

ОСОБЕННОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА МЕХАНИЗМА ШАГАНИЯ ДРАГЛАЙНОВ

Аннотация: Рассмотрены особенности взаимодействия опорной поверхности драглайна при его перемещении. Показано, что опирание кромки базы происходит по площади кругового сегмента. Показано, что при расчете нагрузок на базу необходимо учитывать смещение точки приложения равнодействующей нормальных реакций к центру базы.

Ключевые слова: экскаватор, база экскаватора, нагрузки на базу, давление под опорной поверхностью базы

Информация о статье: принята 01 августа 2019 г.

DOI: 10.26730/1816-4528-2019-3-39-42

Основным оборудованием на открытых горных работах при ведении вскрышных работ являются мощные экскаваторы – драглайны. Многолетняя практика эксплуатации одноковшовых экскаваторов и других горнотранспортных машин, оборудованных шагающими ходовыми механизмами, показала их высокие эксплуатационные качества.

Общими эксплуатационными достоинствами шагающего ходового оборудования является его надежность в работе по сравнению с другими типами механизмов передвижения: гусеничными, рельсовыми, колесными и т.д., высокая маневренность для большинства из них, малое удельное давление на грунт как при работе, так и при передвижении, позволяющее применять машины, оборудованные шагающими ходовыми механизмами, в самых различных условиях, в том числе и на грунтах с

низкой несущей способностью. Так, если при гусеницах максимальное фактическое давление на грунт при работе может возрастать в 6-12 раз для двухгусеничных машин и в 3-4 раза для четырех- и восьмигусеничных, то при шагающем ходовом оборудовании максимальное давление на грунт обычно превышает средние показатели не более, чем в 2 раза [1].

Масса ходового механизма по отношению к общей массе машины составляет 10-15% [2], а включая опорную базу – 20-24%. Применяемое на роторных экскаваторах шагающе-рельсовое оборудование с двумя опорно-поворотными устройствами по своим весовым показателям находится на уровне показателей многогусеничного ходового оборудования, а суммарная масса отвалообразователей на шагающе-рельсовом ходу с одним опорно-поворотным

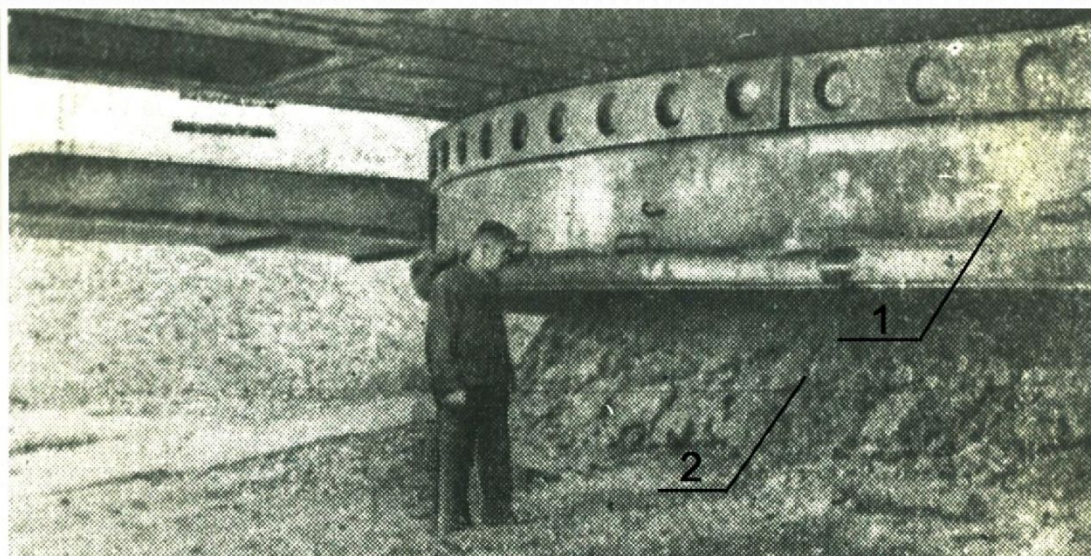


Рис. 1. Образование призмы волочения под базой
1 - база, 2 – призма волочения

устройством в 1,15-1,75 раза меньше массы отвалообразователя на гусеничном ходу [3,4].

Трехопорные механизмы шагания широко применяются на машинах массой до 6400 т.

Существенным недостатком трехопорных механизмов является необходимость подъема передней кромки базы экскаватора по ходу движения на значительную высоту при каждом шаге для обеспечения требуемой величины передвижки, что является в свою очередь причиной того, что при передвижении, в частности, по заранее подготовленному пути (переход с монтажной площадки в забой), когда поверхность кровли глинистой породы настигается слой балласта, возможно сгребание насыпанного слоя краем опорной рамы и образование под ней призмы волочения, делающее невозможной дальнейшую передвижку экскаватора [5] (рис. 1). Поэтому вопрос распределения нагрузок между базой и башмаками приобретает исключительно важное значение.

В практике проектирования шагающих механизмов для определения нагрузок в элементах хода любой конструкции принят (как наиболее простой) графический метод, основанный на допущениях отсутствия проседания задней кромки базы и опирания базы в крайней точке кромки [6, 7, 8, 9].

Однако исследования и опыт эксплуатации драглайнов показали, что задняя кромка базы опирается по площади кругового сегмента, поэтому точка приложения равнодействующей нормальных реакций в действенности смещена от кромки к центру базы [10,11].

Силы инерции при перемещении экскаватора составляют около 2% веса машины, следовательно, анализируя работу механизма, ими можно пренебречь.

Исследованиями установлено [8], что при передвижении драглайна в основном равномерно нагружаются отдельные стороны механизма шагания, что позволило условно рассматривать его как плоский. Учитывая, что равнодействующая давления на грунт приложена в точке, отстоящей от кромки базы на величину Δ , и принимая, что малости угла подъема α опорной поверхности базы экскаватора $\cos \alpha \approx 1$, нагрузку на опорную базу в любой момент цикла шагания можно определить выражением:

$$R_y = \frac{10M[(x - a_4) \cos \beta + h_4 \sin \alpha \sin \beta]}{x + h_2 f_\delta - \Delta} \quad \text{кН,} \quad (1)$$

где M – масса экскаватора без опорных башмаков, т; a_4 – расстояние между центром массы экскаватора и задней кромкой опорной базы параллельно ее опорной поверхности, м; h_2 – расстояние между осью шарниров опорных башмаков и их опорной поверхностью, м; h_4 – ордината центра масс экскаватора, м; β – угол наклона поверхности, по которой передвигается экскаватор к горизонту, град; x – расстояние между осью шарниров опорных башмаков и задней кромкой опорной базы экскаватора параллельно плоскости его передвижения, м; δ – коэффициент сопротивления движению задней по ходу движения кромки опорной базы экскаватора по грунту.

Смещение точки приложения равнодействующей:

$$\Delta = r(0,363d_{\text{отн}} + 0,05) \quad \text{м,} \quad (2)$$

где r – радиус опорной базы, м; $d_{\text{отн}}$ – длина стрелы сегмента круга, воспринимающего давление, относительных ед.

$$d = d_{\text{отн}} M^{1/3} \quad \text{м.} \quad (3)$$

Предполагая, что давление под опорной поверхностью базы распределяется по закону треугольника, длину стрелы сегмента круга, воспринимающего давление, находим по формуле:

$$d = \left[\frac{15M(x - a_4)}{8C_z h_{\text{п}} \sqrt{2r}} \right]^{2/5} \quad \text{м,} \quad (4)$$

где C_z – коэффициент сопротивления смятию грунта, Н/м³; $h_{\text{п}}$ – рабочий ход плунжера подъемного цилиндра, м.

Нагрузки на опорную базу при шагании определяются не только величиной равнодействующей R_y , но и распределением ее между телами качения.

Величина сектора нагруженных роликов и их количество зависят от зазора в захватах рамы. Так, для экскаватора ЭШ-15/90А при зазоре в захватах 7,5 мм вся нагрузка распределяется на 24 ролика (сектор $\approx 86^\circ$), а при зазоре 41 мм – на 12 роликов (сектор $\approx 43^\circ$). Для приближенного расчета с достаточной для практических целей точностью нагрузку на ролики опорно-поворотного круга и на металлоконструкции поворотной платформы можно считать распределенной в секторе 40° с учетом переменной жесткости основания. Максимальное значение суммарной реакции определяется для начала шагания.

Степень конструктивного совершенства механизмов передвижения драглайнов в значительной мере влияет на эксплуатационные качества машины, сказываясь на мобильности, проходимости, долговечности и надежности.

Отсутствие обоснованных рекомендаций по выбору геометрических и силовых параметров наиболее используемых трехопорных гидравлических шагающих механизмов затрудняет правильный их выбор, особенно в связи с ростом масс машин. Обладая важными преимуществами перед другими механизмами – плавностью хода и возможностью регулирования высоты подъема машины – они обеспечивают низкую скорость передвижения машины.

Рост потребностей горной промышленности в существующих типах мощных драглайнов, проектирование новых машин с высоким энергетическими параметрами ставит задачи совершенствования существующих типов механизмов шагания, создания научно-обоснованного метода выбора рациональной схемы механизма шагания и его основных параметров для конкретной машины.

Проблема заключается в разработке математических моделей, позволяющих определить параметры

механизмов шагания и устанавливать зависимости и закономерности их формирования, что позволит создавать драглайны нового уровня.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Домбровский Н.Г., Панкратов С.А. Землеройные машины. Одноковшовые экскаваторы. – М.: Госстройиздат, 1961. – 651 с.
2. Галина О.И. Горное оборудование ПАО «Уралмашзавод» для отечественных заказчиков // Уголь. 2016. №17. С. 18-23.
3. Чернухин С.А. Анализ и перспективы развития шагающего ходового оборудования горных машин // Вестн. Забайкал. Гос. Ун-та. 2018. Т.24 №9. С. 29-35.
4. Гармаш Н.З., Бережной Ю.И. Конструкция, основы теории и расчета шагающего ходового оборудования гарнотранспортных машин. М Недра 1971г. – 144 с.
5. Воронцов-Вельяминов, Н.П. Крайцберг М.И. Мощные шагающие экскаваторы. – М.: Углетехиздат, 1954. – 371 с.

6. Подерни Р.Ю. Шагающие драглайны на открытых разработках. М. НИИИнформтяжмаш, 1980. 70 с.
7. Груздев А.В., Бойко Г.Х. Шагающие экскаваторы-драглайны производства корпорации ОМЗ // Горная промышленность. 2003. № 3. С. 16.
8. Суслов Н.М. Эксплуатационные характеристики существующих шагающих механизмов одноковшовых экскаваторов // Горное оборудование и электромеханика. 2013. № 8. С. 11-14.
9. Суслов Н.М. Обоснование параметров трехопорного гидравлического механизма шагания экскаватора с одноцилиндровым приводом сторон механизма // Известия УГГУ. 2012. Вып. 27-28. С. 93-95.
10. Суслов Н.М. Повышение эксплуатационных качеств шагающих механизмов экскаватора // Горное оборудование и электромеханика. 2015. № С. 44-46.
11. Подерни Р.Ю. Механическое оборудование карьеров. – М.: Недра, 2003 – 591 с.

N.M. Suslov, Dr. Sc. in Engineering, Professor, S.A. Chernukhin, Postgraduate,
D.N. Suslov, C. Sc. in Engineering

Ural State Mining University, 620144, Russia, Yekaterinburg, ul. Kuybysheva, 30

FEATURES OF THE HYDRAULIC DRIVE OF DRAGLINE WALKING MECHANISM

Abstract: The features of the interaction of the bearing surface of the dragline as it moves are considered. It has been shown that the base edge resting occurs over the area of a circular segment. It is shown that when calculating the load on the base, it is necessary to take into account the displacement of the point of application of the resultant normal reactions to the center of the base.

Keywords: excavator, excavator base, base load, pressure under the base bearing surface.

Article info: received August 01, 2019

DOI: 10.26730/1816-4528-2019-3-39-42

REFERENCES

1. Dombrovsky N.G., Pankratov S.A. Earth-moving machines. Shovel excavators. - M.: Gosstroyizdat, 1961. - 651 p.
2. Galina O.I. Mining equipment of PJSC "Uralmashzavod" for domestic customers // Coal. 2016. №17. Pp. 18-23.
3. Chernukhin S.A. Analysis and prospects for the development of walking chassis equipment of mining machines // Vestn. Zabaykal. State Un-that. 2018. T.24 No. 9. Pp. 29-35.
4. Garmash N.Z., Berezhnoy Yu.I. The design, the basics of the theory and calculation of walking walking equipment of garret transport machines. M Nedra 1971. - 144 s.
5. Vorontsov-Velyaminov, N.P. Kreizberg, M.I. Powerful walking excavators. - M: Ugletekhizdat, 1954. - 371 p.

6. Podherny R.Yu. Walking draglines on open pit mining. M. NIИInformtyazhmash, 1980. 70 p.
7. Gruzdev, A.V, Boyko, G.Kh. Walking excavators, draglines, manufactured by OMZ Corporation // Mining industry. 2003. № 3. S. 16.
8. Suslov N.M. Operational characteristics of existing walking mechanisms of one-bucket excavators // Mining equipment and electromechanics. 2013. No. 8. P. 11-14.
9. Suslov N.M. Justification of the parameters of the three-support hydraulic walking mechanism of an excavator with a single-cylinder drive of the sides of the mechanism // Izvestiya UGGU. 2012. Vol. 27-28. Pp. 93-95.
10. Suslov NM. Improving the performance of walking excavator mechanisms // Mining equipment and electrical engineering. 2015. No. S. 44-46.

Библиографическое описание статьи

Суслов Н.М., Чернухин С.А., Суслов Д.Н. Особенности гидравлического привода механизма шагания драглайнов // Горное оборудование и электромеханика – 2019. – № 3 (143). – С. 39-42.

Reference to article

Suslov N.M., Chernukhin S.A., Suslov D.N. Features of the hydraulic drive of dragline walking mechanism. Mining Equipment and Electromechanics, 2019, no. 3 (143), pp. 39-42.