

УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ШАРНИРНЫХ КРЕПЕЖНЫХ УЗЛОВ КОВШЕЙ ГОРНЫХ ЭЛЕВАТОРОВ ПРИ ВЫСОКИХ НАГРУЗКАХ

*Морин А.С., Исрафилов Р.Г., Альшанская А.А.
Сибирский федеральный университет, Красноярск*

Ключевые слова: шарнирные крепежные узлы, нагрузка, установка, деформация, испытания, отрыв ковша.

Аннотация. В статье на основе проведенного анализа условий производства и необходимости обеспечения промышленной безопасности, а также повышения производительности рассматривается конструкция ковшového элеватора с шарнирными крепежными узлами. С целью проверки теоретических положений и правильного выбора основных параметров и конструктивных элементов ковшového элеватора необходимо выполнить всесторонние экспериментальные исследования на стенде. Работа содержит описание установки для испытания шарнирных крепежных узлов ковшových элеваторов при высоких нагрузках. При каждой ступени нагружения испытываемых материалов шарнирного крепления измеряются значения деформаций в крепежных узлах. Показаны возможности фиксирования напряжения на шарнирные узлы при зачерпывании и разгрузке. Результаты исследования послужат основанием для рекомендаций по проектированию усовершенствованной конструкции ковшového элеватора с увеличенной вместимостью ковшей.

INSTALLATION FOR TEST OF HINGED FIXING KNOTS OF LADLES OF MOUNTAIN ELEVATORS AT HIGH LOADINGS

*Morin A.S., Israfilov R.G., Alshanskaya A.A.
Siberian Federal University, Krasnoyarsk*

Keywords: hinge fasteners, load, installation, deformation, testing, bucket tearing.

Abstract. The article on the basis of the analysis of production conditions and the need to ensure industrial safety, as well as increase productivity, considers the design of a bucket elevator with hinged fasteners. In order to verify the theoretical positions and correct selection of the main parameters and structural elements of the bucket elevator, it is necessary to perform comprehensive experimental studies on the bench. The work describes the installation for testing the hinged fasteners of bucket elevators at high loads. At each loading stage of tested materials of hinged fastening, values of deformations in fastening units are measured. Shows the possibilities of fixing the stress on the hinge units during scooping and unloading. The results of the study will provide the basis for recommendations for designing an improved bucket elevator design with increased bucket capacity.

Введение

Существующие ковшové элеваторы представляют собой замкнутое полотно с тяговым органом, огибающим приводной и натяжной барабаны (при выполнении тягового органа в виде конвейерной ленты) или две короткозвенные цепи, огибающие приводные и натяжные звездочки и прикрепленные к полотну (или цепям) ковшами, расположенные на одинаковом расстоянии друг от друга.

Эффективность работы элеваторных установок во многом зависит от типа их грузонесущих органов, условий их разгрузки и параметров элеватора.

При перемещении ковшей в вертикальном направлении на крепежные узлы элеватора действует момент силы тяжести, направленный из центра тяжести ковшей.

Теория ковшových элеваторов заключается в анализе сил, действующих на узлы крепления ковшей к ленте, и явлений, происходящих с ними в различных циклах работы (черпание, разгрузка, холостой и рабочий ход) [1,2].

В начале набегания ковшом барабана на крепление ковша к ленте будет действовать, кроме силы тяжести $Q = mg$, центробежная сила $P_{ц} = \frac{mv^2}{R}$, где m – масса частицы материала;

R – радиус окружности (рис. 1), по которой движется ковш. Суммарная сила T , действующая на ковш, равна геометрической сумме Q и P_u , а ее направление до пересечения с вертикальной осью (рис. 1) [3].

Кроме указанных выше усилий, при расчете крепления ковшей элеваторов необходимо учитывать еще сопротивление зачерпыванию груза ковшами в нижней загрузочной части кожуха элеватора. Это сопротивление зависит от физико-механических свойств транспортируемого груза, скорости движения и типа ковшей [4].

Оказываемая высокая нагрузка может привести к отрыву ковшей от тягового элемента, что является основным недостатком прототипа при выполнении полотна в виде конвейерной ленты [5].

Шарнирные крепежные узлы позволяют разгрузить напряжение от нагрузки в различных циклах работы (черпание, разгрузка, холостой и рабочий ход), что позволит увеличить размеры ковшей и их вместимость с возможностью транспортирования элеватором крупнокусковых грузов при увеличенной производительности ковшового элеватора [6, 7].

При создании шарнирных узлов крепления ковша к тяговому органу важную роль играют испытательные стенды, обеспечивающие приближенные условия работы шарнирных крепежных узлов.

Работоспособность узлов крепления при высоких нагрузках обеспечивается применением новых материалов и конструктивными решениями. Перспективы создания высокопрочных узлов крепления в значительной мере связаны с использованием материалов, прошедших испытания на экспериментальных стендах. Для обеспечения работоспособности узла шарнирного крепления при проведении испытаний – необходимо создать условия близкие к реальным. Создание реальных условий в эксперименте влечет за собой создание специального оборудования, разработки специальных методик эксперимента.

При выборе схемы испытаний следует оценивать возможность воспроизведения на модельном узле крепления нагруженного состояния, которое имеет место в натуральном узле крепления, тип движения, а также расположения узлов крепления [8, 9].

Цель работы – разработать испытательную установку для испытания материалов шарнирных узлов крепления горных ковшовых элеваторов при высоких нагрузках с регистрацией параметров экспериментальных исследований [10, 11].

Для высокопрочностных испытаний была выбрана схема загрузки/разгрузки груза, когда максимальная нагрузка, оказываемая на шарнирные узлы крепления, достигается при черпании и выгрузке. При каждой ступени нагружения испытываемых материалов шарнирного крепления измеряется значения деформаций в крепежных узлах.

Конструкция установки и методы исследования. В СФУ ИГДГиГ на кафедре ГМиК разработана и отправлена заявка на патент установки для испытания рабочих элементов ковшового элеватора. На рисунке 2 приведен общий вид стенда; на рисунке 3 – разрез А-А; на рисунке 4 – разрез Б-Б. Стенд для испытания рабочих элементов ковшового элеватора содержит нижнюю секцию 1 с загрузочным патрубком 2 и верхнюю секцию 4 для выгрузки груза, соединенные непосредственно, а между секциями установлен вал 3 барабанного привода в зацеплении с тяговым элементом 5 в виде конвейерной ленты и прикрепленными к нему ковшами 6 с помощью шарнирных узлов 7.

Вал привода 3 выполнен полым, при этом в его полости установлена проводка от тензодатчиков 8, установленных в шарнирных узлах 7 тягового элемента 5 в виде

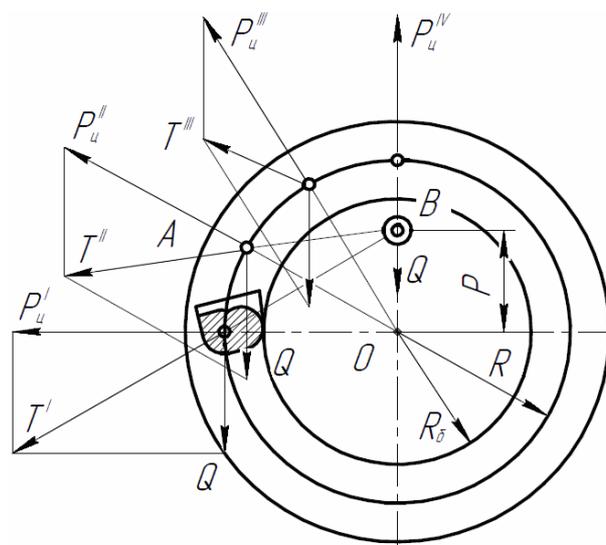


Рис. 1. Суммарное усилие при огибании барабана

конвейерной ленты, до токосъемника 9, закрепленного на валу привода 3. Токосъемник 9 находится в контакте с неподвижным токосъемником 10, который связан со средством записи напряжений 11. Кроме этого, на валу привода 4 закреплен токосъемник 12, на котором расположен один или несколько датчиков положения, например (рис. 3) датчик выгрузки, выполненный в виде одной точки контакта 13, датчик зоны загрузки, выполненный в виде двух, расположенных рядом точек контакта 14, датчик середины рабочего хода, выполненный в виде трех, расположенных рядом точек контакта 15. Токосъемник 12 датчиков положения 13, 14 и 15 находится в контакте с неподвижным токосъемником 16, который связан со средством записи напряжений 11.

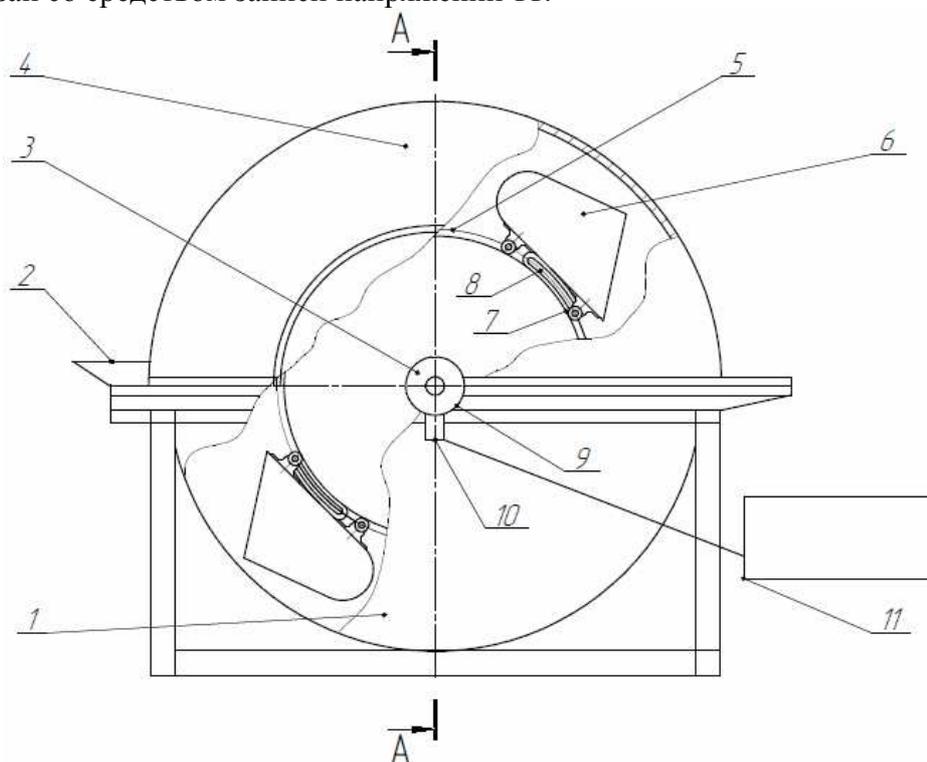


Рис. 2. Общий вид станда: 1 – нижняя секция, 2 – загрузочный патрубок, 3 – вал барабанного привода, 4 – верхняя секция, 5 – тяговый элемент (лента), 6 – ковш, 7 – шарнирные узлы крепления, 8 – тензодатчик, 9 – токосъемник, 10 – неподвижный токосъемник, 11 – средство записи напряжений

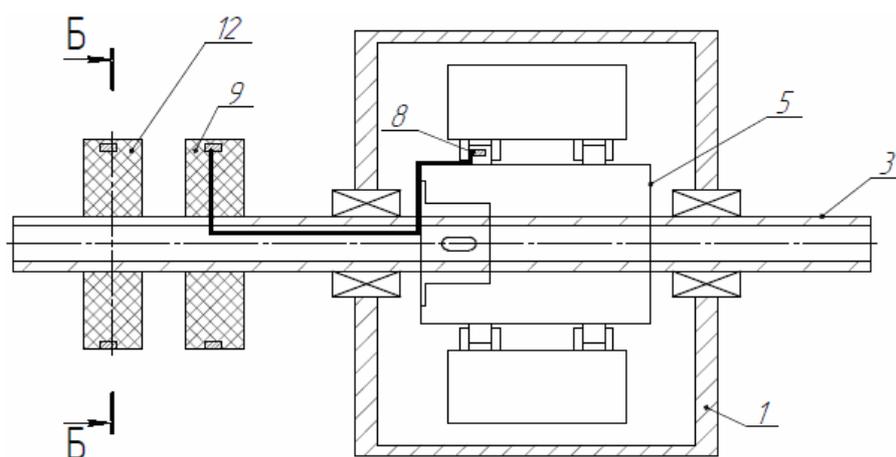


Рис. 3. Разрез А-А: 1 – нижняя секция, 3 – вал барабанного привода, 5 – тяговый элемент (лента), 8 – тензодатчик, 9 и 12 – токосъемники

Наличие конвейерной ленты с прикрепленными к ней ковшами обеспечивает стабильное прохождение ковшей через зоны загрузки и выгрузки на приводном барабане.

Тензодатчики, расположенные в шарнирных узлах крепления ковшей к ленте дают возможность определить усилия на каждый шарнирный узел при загрузке и выгрузке.

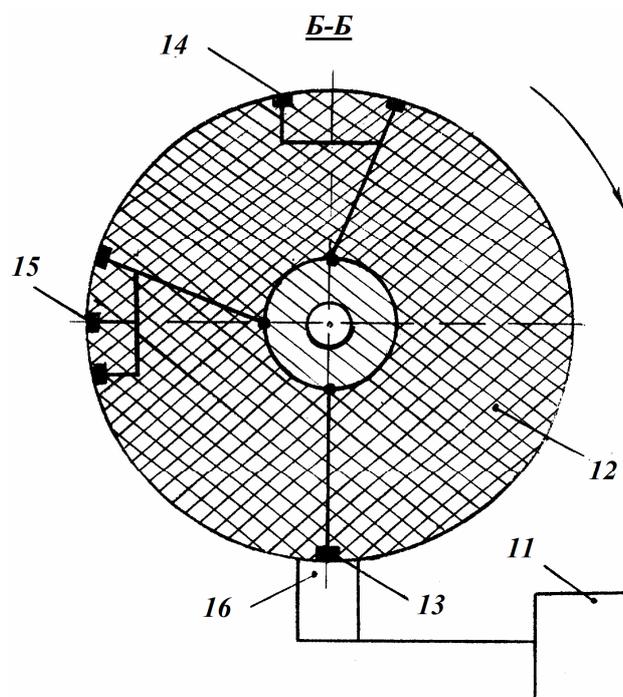


Рис. 4. Разрез Б-Б: 11 – средство записи напряжений, 12 – токосъемник, 13, 14 и 15 – датчики положения ковша, 16 – неподвижный токосъемник

Стенд работает следующим образом

При вращении по часовой стрелке вала 3 приводного барабана в зацеплении с тяговым элементом 5 в виде конвейерной ленты и прикрепленными к нему ковшами 6 с помощью шарнирных узлов 7, ковш 6 зачерпывает груз в зоне загрузки в нижней секции 1, а в зоне выгрузки в верхней секции 3 ковш разгружается. Далее рабочий цикл повторяется.

При огибании приводного барабана 3 тяговым элементом 5 в виде конвейерной ленты и прикрепленными к ней ковшами 6 с помощью шарнирных узлов 7, нагрузки при черпании и выгрузке, а также от веса ковша 6 передаются на тяговый элемент 5 через шарнирные узлы 7 крепления, в которых установлены тензодатчики 8.

После включения в работу средства записи напряжений 11 на него поступает информация от тензодатчиков 8 о текущих значениях напряжений и с токосъемника 12 о месте положения ковша 6 в рабочих зонах стенда.

Выводы. Разработана испытательная установка для испытания шарнирных узлов крепления ковшевых элеваторов, подвергаемых высоким нагрузкам. Обеспечивается режим записи напряжений на крепёжные узлы при различных фазах нагрузки. Новизна заявляемого предложения заключается в том, что в конструкции установки используется новая совокупность конструктивных признаков в виде шарнирных узлов крепления ковшей к тяговому органу.

Техническим результатом изобретения является распределение весовой нагрузки от ковшей между обеими парами шарниров, что позволит увеличить размеры ковшей и их вместимость с возможностью транспортирования элеватором крупнокусковых грузов при увеличенной производительности грузоподъёмного оборудования.

Предлагаемое техническое решение обеспечивает возможность увеличения вместимости ковшей элеваторов с повышением их производительности, высоты подъема транспортируемого груза, долговечности тяговых органов с повышением надежности работы при транспортировании крупнокускового груза за счет существенного повышения прочности крепления ковшей к тяговым органам.

Список литературы

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. – М.: Наука, 2019. – 640 с.

2. Либерман Я.Л., Летнев К.Ю. Специальные и специализированные системы управления транспортирующими машинами: новые схемы и конструктивные элементы – Екатеринбург: Типография Для Вас, 2017. – 310 с.
3. Малахов В.А. Эксплуатационные материалы для транспортных машин горных предприятий. – М.: МИСиС, 2015. – 187 с.
4. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины. – М.: Машиностроение, 1983. – 487с.
5. Патент №2734155 РФ. Ковшовый элеватор / Рябцев В.Г., Маркин М.М. – Заявка №2019145466 от 27.12.2019; опубл. 13.10.2020, Бюл. №29.
6. Морин А.С. Исрафилов Р.Г. Рудничный элеватор, оснащенный шарнирными креплениями ковшей // Научный журнал «Universum: Технические науки». – 2023. – №3(108). – С. 32-36. – URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/15181>.
7. Патент №2478550 РФ. Ковшовый ленточный элеватор с увеличенной вместимостью ковшей / Тарасов Ю.Д., Исрафилов Р.Г. – Заявка № 2011144009/11 от 31.10.2011; опубл. 10.04.2013, Бюл. № 10.
8. Рошин М.Н., Мишанова В.Г. Установка для испытания композиционных материалов при высоких температурах // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2020. – №8. – С. 29-32. – doi.org/10.26160/2658-3305-2020-8-29-32.
9. Лукиенко Л.В. Подъёмная установка, оснащённая зубчато-реечной системой перемещения // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2022. – №16. – С. 70-74. – doi.org/10.26160/2658-3305-2022-16-70-74.
10. Исрафилов Р.Г., Шигин А.О. Рациональность использования установок непрерывного транспорта в качестве шахтного подъема // Научный альманах. – 2022. – №7-2. – С. 14-19. – URL: <https://ukonf.com/doc/na.2022.07.02.pdf>.
11. Исрафилов Р.Г., Шигин А.О. Обоснование рациональности применения непрерывного транспорта для подъема на карьерах // Вестник научных конференций. – 2022. – №6-1. – С. 39-43. URL: <https://ukonf.com/doc/cn.2022.06.01.pdf>.

References

1. Artobolevsky I.I. Theory of mechanisms and machines. – М.: Science, 2019. – 640 p.
2. Liberman Ya.L., Letnev K.Yu. Special and specialized control systems for transporting machines: new schemes and structural elements. – Ekaterinburg: Publ. house For you, 2017. – 310 p.
3. Malakhov V.A. Operational materials for transport vehicles of mining enterprises. – М.: MISIS, 2015. – 187 p.
4. Spivakovskiy A.O., Dyachkov V.K. Transporting machines. – М.: Mechanical engineering, 1983. – 487p.
5. Patent No. 2734155 RU. Bucket elevator / Ryabtsev V.G., Markin M.M. – Appl. No. 2019145466 from 27.12.2019; publ. 13.10.2020, Bul. No. 29.
6. Morin A.S. Israelilov R.G. Mine elevator equipped with hinged bucket mounts // Scientific journal "Universum: Technical Sciences". 2023, no. 3(108), pp. 32-36. URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/15181>.
7. Patent No. 2478550 RU. Bucket belt elevator with increased capacity of buckets / Tarasov Yu.D., Israelilov R.G. – Appl. No. 2011144009/11 from 31.10.2011; publ. 10.04.2013, Bul. No. 10.
8. Roshchin M.N., Mishanova V.G. Installation for testing composite materials at high temperatures // Transport, mining and construction engineering: science and production. 2020, no. 8, pp. 29-32. doi.org/10.26160/2658-3305-2020-8-29-32.
9. Lukienko L.V. Lifting installation equipped with a gear-rack movement system // Transport, mining and construction engineering: science and production. 2022, no. 16, pp. 70-74. doi.org/10.26160/2658-3305-2022-16-70-74.
10. Israfilov R.G., Shigin A.O. Rationality of using continuous transport installations as a mine lift // Scientific almanac. 2022, no. 7-2, pp. 14-19. URL: <https://ukonf.com/doc/na.2022.07.02.pdf>.
11. Israfilov R.G., Shigin A.O. Justification of the rationality of the use of continuous transport for raising quarries // Bulletin of scientific conferences. 2022, no. 6-1, pp. 39-43. URL: <https://ukonf.com/doc/cn.2022.06.01.pdf>.

Сведения об авторах:

Information about authors:

Морин Андрей Степанович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Горные машины и комплексы	Morin Andrey Stepanovich – doctor of technical sciences, professor, head of the Department of mining machines and complexes
Исрафилов Рамал Габилевич – аспирант	Israfilov Ramal Gabilovich – postgraduate student
Альшанская Анна Александровна – старший преподаватель кафедры Горные машины и комплексы	Alshanskaya Anna Aleksandrovna – senior lecturer at the Department of mining machines and complexes
arian1989@yandex.ru	

Получена 28.03.2023