

УДК 622.1 : 622.256.7 : 622.256.75

**Вети Ахмед Аиманович, ассистент кафедры ФПиСТ
(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-

шествления работ приведет к огромным потерям на производстве, поэтому работы подготовительного периода должны быть организованны 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 околоствольном 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]:

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

где H_{Π} – 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]:

$$L_c = \sqrt{(L_o - c - R_{\text{ш}})^2 + (H_{\Pi} - h_6)^2} \quad (2)$$

или

$$L_c = \frac{H_{\Pi} - h_6}{\sin \varphi} = \frac{L_o - c - R_{\text{ш}}}{\cos \varphi} \quad (3)$$

где c – расстояние между проекциями центра ствола и оси каната на вертикальную плоскость, проходящую через ось подъема, м; h_6 – 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.

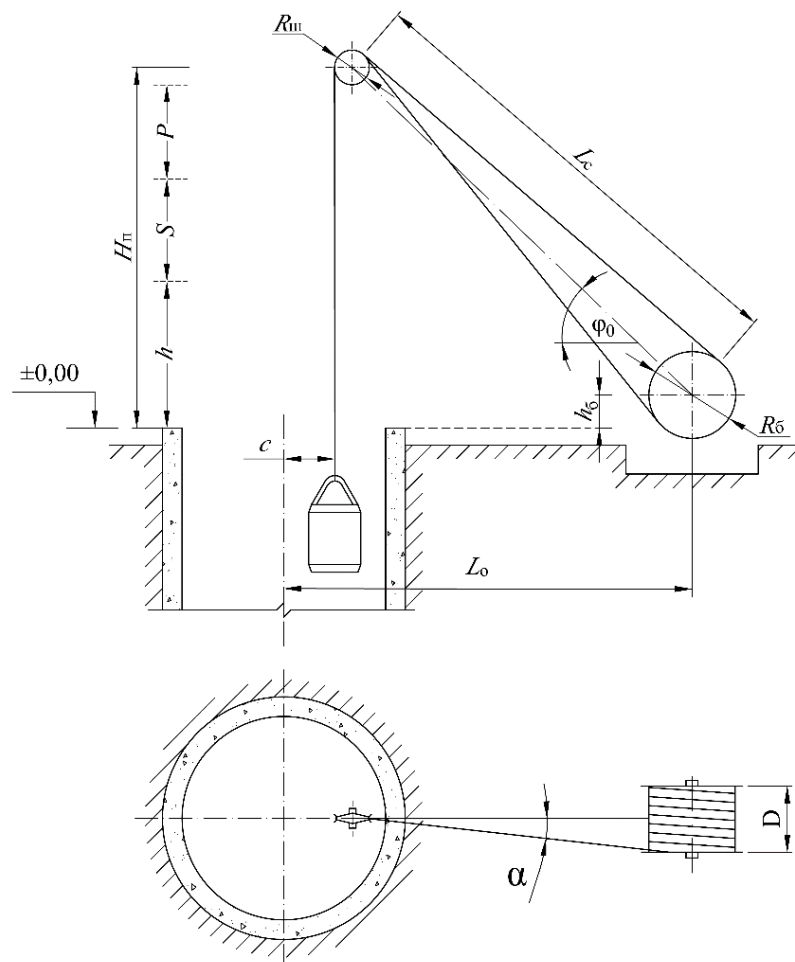


Рисунок 1 – Расчетная схема

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 .

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{H_{\pi} - h_{\text{б}}}{L_o - c - R_{\text{ш}}} \quad (5)$$

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).

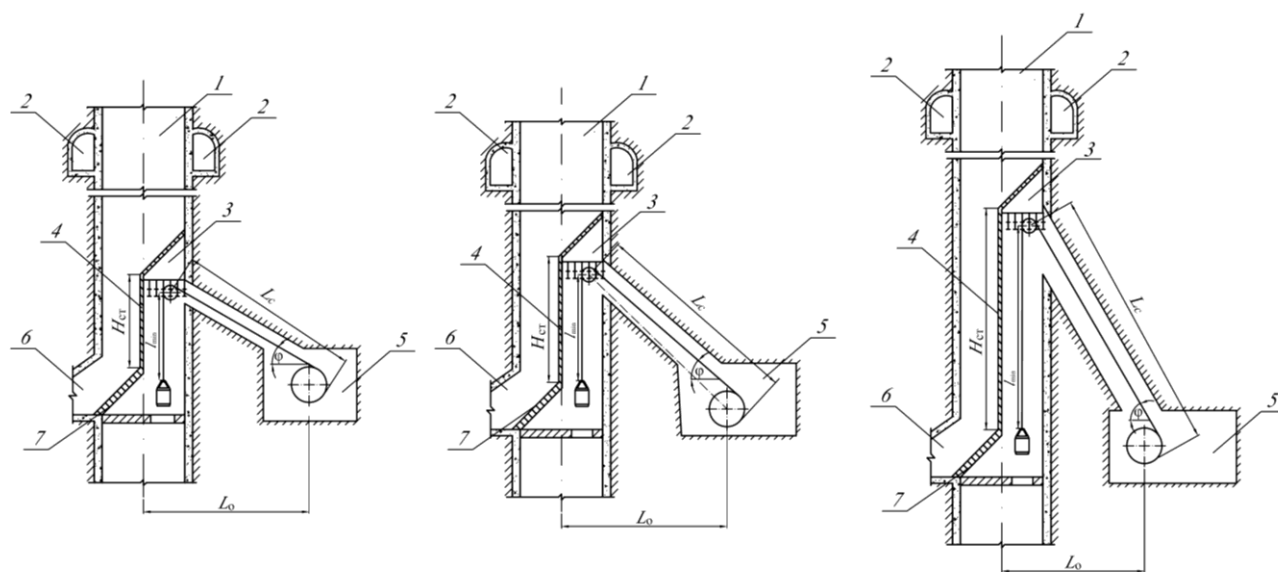


Рисунок 2 – Схема определения размещения элементов конструкции предохранительного полка при углубке вертикальных стволов

a – угол наклона струны каната $\varphi_0 = 30^\circ$; b – угол наклона струны каната $\varphi_0 = 45^\circ$; v – угол наклона струны каната $\varphi_0 = 60^\circ$

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 $\varphi_0 = 30^\circ$, высота разделительной стенки составит 11,40 м, объем горной породы при строительстве канатного ходка $136,50 \text{ м}^3$;

– при угле наклона струны каната $\varphi_0 = 45^\circ$, высота разделительной стенки увеличится в 1,85 раза, объем горной породы канатного ходка увеличится на 27,03%;

– при угле наклона струны каната $\varphi_0 = 60^\circ$, 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, $H_{ст}$, м	%	Объем горной породы канатного ходка $S = 6 \text{ м}^2$, V , 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 скиповых 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 скиповых стволов / А. И. Копытов, А. А. Вети // Вестник КузГТУ №4 (152), 2022. С. 76-86.