

Е.Г. Кассихина

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ СТАЛЬНЫХ КОПРОВ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ШАХТ НОВОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ

Рассмотрен новый подход к повышению промышленной безопасности эксплуатации стальных надшахтных копров на основе рациональных конструктивных решений. Приведены результаты исследования процессов физического износа строительных конструкций стальных копров станковой системы. Выявлены характерные дефекты элементов их конструкций, наиболее подверженных воздействию агрессивной среды. Основными видами агрессивных воздействий являются коррозионные и абразивные среды, а также динамические воздействия. Разработаны конструктивные решения подшипникового устройства и бескаркасного станка копра многофункционального назначения, обеспечивающие их высокую герметичность. Изложена идея независимо работающих конструктивных блоков, снижающая риск отказа аварийного торможения в случае экстренного нагружения, даже при разрушении основной несущей конструкции.

Ключевые слова: промышленная безопасность, коррозия, дефекты, многофункциональные стальные укосные копры, бескаркасный станок.

Развитие мировой и отечественной угольной промышленности направлено, прежде всего, на повышение конкурентоспособности угля, что неразрывно связано со строительством новых и модернизацией действующих угольных шахт.

Одним из наиболее длительных и дорогостоящих процессов в комплексе работ по строительству и реконструкции шахт является строительство вертикальных стволов.

В обозримом ожидаемом будущем объемы строительства вертикальных стволов должны возрасти (рис. 1).

Однако существующие технико – технологические решения по их строительству, в том числе традиционные схемы оснащения и конструктивные решения надшахтных копров, требуют новых подходов для соответствия современным требованиям.

По данным ОАО «Кузбассгипрошахт» и ОАО «Сибгипрошахт», определяющим область применения и

спектр нагрузок для копров, в которых шахты Кузбасса будут нуждаться в ближайшем будущем, наиболее востребованными являются копры вентиляционных и вспомогательных стволов диаметром 7÷8 м с отметкой центра копровых шкивов +34.000 м ÷ +36.000 м.

Существующие надшахтные копры, работающие в аналогичных условиях, как правило, представляют собой стальные укосные четырехстоечные копры станковой системы (рис. 2).

Укосные копры станковой системы хорошо себя зарекомендовали, имеют неоспоримые достоинства [1, 2], являются одним из наиболее экономичных и рациональных конструктивных решений. Однако результаты исследования [3, 4] их технического состояния показали, что реальный срок службы таких копров в условиях повышенных агрессивных воздействий без проведения надлежащих ремонтно-восстановительных работ нередко

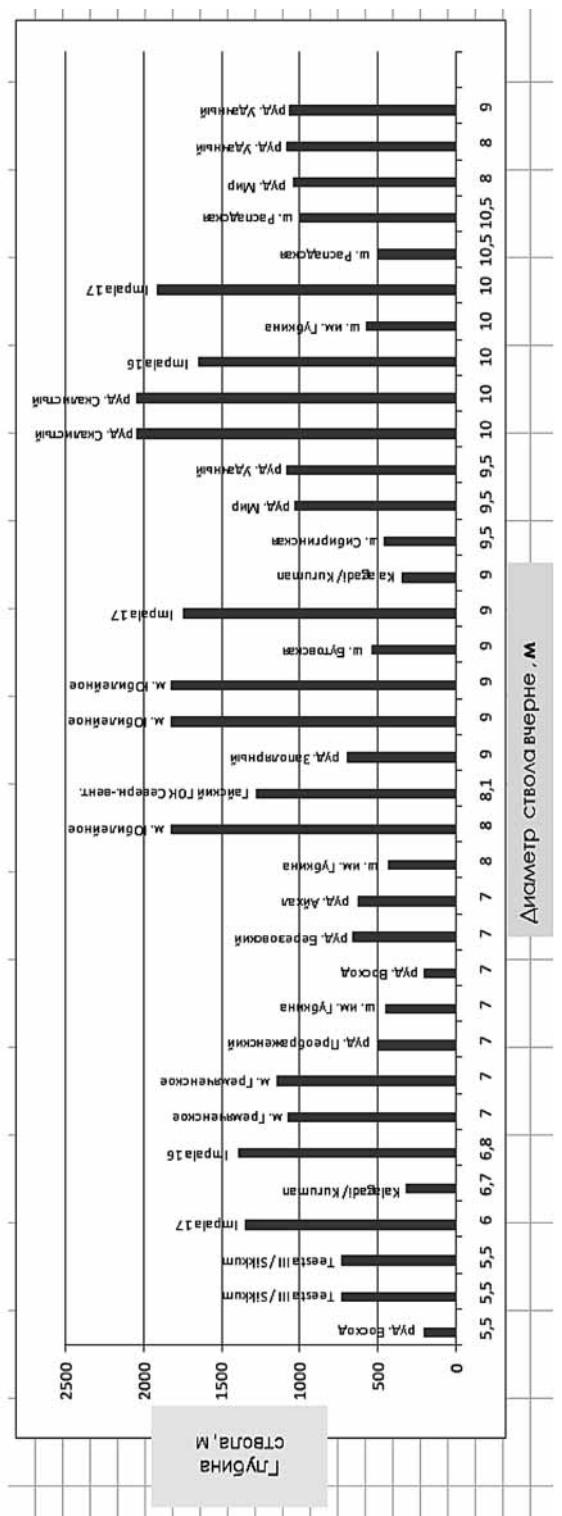


Рис. 1. Потребность в строительстве вертикальных стволов

снижается в два раза по сравнению с нормативным сроком.

По результатам экспертной оценки [4] можно выделить три условных зоны конструктивных элементов, для которых характерна неравномерная интенсивность физического износа (рис. 3).

Зона I. В этой зоне располагается подкопровая рама 3, а также элементы каркаса станка 2 и обшивка станка 1 на высоту 6÷9 м над уровнем верха подкопровой рамы. Основной вид эксплуатационных повреждений: коррозия стали и абразивный износ.

Характерный дефект элементов станка – коррозия, наиболее сильно выражен в местах сопряжения с подкопровой рамой. Самое распространенное повреждение подкопровой рамы – значительная коррозия на всей поверхности ее элементов вследствие высокой влажности воздуха, поступающего из ствола, агрессивных газов и угольной пыли. Значительной коррозией также поврежден весь участок станка, находящийся под обшивкой, а также сама обшивка из-за появления обильного конденсата в зимний период.

Подкопровая рама и элементы станка, находящиеся на уровне подкопровой рамы, также подвержены механическим ударам при жесткой посадке клети на кулаки.

Зона II. В этой зоне располагаются элементы, находящиеся на уровне подшипниковой площадки 4. Основной вид эксплуатационных повреждений: механические удары при нагружениях аварийного характера, при переподъеме сосуда, при силовых воздействиях от крепления такелажного оборудования, не предусмотренного проектом.

Зона III. В этой зоне располагается укосина 5. Основной вид эксплуатационных повреждений: коррозия стали и механические удары.

К основным дефектам и повреждениям укосины можно отнести дефор-

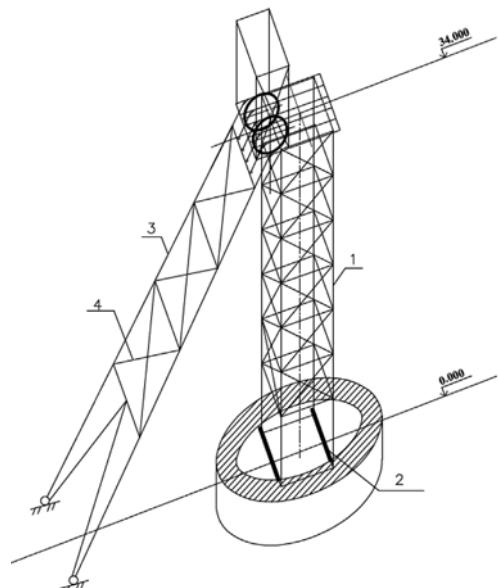


Рис. 2. Схема стального укосного четырехстоечного копра станковой системы:
1 – станок; 2 – подкопровая рама; 3 – укосина; 4 – раскосы укосины

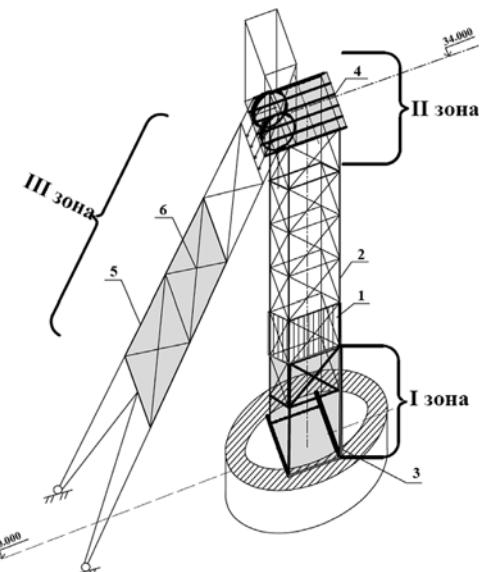


Рис. 3. Схема расположения зон агрессивных воздействий укосного четырехстоечного копра станковой системы по результатам обследования:
1 – обшивка станка; 2 – каркас станка; 3 – подкопровая рама; 4 – подшипниковые конструкции; 5 – укосина; 6 – раскосы укосины

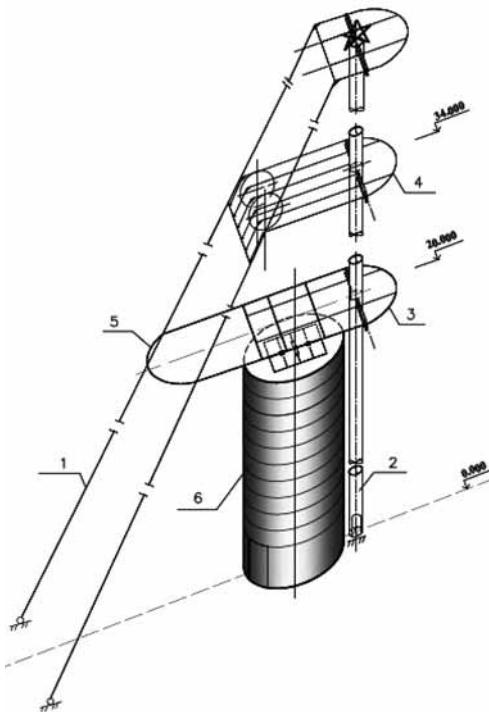


Рис. 4. Схема стального копра многофункционального назначения на период эксплуатации: 1 – укосина; 2 – центральная трубчатая стойка; 3 – площадка амортизаторов; 4 – подшипниковая площадка; 5 – кольцевая распорка; 6 – станок

мацию ее раскосов 6 вследствие механического воздействия.

Наличие большого количества раскосов способствует скоплению угольной пыли, шлака и машинного масла в местах примыкания раскосов к ветвям укосины и, как следствие, появлению значительной коррозии в застойных местах.

Состояние лестниц и ограждений не влияет на несущую способность, но дефекты и повреждения этих элементов сказываются на безопасности обслуживания копра.

Для конструктивных элементов, находящихся в зонах I–III характерна неравномерная интенсивность физического износа. Ресурс обшивки станка составляет 15–20 лет, а ресурс подкопровой рамы и элементов станка

20–35 лет. В то время как подшипниковые конструкции и элементы укосины служат 40–50 лет. При том, что необходимый срок службы копров составляет 50–60 лет.

Данные обследований [3] технического состояния копров показали, что большая часть конструкций недоступна для очистки от ржавчины и для обновления защитной окраски, что и определяет интенсивную коррозию металла со скоростью $0,8 \div 1$ мм/год.

Таким образом, наличие и величина конструктивных зазоров, форма и расположение конструктивных элементов в пространстве в значительной степени влияют на срок службы копра. Например, открытые сечения (двуутавры, швеллеры, уголки) более повреждаемы, чем закрытые (коробчатые или трубчатые сечения), а горизонтальные поверхности элементов конструкций изнашиваются быстрее вертикальных [4].

Традиционные подходы к проектированию копров, учитывающие их безотказность и экономичность, бесспорно, являются определяющими при выборе рациональных конструктивных решений. Однако разрешение проблемы обеспечения промышленной безопасности конструкций, а именно: их долговечности, простоты и доступности обслуживания, снижения затрат на содержание, является не менее важным фактором при проектировании сооружений, подверженных агрессивным воздействиям. Поэтому при выборе формы сечений и примыканий элементов копра необходимо учитывать аспект их устойчивости к коррозионному и абразивному износу как гарантии безопасности и долговечности.

На кафедре «Строительство подземных сооружений и шахт» КузГТУ разработана система копров многофункционального назначения [5, 6, 7].

В основе работы лежит идея соединения в одной наземной конструкции постоянного набора элементов, при-

меняющихся на протяжении всего периода строительства и эксплуатации ствола, и сменных блоков, необходимых для обеспечения работы копра на отдельных этапах строительства.

Принципиальное конструктивное решение стального копра многофункционального назначения приведены в работах, опубликованных ранее [7, 8].

На этапе эксплуатации копер состоит из двух функциональных блоков: основного и дополнительного. Основной блок представляет собой подшипниковое устройство, включающее рамную укосину 1 (рис. 4) переменного коробчатого сечения, центральную трубчатую стойку 2, подшипниковую площадку 4. Дополнительный блок состоит из ненесущего бескаркасного станка 6 круглой формы, опирающегося на устье ствола через опорное кольцо, и площадки для размещения амортизаторов 3 на базе кольцевой распорки 5.

Конструкция копров разработанной системы имеет следующие преимущества по сравнению с традиционными решениями четырехстоечных копров станкового типа:

- в копрах многофункционального назначения (рис. 5, б) в случае аварии разрывное усилие R воспринимается основным несущим блоком – подшипниковым устройством 1, а площадка амортизаторов 2 располагается на дополнительном блоке. Следовательно, в случае разрушения основной несущей конструкции отказа аварийного торможения не произойдет. В то время как в копрах станковой системы (рис. 5, а), вероятна возможность одновременного обрушения и подшипниковой площадки 1, и площадки амортизаторов 2, поскольку они расположены на общей несущей конструкции;

- от основного несущего блока также отделен и бескаркасный станок 6, который опирается на устье ствола через опорное кольцо 5, а традиционная подкопровая рама отсутствует;

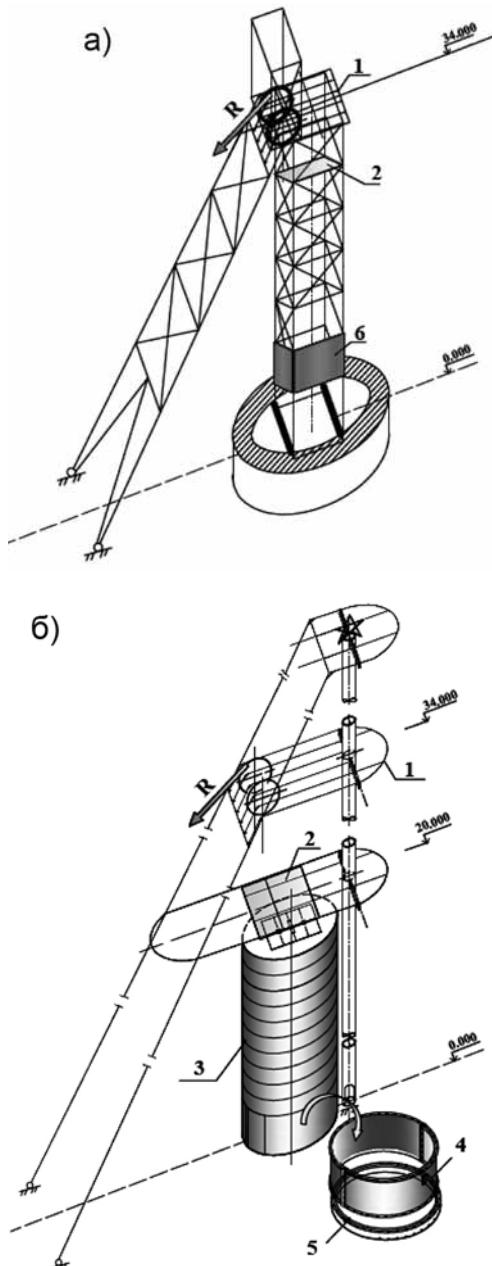


Рис. 5. Работа конструкций копров на разрывное усилие R : четырехстоечного копра станковой системы (а), копра многофункционального назначения (б):
1 – подшипниковая площадка; 2 – площадка амортизаторов; 3 – станок, 4 – кольцевые элементы станка; 5 – опорное кольцо; 6 – панели ограждения

- бескаркасный станок 6, являющийся одновременно и несущей и ограждающей конструкцией, состоит из круглых элементов 4, имеющих значительно меньшее количество стыков и более надежную их герметизацию, чем в каркасных станках с традиционными панелями ограждения 6;
- высокая герметичность коробчатых и трубчатых замкнутых сечений подшипникового устройства позволяет в значительной степени избежать проникновения угольной пыли, а значит, повысить их устойчивость к коррозионным и абразивным повреждениям;
- отсутствие раскосов на рамной укосине 1 облегчает свободный доступ для осмотра и защиты элементов и узлов конструкций, а также исключает скопление угольной пыли, шлака и машинного масла в узлах примыкания;
- свободное пространство внутри центральной трубчатой стойки позволяет разместить в нем подъемник для обслуживания оборудования и конструкций копра, что создает более комфортные и безопасные производственные условия;
- устройство подъемника внутри трубчатой стойки 2 позволяет не только улучшить условия обслуживания, но и избавляет от необходимости устройства традиционных металлических лестниц вдоль укосины, расположенных в зоне работы подъемных канатов, что нежелательно из соображений безопасности.

Заключение

Найденное техническое решение отражает суть нового подхода к отысканию эффективных конструктивных решений, учитывающих требования долговечности и безопасности, наряду с учетом требований безотказности и экономичности.

Таким образом, при проектировании копров, находящихся в тяжелых условиях эксплуатации, выбор рациональной формы конструкции с использованием идеи независимо работающих функциональных блоков является эффективной превентивной мерой повышения промышленной безопасности, совершенствования надежности и оптимального физического ресурса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Розенблит Г.П. Стальные конструкции зданий и сооружений угольной промышленности. – М., Л.: Углетехиздат, 1953. – 273 с.
2. Бровман Я.В. Надшахтные копры. – М.: Госгортехиздат, 1961. – 235 с.
3. Лобков С.В., Запольский А.С. Дефекты и повреждения шахтных копров станкового типа по истечении нормативного срока эксплуатации // Безопасность труда в промышленности. – 2012. – № 4. – С. 14–15.
4. Кущенко В.Н. Опасные состояния и усиление строительных конструкций укосных шахтных копров // Современное промышленное и гражданское строительство, 2006. – т. 2. – № 4. – С. 204–216.
5. Кассихина Е.Г., Першин В.В. Патент 2120013 С1 (RU), 6Е 04 Н 12/26. Многофункциональное устройство для проходки и эксплуатации шахтных вертикальных ство-лов. – № 97110900; Заявлено 26.06.97; Опубл. 10.10.98., Бюл. № 28.
6. Кассихина Е.Г., Першин В.В., Косарев Н.Ф. Обоснование параметров и разработка метода расчета стальных копров многофункционального назначения. Методические рекомендации. – Кемерово: КузГТУ, 2002. – 29 с.
7. Кассихина Е.Г. Обоснование конструктивных решений стальных копров многофункционального назначения // Горный информационный аналитический бюллетень. – 2014. – № 4. – С. 28–32.
8. Кассихина Е.Г., Першин В.В., Бутрим Н.О. Новые тенденции в проектировании стальных надшахтных копров для повышения их промышленной безопасности // Уголь. – 2014. – № 6. – С. 69–71. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Кассихина Елена Геннадьевна – доцент, e-mail: kalena-07@mail.ru,
Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева,
Горный институт.

UDC 622.673.2

DEVELOPMENT OF THE DESIGNING SYSTEM OF MULTI-PURPOSE STEEL HEADFRAMES FOR THE MINES OF THE NEW TECHNOLOGICAL LEVEL

Kassikhina E.G., Assistant Professor, e-mail: kalena-07@mail.ru,
Mining Institute, Gorbachev Kuzbass State Technical University,
650000, Kemerovo, Russia.

The article presents new approach to enhancement of industrial safety of operation of the steel headframes based on rational constructive decisions. The results of research of the physical wear processes of constructional structures of steel mine headframes are presented. Characteristic defects of elements of their structure which are the most subject to impact of the hostile environment are revealed. The major types of aggressive impact are corrosion and abrasive environments, as well as dynamic impact. The constructive solutions of the pulley pad and frameless tower of the multipurpose headframe providing their high tightness are developed. The idea of independently working constructive blocks reducing the risk of emergency braking in case of the emergency loading, even at the damage of the main bearing structure is stated.

Key words: industrial safety, corrosion, defects, multipurpose steel headframes, frameless tower.

REFERENCES

1. Rozenblit G.L. *Stal'nye konstruktsii zdaniy i sooruzheniy ugor'noy promyshlennosti* (Steel structures of buildings and facilities for coal industry), Moscow, Leningrad, Ugletekhnizdat, 1953, 273 p.
2. Brovman Ya.V. *Nadshakhtnye kopry* (Headframes), Moscow, Gosgortekhnizdat, 1961, 235 p.
3. Lobkov S.V., Zapol'skiy A.S. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*. 2012, no 4, pp. 14–15.
4. Kushchenko V.N. *Sovremennoe promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2006. т. 2, no 4, pp. 204–216.
5. Kassikhina E.G., Pershin V.V. Patent RU 2120013 C1, 6E 04 H 12/26, 10.10.98.
6. Kassikhina E.G., Pershin V.V., Kosarev N.F. *Obosnovanie parametrov i razrabotka metoda rascheta stal'nykh koprov mnogofunktional'nogo naznacheniya*. Metodicheskie rekomendatsii (Validation of parameters and development of calculation procedure for multifunction steel drop hammers. Recommended practice), Kemerovo, KuzGTU, 2002, 29 p.
7. Kassikhina E.G. *Gornyy informatsionnyy analiticheskiy byulleten'*. 2014, no 4, pp. 28–32.
8. Kassikhina E.G., Pershin V.V., Butrim N.O. *Ugol'*. 2014, no 6, pp. 69–71.



Главный секрет успеха в бизнесе: взялся за дело – научись выполнять его лучше других, не забывая о востребованности.