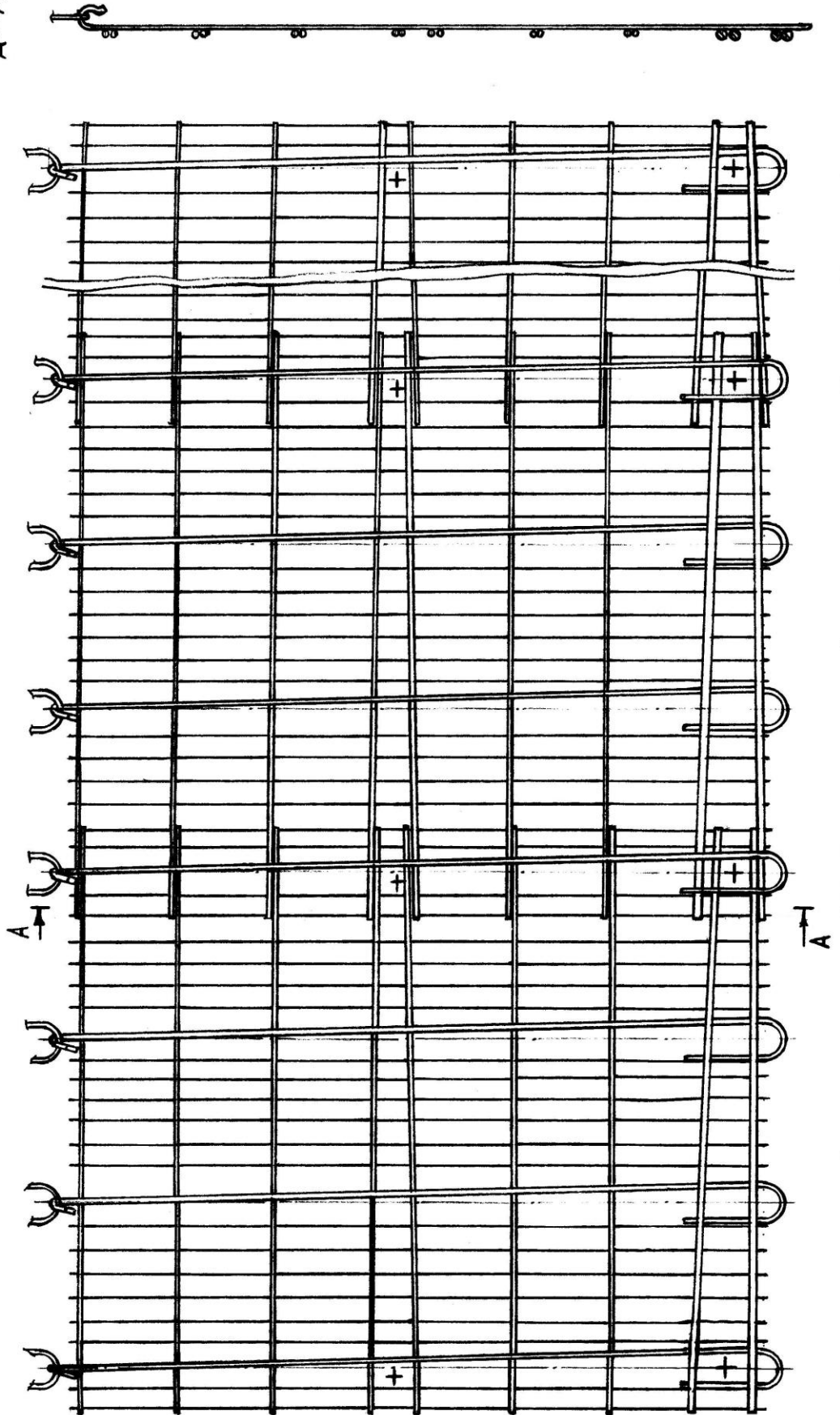


Рисунок Г.2 – Конструкция подхват-затяжки ПЗ1 (ПЗ2)

Таблица 1 –Техническая характеристика подхват-затяжки ПЗ

Наименование параметров	Значения параметров сборочных единиц по исполнениям			
	ПЗ1.00.010	ПЗ1.00.010 – 01	ПЗ2.00.010	ПЗ2.00.010 – 01
	ПЗ1.00.020	ПЗ1.00.020 – 01	ПЗ2.00.020	ПЗ2.00.020 – 01
	ПЗ1.00.030	ПЗ1.00.030 – 01	ПЗ2.00.030	ПЗ2.00.030 – 01
Шаг крепи, мм	1000	1000	1500	1500
Габаритные размеры, мм:				
ширина	1100	2000	1300	2400
длина по крючьям и петлям	1016		1516	
длина по продольным пруткам	950		1450	
Шаг установки прутков, мм:				
поперечных	200			
продольных	50			
Диаметр стержней и прутков, мм:				
продольных соединительных	8			
продольных вспомогательных	5			
поперечных основных	20			
поперечных вспомогательных	8			
Радиус закругления крюка в свету, мм	10			
Радиус закругления петли в свету, мм	36			
Масса подхват-затяжки, кг	10,7-11,2	20,1-20,6	16,4-17,1	32,8-33,6

РАЗРАБОТЧИК: ОАО «ШахтНИУИ», г. Шахты Ростовской области.

ИЗГОТОВИТЕЛЬ: ЗАО «Ростовгормаш», г. Гуково Ростовской области.

Г.3 Сетка из рулонного стеклопластика СОГВ-С

Сетка из рулонного стеклопластика СОГВ-С, изготавливаемая по ТУ 3142-001-73819417-2005, предназначена для ограждения горных выработок. Ширина сетки составляет 1000 и 1200 мм, а размер её ячейки равен 25x25 или 50x50 мм. Несущая способность сетки СОГВ-С – не менее 20 кН/м².

ИЗГОТОВИТЕЛЬ: НПЦ «Технологии и оборудование», г. Москва.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ АНКЕРОВ В СКВАЖИНАХ НАГНЕТАТЕЛЬНЫМ СПОСОБОМ

Д.1 Пневмонагнетатель шахтный ПНШ

Пневмонагнетатель шахтный ПНШ предназначен для аккумуляции и подачи минеральной композиции в скважины диаметром 42-42 мм с установленными в них распорно-замковыми анкерами. Подача раствора осуществляется с использованием энергии сжатого воздуха от автономного источника.

Таблица Д.1 – Техническая характеристика пневмонагнетателя ПНШ

Полная емкость нагнетателя, л	42,5
Рабочий объём, л	35
Рабочее давление в ёмкости нагнетателя, МПа	0,5
Допустимое давление в рабочей полости, МПа	1,0
Диаметр раствороподающего рукава, мм	25 или 38
Длина раствороподающего рукава, м	6
Высота подачи раствора, м	5
Подвижность раствора по ГОСТ 5802-78	Не менее 10 см
Наибольший угол наклона выработки, град.	30
Вид энергии	Пневматическая
Источник энергии	Баллон со сжатым воздухом емкостью 40 л
Типоразмер резьбы на концах анкеров	M20; M22; M24

РАЗРАБОТЧИК: ОАО «ШахтНИУИ», г. Шахты Ростовской области.

ИЗГОТОВИТЕЛЬ : ЗАО «Ростовгормаш», г. Гуково Ростовской области.

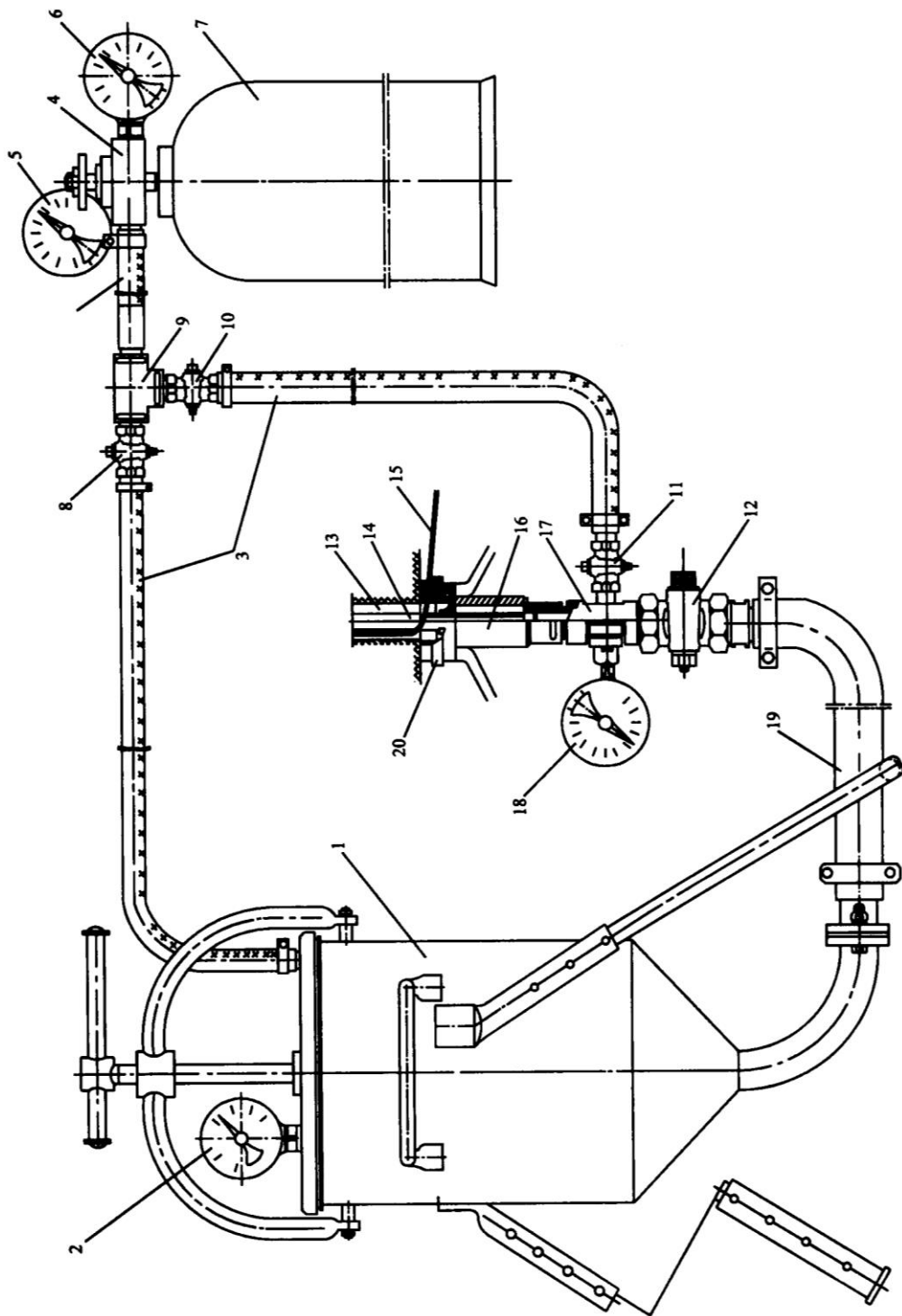


Рисунок Д.1 – Схема шахтного пневмонагнетателя ПНШ

1 – нагнетатель; 2, 5, 18 – манометры низкого давления; 3 – рукав для подачи сжатого воздуха; 4 редуционный клапан;
 6 – манометр высокого давления; 7 – баллон высокого давления; 8, 10, 11 – пробковые краны; 9 – тройник; 12 – кран шаровый; 13 – заполняемая полость
 шпура; 14 – стержень анкера; 15 – трубка воздухоотводящая; 16 – герметизатор; 17 – тройник;
 19 – рукав для подачи раствора; 20 опора

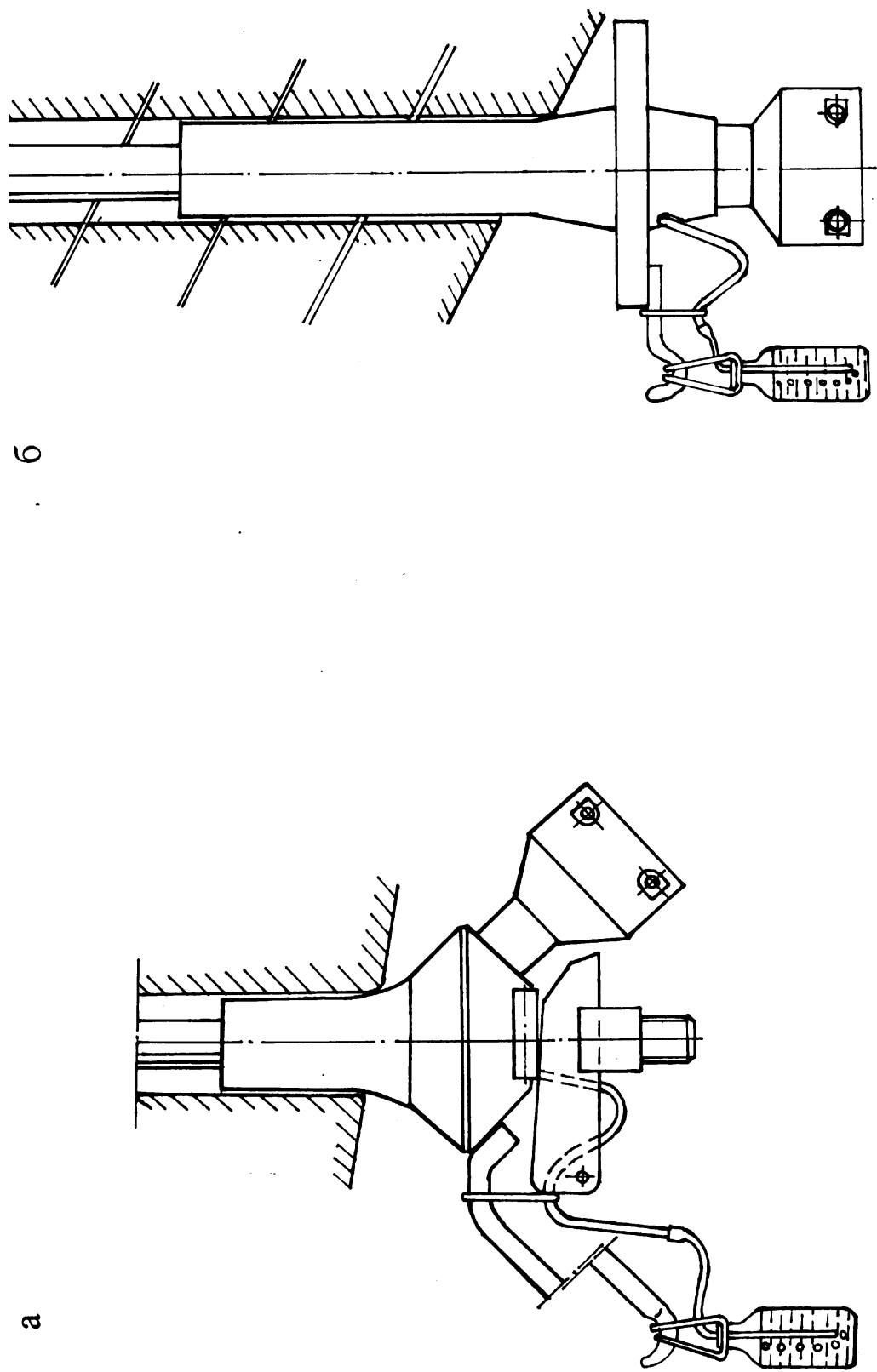


Рисунок Д.2 – Герметизаторы устья скважины конструкции ШахтНИУИ:
 а – клиновой; б – типа «сплит-сет»

Д.2 Установка закрепления анкеров сыпучим материалом УЗА-СМ

Установка УЗА СМ (рисунок Д.3) предназначена для отдельной подачи сухих компонентов минерального состава и воды к устью скважины и закрепления в ней анкера.

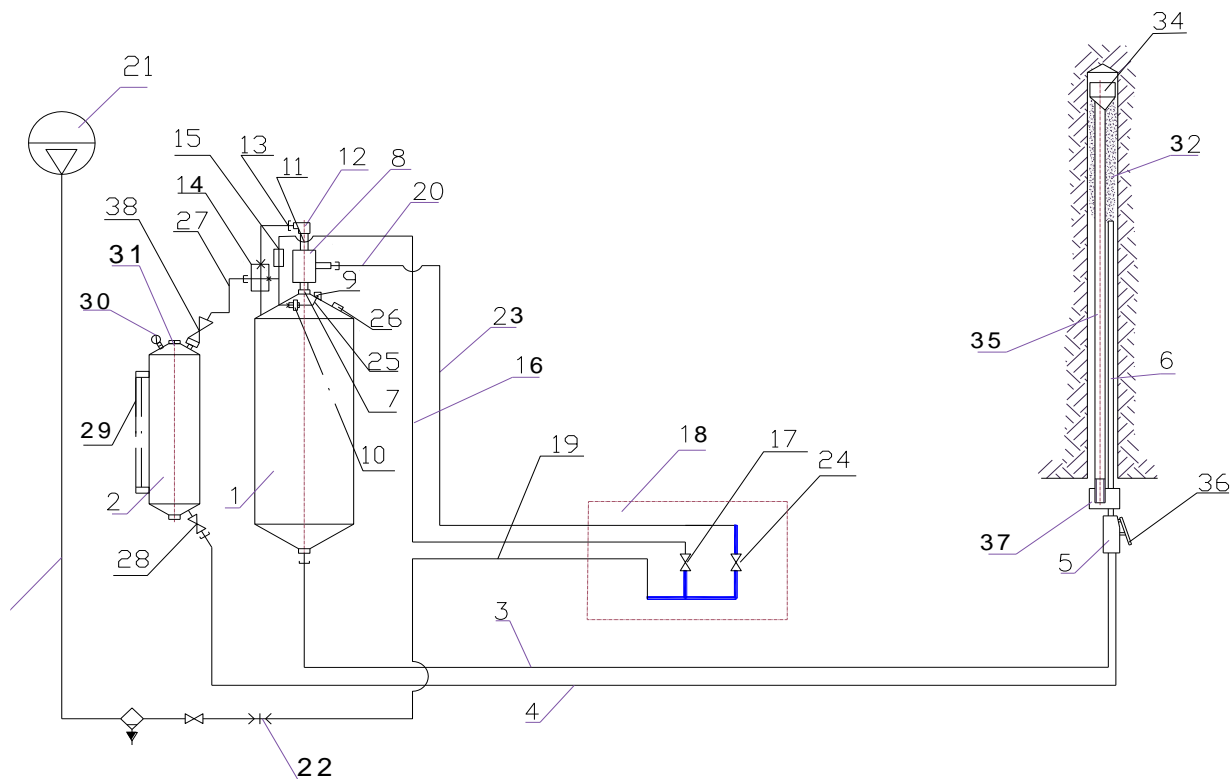


Рисунок Д.3 – Принципиальная схема установки УЗА СМ:

1 – камера для сыпучего материала; 2 – емкость для воды; 3 – рукав для транспортировки сыпучего материала; 4 – рукав для транспортировки воды; 5 – рукоятка управления; 6 – трубка сопловая; 7 – бобышка; 8 – пневмопатрон; 9,10 – узел подачи и распределения воздуха в камеру; 11 – трубка-затвор; 12 – узел сопряжения трубки-затвора 11 с рукавом 13; 14 – воздухораспределитель; 15 – редуктор; 16 – рукав воздушный; 17 – вентиль шаровой; 18 – пульт управления (основания), 19 – рукав воздухоподводящий; 20 – рукав воздушный; 21 – компрессор; 22 – соединение быстроразъемное; 23 – рукав воздушный; 24 – вентиль двух ходовой; 25 – рукав воздушный; 26 – крышка камеры 1; 27 – рукав воздушный; 28 – вентиль; 29 – уровнемер; 30 – манометр; 31 – крышка емкости 2; 32 – минеральная композиция (МК); 33 – скважина; 34 – головка анкера; 35 – анкер; 36 – рычаг рукояти управления; 37 – корзина рукояти управления; 38 – вентиль

Таблица Д.2 – Техническая характеристика установки УЗА-СМ

Наименование показателя	Числовое значение показателя			
Емкость бака с песком, л	125-200			
Емкость бака с водой, л	7-15			
Давление воздуха в пневмосети, МПа	0,4-0,6			
Расход воздуха, м ³ /мин	≥1			
Внутренний диаметр рукава транспортной магистрали, мм	8			
Пропускная способность жиклера рукояти управления подачей воды, % к массе МК	6-8			
Фракционный состав МК, мм	0,0 – 0,5			
Допустимое содержание глины в МК, %	≤ 3			
Длина шпура, мм	≤ 3000			
Кольцевой зазор между головкой анкера и стенками шпура, мм	1,0-1,5			
Диаметр шпура, мм	28	30	36	43
Диаметр анкерного стержня, мм	16	18-20	20-24	≤ 28
Диаметр трубки-сопла, мм	8	8	10	10

РАЗРАБОТЧИК: ИУУ СО РАН, г. Кемерово.

ИЗГОТОВИТЕЛЬ: ООО «АМК», г. Кемерово.