

УДК 622.1 : 622.256.7 : 622.256.75

Вети Ахмед Аиманович, ассистент кафедры ФПиСГ
(КузГТУ им. Т. Ф. Горбачева)

Akhmed A. Wetti, Assistant Professor, Department of Geotechnical Engineering,
(Kuzbass State Technical University)

Копытов Максим Олегович, студент IV курса ГСс-191
(КузГТУ им. Т. Ф. Горбачева)

Maxim O. Kopytov, Bachelor Student,
(Kuzbass State Technical University)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО ПОЛКА ПРИ УГЛУБКЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ

DEPLOYMENT OF SAFETY SHELF ELEMENTS WHILE SINKING VERTICAL SHAFTS

С целью поддержания или наращивания производственной мощности и максимального извлечения полезного ископаемого на горном отводе, предприятие (шахта или рудник) в соответствии с проектными решениями в течение всего жизненного цикла, проходит несколько этапов реконструкции, осуществление которой в условиях действующей шахты значительно сложнее [1, 2, 3, 4].

Переход на большие глубины связан с необходимостью углубки вертикальных стволов, так как только после этого появляется возможность осуществлять очистную выемку на очередном горизонте рудного поля [5].

По сравнению с проходкой новых стволов, углубка имеет ряд специфических условий, которые осложняют производство работ:

- углубку вертикальных стволов осуществляют на действующем предприятии, что обуславливает необходимость координации углубочных работ с режимом работы эксплуатационной шахты;
- ограничена возможность применения высокопроизводительного горнопроходческого оборудования.

В связи с этим, при подготовке к углубке стволов для монтажа оборудования требуется проходить временные горные выработки и камеры, а для защиты рабочих в его углубляемой части в соответствии с требованиями правил безопасности необходимо сооружать, а после выполнения всего комплекса работ ликвидировать предохранительные полки [6]. Таким образом продолжительность углубки вертикальных стволов занимает до 50 % общего времени подготовки новых горизонтов, а скорость продвижения забоя в 2,5-3 раза ниже чем при строительстве новых стволов.

Анализ практики углубки скиповых стволов в России и за рубежом показывает, что величина углубки составляет 100-580 метров. При этом, даже при минимальном шаге углубки ствола для вскрытия нового горизонта требуется 1,5-2 года. Полная остановка предприятия на период осу-

ществления работ приведет к огромным потерям на производстве, поэтому работы подготовительного периода должны быть организованы так, чтобы не допустить большого снижения добычи полезного ископаемого на действующих горизонтах [7].

Одним из основных факторов, позволяющих сократить время остановки скипового подъема в подготовительный период, является принятие решения о выборе рациональной схемы организации работ и размещения оборудования. Определяющее значение имеет конструкция и место сооружения предохранительного полка, а также место установки проходческой подъемной машины [1, 8].

Как правило, подъемные машины в зависимости от принятой технологической схемы устанавливают в околосвольном дворе в специальной камере на нижнем (рабочем) горизонте. Для спуска подъемного и направляющих канатов из камеры подъемной машины проводят наклонный ходок сечением 5-7 м²[5]. Направляющие шкивы бадьевого подъема устанавливают на фермах (балках) опорной несущей конструкции предохранительного полка с учетом типа и мощности подъемной машины.

Точность монтажа подъемной установки, а также правильность соотношения ее основных геометрических элементов (центр подъема, ось подъема, ось главного вала подъемной машины, осевая плоскость направляющего шкива) оцениваются по значению углов девиации и положению нисходящих ветвей подъемных канатов относительно армировки (рисунок 1).

Вертикальное расстояние от нулевой площадки до оси вращения направляющего шкива можно определить по формуле [9]:

$$H_{\text{п}} = h + S + P + 0,75R_{\text{ш}} \quad (1)$$

где $H_{\text{п}}$ – высота подъема, м; h – высота приемной площадки над нулевой площадкой, м; S – полная высота подъемного сосуда, м; $R_{\text{ш}}$ – радиус шкива, м.

Расстояние между точками схода каната со шкива и барабана [10]:

$$L_{\text{c}} = \sqrt{(L_{\text{o}} - c - R_{\text{ш}})^2 + (H_{\text{п}} - h_{\text{o}})^2} \quad (2)$$

или

$$L_{\text{c}} = \frac{H_{\text{п}} - h_{\text{o}}}{\sin \varphi} = \frac{L_{\text{o}} - c - R_{\text{ш}}}{\cos \varphi} \quad (3)$$

где c – расстояние между проекциями центра ствола и оси каната на вертикальную плоскость, проходящую через ось подъема, м; h_{o} – высота оси вала барабана подъемной машины над нулевой площадкой, м.

Расстояние между подъемом и осью подъемной установки [9]:

$$L_o = 0,6H_{\pi} + D + 3,5 \quad (4)$$

где D – диаметр барабана подъемной машины, м.

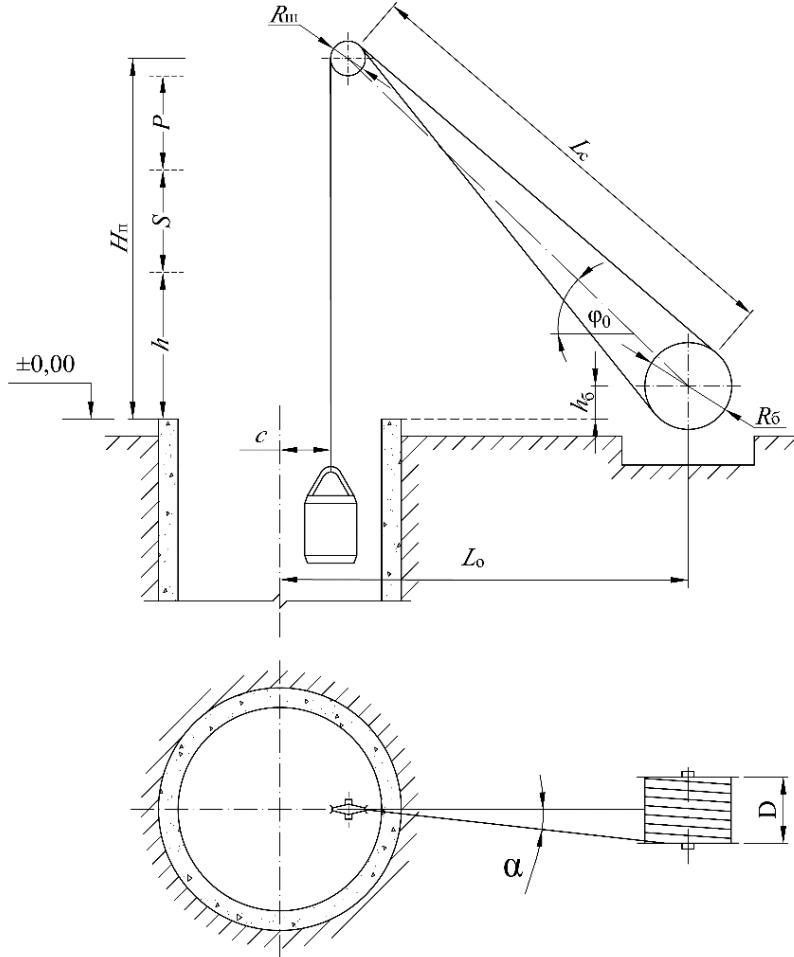


Рисунок 1 – Расчетная схема

Правилами технической эксплуатации установлено, что струна каната не должна превышать 50-60 метров, при длине струны, превышающей эту величину неизбежны колебания (вибрации) каната, вредно отражающиеся на нормальной работе подъема. Угол наклона струны каната к горизонту должен быть не менее 30-35°. При угле наклона менее 30° возможно касание нижнего каната о раму подъемной машины, что недопустимо [9].

Для определения угла наклона каждого из канатов (восходящего и нисходящего) прежде всего необходимо определить угол наклона линии соединяющей ось вала шкива с осью вала машины ϕ_0 .

$$\operatorname{tg} \phi_0 = \frac{H_{\pi} - h_6}{L_o - c - R_{\pi}} \quad (5)$$

При использовании разработанной нами Z – образной конструкции предохранительного полка, для защиты людей, работающих в углубляемой

части ствола, отделение с действующим подъемом должно быть соединено на всем протяжении от верхней части предохранительного полка до нижней, разделительной стенкой $H_{ст}$ (рисунок 2). Конструкция разделительной стенки представляет собой стальные канаты, закрепленные к двутавровым балкам, расположенным у верхней и у нижней частей предохранительного полка. Для снижения колебаний и вибраций от ударов просыпавшейся горной массы к канатам крепится транспортерная лента (конвейерная) и футеруется металлическим листом толщиной 10-20 мм [11, 12].

Рациональные углы наклона и длина струны каната подъемной машины, а также высота разделительной стенки были определены методом сравнения вариантов (рисунок 2).

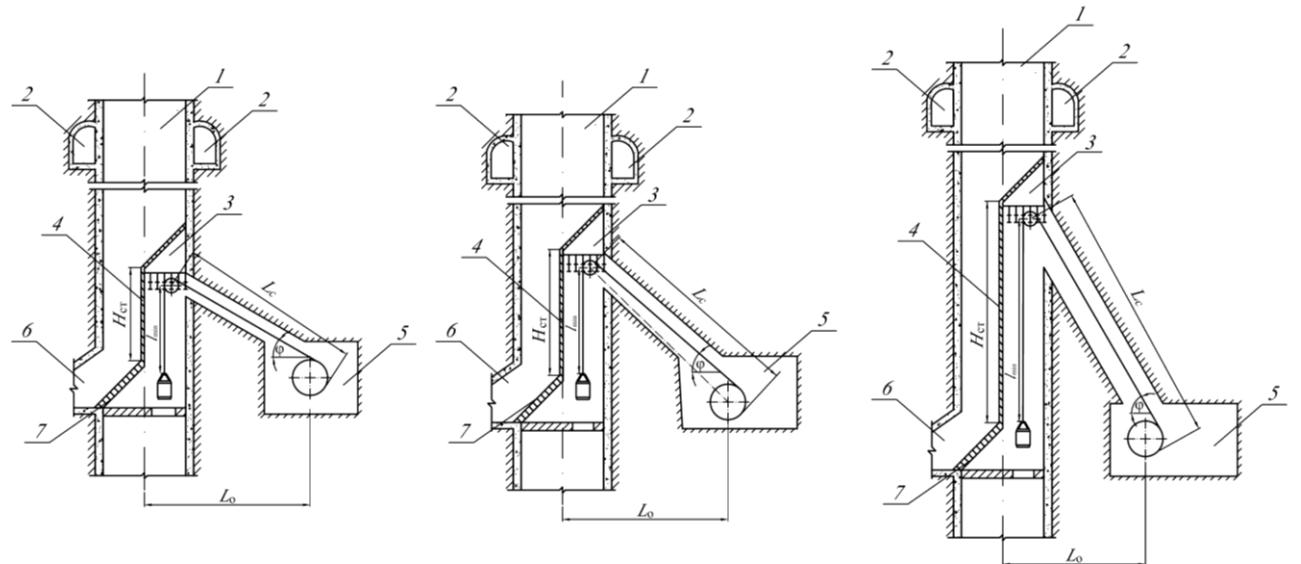


Рисунок 2 – Схема определения размещения элементов конструкции предохранительного полка при углубке вертикальных стволов
а – угол наклона струны каната $\phi_0 = 30^\circ$; б – угол наклона струны каната $\phi_0 = 45^\circ$; в – угол наклона струны каната $\phi_0 = 60^\circ$

1 – вертикальный ствол; 2 – камера загрузочного устройства;
3 – верхняя часть предохранительного полка; 4 – разделительная стенка;
5 – камера подъемной машины; 6 – отбойная ниша (выработка для рудной и породной просыпи); 7 – нижняя часть предохранительного полка

Результаты математического моделирования для типовых сечений канатного ходка площадью поперечного сечения 6 м^2 представлены в таблице 1:

– при угле наклона струны каната $\phi_0 = 30^\circ$, высота разделительной стенки составит 11,40 м, объем горной породы при строительстве канатного ходка $136,50 \text{ м}^3$;

– при угле наклона струны каната $\phi_0 = 45^\circ$, высота разделительной стенки увеличится в 1,85 раза, объем горной породы канатного ходка увеличится на 27,03%;

– при угле наклона струны каната $\phi_0 = 60^\circ$, высота разделительной стенки увеличится в 3 раза, объем горной породы канатного ходка увеличится на 73,19 %.

Таблица 1 – Результаты математического моделирования

Угол наклона струны каната ϕ_0 , град	Длина струны каната, L_c , м	%	Высота разделительной стенки, H_{ct} , м	%	Объем горной породы канатного ходка $S = 6 \text{ м}^2$, $V, \text{ м}^3$	%
30	22,75	100,00	11,40	100,00	136,50	100,00
45	28,90	127,03	21,15	185,53	173,40	127,03
60	39,40	173,19	34,15	299,56	236,40	173,19

На основании выполненного математического моделирования установлено, что при угле струны каната $30\text{--}45^\circ$ обеспечится оптимальная высота разделительной стенки и расход материалов на ее сооружение.

Таким образом в результате проведенных исследований разработана комплексная методика обоснования параметров конструкции и уровня размещения клинового предохранительного полка для углубки скиповых стволов в условиях эксплуатационного подъема, внедрение которого при углубке ствола «Скиповой» шахты «Шерегешской» АО «Евраз ЗСМК» позволило на 23 дня сократить сроки остановки скипового подъема на период монтажно-демонтажных работ по отношению к предусмотренным проектом реконструкции и получить экономический эффект в размере 70 млн. рублей [13, 14, 15].

Список литературы

1. . Копытов А. И. Першин В. В. +Фадеев Ю. А. Вети А. А. Исследование воздействия динамических нагрузок на конструкцию предохранительных устройств при углубке скиповых стволов // Горный журнал. 2019. – №4. – С. 27-31.
2. Каледин, О. С. Инновационные технологии строительства сверхглубоких шахтных стволов // Горный журнал. - 2014. - № 4. - С. 77-81.
3. Zhao X., Zhou G., Zhao G., Kuang L., Hu X. Fracture controlling of vertical shaft lining using grouting into neighboring soil deposits: A case study // Soils Found. 2017, 57, 882–891.
4. Kratz T., Martens P. N. Optimization of mucking and hoisting operation in conventional shaft sinking // Glückauf. 2015. No. 2. P. 16–22.

5. Першин, В. В. Реконструкция, ремонт, восстановление и ликвидация горных выработок / В. В. Першин ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кузбасский государственный технический университет Т. Ф. Горбачева. – Кемерово, 2021. – 520 с.

6. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах» : издательство официальное : утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 8 декабря 2020 г. №507 : зарегистрировано в министерстве юстиции Российской Федерации 18 декабря 2020г. №61587 : дата введения 01 января 2021г. – Москва : ЦЕНТРМАГ, 2021. – 156 с. ISBN 978-5-903060-68-9. – Текст : непосредственный

7. Kopytov, A. I. Coal mining in Kuzbass and new technologies for revegetation of dumps / A. I. Kopytov, O. A. Kupriyanov, Yu. A. Manakov, A. N. Kupriyanov // E3S web of conferences, Volume, 315 – VIth International Innovative Mining Symposium, 2021. – Article Number 02016

8. Копытов А. И. Влияние динамического воздействия аварийного груза на конструкцию предохранительных полков при углубке склоновых стволов / А. И. Копытов, А. А. Вети // Вестник КузГТУ №4(152), 2022. С. 76-86

9. Омельченко А. Н. Справочник по маркшейдерскому делу / А. Н. Омельченко, В. Г. Зданович, Б. И. Тимофеев. – Москва : УГЛЕТЕХИЗДАТ, 1955. – 612 с.

10. Казаковский Д. А. Маркшейдерское дело. Часть II Специальный курс / Д. А. Казаковский, А. Н. Белоликов, Г. А. Кротов и др. – Москва «Недра», 1970. – 561 с.

11. Шутько, Ю. П. Углубка вертикальных стволов шахт / Ю. П. Шутько, А. Е. Морозов, В. Д. Мордухович. – Москва : Недра, 1978. – 277 с.

12. Инструкция по расчету, сооружению и ликвидации предохранительных устройств для углубки вертикальных стволов шахт / ВНИИОМШС. – Харьков, 1979. – 91 с.

13. Копытов, А. И. Новые технологические решения предохранительных устройств для углубки вертикальных стволов шахт / А. И. Копытов, М. Д. Войтов, А. А. Вети // Горный журнал, 2015. – № 1 – С. 67-70.

14. Патент на полезную модель № 139338 «Клиновой предохранительный полок» Авторы: Копытов А. И., Войтов М. Д., Вети А. А., заявл. 28.11.2013 опубл. 14.03.2014

15. Копытов А. И. Влияние динамического воздействия аварийного груза на конструкцию предохранительных полков при углубке склоновых стволов / А. И. Копытов, А. А. Вети // Вестник КузГТУ №4 (152), 2022. С. 76-86.