

УДК 622.251.7

М. Д. Войтов, П. М. Будников

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ СПОСОБОВ И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА УСТЬЕВ НАКЛОННЫХ СТВОЛОВ

Систематизация разработана на основании данных о построенных и запроектированных устьях наклонных стволов на шахтах Кузбасса. Систематизация дает краткую характеристику типов крепи устьев, способов их возведения, степени механизации процессов и т.д. (рис. 1).

Наиболее важными условиями, определяющими способ проведения, технологию возведения крепи, тип крепи и т.д., являются горно-геологические условия. В зависимости от этих условий определяется направление ведения работ.

Основным систематизационным признаком можно определить следующее: способ проведения устья – открытым котлованом, горным способом и комбинированный способ.

Способ проведения открытым котлованом применяется в горно-геологических условиях, когда наносы представлены породами с низким углом внутреннего трения и коэффициентом устойчивости, т.е. породы не стабильны. Второй случай применения данного способа – небольшая мощность наносов, соответственно малая протяженность устьевой части. В данном случае наиболее эффективно производить работы в открытом котловане, что соответственно снижает стоимость строительства.

Необходимо отметить наибольшую степень механизации работ при строительстве устья открытым способом. Это связано с тем, что при ведении работ может применяться высокопроизводительное оборудование, используемое в других областях строительного производства (экскаваторы, грейдеры, подъемные краны и др.). Примечательно, что при открытом способе возведение крепи производится проще, т.к. доступ ко всем ее элементам не ограничен пространством. Помимо этого, есть возможность устройства качественной гидроизоляции. К примеру, на шахте «Распадская» поперечное сечение устья прямоугольной формы с полом и стенами из монолитного железобетона и перекрытием из сборного железобетона. Гидроизоляцию производили тремя слоями гидроизоляционного материала на битумной маске.

При расчете открытого котлована наиболее важным фактором является расчет откосов, от которого зависит объем работ и безопасность строительства.

Объем земляных работ может варьироваться в зависимости от количества стволов, инженерно-геологических условий, мощности наносов. При самом «простом» варианте ведения строительства одиночного наклонного ствола объем котлована

определяется в пределах 250–600 м³. Подобная технология применялась при строительстве устьев наклонных стволов шахты «Распадская». Мощность наносов – 15 м, расстояние между осями стволов – 30 и 35 м. Протяженность устьев 74 м.

Согласно расчетам, общий объем земляных работ составил 45 тыс.м³. Строительство устьев вели так, что один котлован начинали засыпать породой, отрабатываемой при строительстве устья другого ствола. При такой технологии ведения работ количество породы вывезенной в отвал в несколько раз меньше.

Используя эмпирическую формулу, разработанную В. В. Першиным и О. В. Верхутовым [1], можно рассчитать эксплуатационную производительность бульдозеров при строительстве котлованов (м³/ч)

$$P_3 = \left(0,157 + 0,0004Q_{\partial\theta} - 0,0009l_{cp} \right) \times \\ \times (h_k + \alpha + l_{cp} + Q_{\partial\theta})$$

где h_k – глубина котлована, м; α – угол пологого выезда и отвалообразования, град; l_{cp} – среднее расстояние транспортирования грунта, м; $Q_{\partial\theta}$ – мощность двигателя бульдозера, л.с.

Формула верна при $h_k = 1 \div 10$ м, $\alpha = 12 \div 22$ град, l_{cp} – до 200 м, $Q_{\partial\theta} = 100 \div 500$ л.с.

Второй способ проведения устья – горный способ. При наиболее устойчивых породах и большой протяженности устья работы ведут горным способом, т.е. на поверхности открытым котлованом проводят устье на глубину 10–15 м, далее уже в возведенной части производят монтаж необходимого проходческого оборудования. Нужно отметить, что специального проходческого оборудования для проведения выработки по наносам в настоящее время нет. Однако, в практике есть случай проведения устья полностью механизированным способом. Были проведены испытания проходческого комплекса «Сибирь-2П» при сооружении устья бремсберга [2]. Нужно заметить, что эти бремсберги по назначению и согласно терминологии соответствуют наклонным стволам.

В практике подземный способ проходки является более сложным из-за ограниченности пространства, динамики грунтов. Но иногда условия являются настолько тяжелыми для строительства, что проходка устья может затянуться на годы. Таким примером может служить шахта «Костромовская», где на протяжении всего двух месяцев произошло 4 аварии с вывалами порядка 330 м³ горной массы, разрушена крепь на расстоянии 33 м [3].

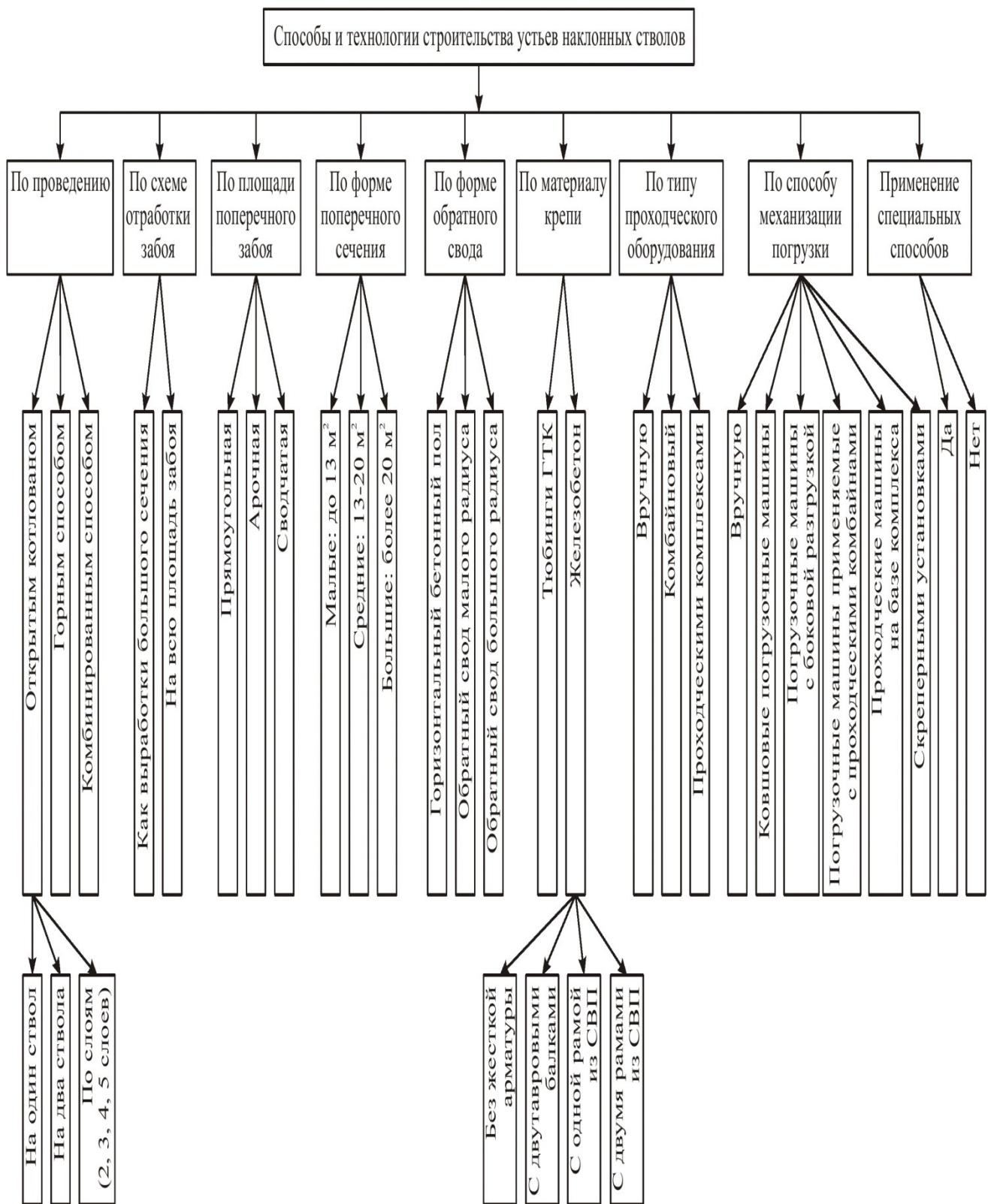


Рис. 1. Систематизация способов и технологии строительства устьев наклонных стволов

От вышеперечисленных способов зависит и методика расчета крепи устья, что обуславливается действием грунта на крепь.

Третий способ проведения выработки – комбинированный, сочетающий в себе способ открытого котлована и горный.. Целесообразностью такого подхода является разнообразие горно-геологических и горнотехнических условий, большая протяженность выработки, что после определенной глубины отработка и удержание бортов экономически и технологически нерационально.

Первоначально с поверхности устьевая часть проводится открытым котлованом, вторая горным способом. Протяженность открытого способа зависит от геологических условий, когда породы представлены нестабильными четвертичными отложениями, весьма неустойчивыми, максимально затрудняющие проведение выработки горным способом.

Существующие ныне технологии позволяют значительно снизить опасность вывалов и обрушений при проведении горных выработок применением специальных способов строительства.

Особо сложные условия возникают при строительстве стволов в рыхлых, слабоустойчивых водоносных породах типа плытунов и мягких пластичных глин, в которых невозможно осуществить обнажение массива даже незначительной площади. Для таких особых случаев производят дополнительные мероприятия, которые направлены первым образом на закрепление горных пород и придания им устойчивости. Необходимость в специальных способах для проведения горных выработок оправдывает как возможность целесообразного проведения, так и с точки зрения безопасности ведения горных работ. Поэтому проведение устьевой части наклонного ствола можно разделить по наличию специальных способов строительства или их отсутствию.

Следующим систематизационным признаком является форма поперечного сечения выработки: прямоугольная, арочная и сводчатая. Необходимо отметить, что форма крепи не сильно зависит от способа проведения выработки. Наиболее решающим фактором являются условия в месте заложения устья.

По материалу крепи устья можно разделить на: железобетонные и с применением тюбингов ГТК.

Рациональностью применения тюбингов ГТК является различная несущая способность тюбингов, которая может варьироваться в зависимости от условий применения. Еще одной отличительной особенностью тюбингов является строго определенные геометрические размеры, следовательно, замена или ремонт весьма упрощается. При возведении или монтаже крепи из ГТК необходима дополнительная механизация – тюбингоукладчики.

Наиболее большой группой являются железо-

бетонные крепи, которые в свою очередь можно разделить по наличию, форме и количеству жесткой арматуры:

- без жесткой арматуры;
- с одной рамой СВП;
- с двумя рамами СВП;
- с двутавровыми балками (прямоугольное сечение устья).

Без жесткой арматуры применяются крени из сборных железобетонных плит, изготовленных в заводских условиях для прямоугольной формы сечения крепи. Это создает определенные преимущества при возведении крепи такие как: удобство монтажа, скорость строительства и т.д.

Крепи с одной рамой СВП имеют наиболее широкое распространение, могут применяться при любом способе строительства устья. Применяется профиль СВП от 17 до 33.

С двумя рамами СВП применяются крепи в условиях наиболее тяжелых, с высокой подвижностью породного массива, с большой нагрузкой на крепь.

В прямоугольном сечении устья с применением монолитной конструкции крепи применяют двутавровые балки в кровле крепи, обеспечивающие необходимую прочность.

По площади поперечного сечения можно выделить: малые (до 13 м²), средние (13–20 м²) и большие (более 20 м²). Площадь поперечного сечения устья зависит от назначения наклонного ствола, который в зависимости от этого имеет сечение, необходимое и достаточное. Устье, являясь частью ствола, должно иметь такое же сечение, что и ствол. В последнее время сечения стволов увеличились. К примеру, на шахте «Томусинская 5-6» площадь поперечного сечения ствола в свету 35 м².

В зависимости от размеров сечения выработки выбирается и способ ее проходки. Если площадь поперечного сечения малая или средняя и наносы представлены породами весьма устойчивыми, то забой отрабатывается на всю площадь сечения выработки. В случае, когда сечение больше 30 м², проходка ведется как выработка большого сечения (бортовыми выработками, с опережающей штольней и т.д.).

Еще один систематизационный признак – степень механизации процессов. И здесь можно процессы разделить на разработку и погрузку горной массы. Отработка горной массы может вестись с применением следующего оборудования:

- применение пневмолопаток, т.е. вручную. Этот процесс применяется в самых тяжелых условиях, когда выработка проводится по глинам и другое средство механизации ни комбайн, ни тем более комплекс применить нельзя.

- применение комбайнов в условиях проведения устья весьма затруднительно. Причиной тому является глинистость пород, по которым проводится выработка.

- применение проходческих комплексов то же имеет ограниченные возможности. Но есть опыт механизированного проведения всего устья по на-

носам проходческими циклами путем выбуривания скважин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Першин В. В., Верхотуров О. В.* Эксплуатационная производительность бульдозеров при строительстве котлованов в наносах для устьев наклонных стволов угольных шахт // Современные технологии освоения минеральных ресурсов : сб. науч. тр. – Красноярск : Изд-во ГУЦМиЗа, 2004. – с. 221–223.
2. *Бунин В. И., Севостьянов И. М.* Испытания комплекса «Сибирь-2П» при сооружении устья бремсберга // КузНИИшахтострой. – 2001. – с. 121–133.
3. *Першин В. В., Верхотуров О. В., Волков В. В., Волкова Е. А.* Строительство конвейерного ствола ш. «Костромовская» в сложных горно-геологических условиях // Вестн. КузГТУ. – № 4. – с. 24–26.

□ Авторы статьи:

Войтов
Михаил Данилович,
канд. техн. наук, доц. каф.
строительства подземных сооруже-
ний и шахт КузГТУ
E-mail: bpm1975@mail.ru

Будников
Павел Михайлович,
ст. преп. каф. строительст-
ва подземных сооружений и шахт.
КузГТУ
E-mail: bpm1975@mail.ru

УДК 622.281.5

М. Д. Войтов, С. Г. Ващенко, П. М. Будников

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ СТЕНДОВЫХ И ПРИЕМОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ АРОЧНЫХ КРЕПЕЙ ИЗ СВП

Размеры поперечного сечения наклонных стволов зависят, в основном, от габаритов применяемой горно-транспортной техники и необходимого количества проходящего по ней воздуха. Устойчивая тенденция увеличения перечисленных факторов требует в настоящее время сооружать наклонные стволы сечением 25–30 м² и больше.

Существующие типовые и унифицированные сечения капитальных горизонтальных и наклонных горных выработок с различными видами крепи ограничены максимальной площадью поперечного сечения в свету 18–20 м². Исходя из этого в проектах производства работ при необходимости разрабатываются и закладываются сечения выработок различных форм и размеров с площадью поперечного сечения в свету более 18–20 м². Разрабатываемые металлические рамные крепи, согласно ГОСТ Р 51748-2001, обязательно должны пройти приемочные испытания. Их параметры (размеры, податливость, несущая способность, сопротивление, стабильность работы в податливом режиме) должны соответствовать требованиям ГОСТа.

В России определить несущую способность, сопротивление, податливость и коэффициент использования несущей способности рамных крепей в натуральном виде можно в двух местах: ННЦ ГП – ИГД им. А. А. Скочинского (г. Люберцы, Московской обл.) и в ОАО «КузНИИшахтострой» (г. Кемерово). В этих организациях имеются испытательные лаборатории и стенды для испытания рамных и анкерных крепей.

На основе проведения анализа и требований ГОСТ Р 51748-2001 в ОАО «КузНИИшахтострой» были разработаны три типа металлической четырехзвенной крепи арочной формы с площадью поперечного сечения в свету до осадки 20,8; 27,4 и 30,6 м² и три типа металлической пятизвенной арочной крепи с площадью поперечного сечения в свету 20,9; 27,5 и 30,6 м².

Стендовые испытания

Комплект металлической четырехзвенной крепи состоит из двух стоек и двух полуверхняков, соединенных между собой внахлест замками (по два замка на узел). Стойки могут быть одинаковой длины. Стойка, со стороны которой устраивается водоотливная канавка на 250 мм длиннее. Линейные размеры и другие параметры металлической четырехзвенной арочной крепи приняты согласно требованиям ГОСТ Р 51748-2001. Комплект металлической пятизвенной арочной крепи состоит из двух стоек, двух полуверхняков и одного верхняка, соединенных между собой так же, как и металлическая четырехзвенная крепь, внахлест замками (по два замка на узел).

Вертикальная податливость у металлических арочных крепей принята 600 мм, а горизонтальная – 400 мм.

Согласно требованиям ГОСТ Р 51748-2001 для выработок, закрепленных металлическими рамными податливыми крепями при площади поперечного сечения в свету до осадки более 14,8 м² – для трехзвенной, более 15,0 м² – для четырехзвенной и более 18,7 м² – для пятизвенной рамы