

ГОРНЫЕ МАШИНЫ С ЛИНЕЙНЫМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

Едыгенов Е.К.

Филиал Республиканского государственного предприятия “Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья” Министерства индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан Институт горного дела им. Д.А.Кунаева, Республика Казахстан, г. Алматы

Ключевые слова: горное машиностроение, безвзрывное разрушение, машины ударного действия, электромагнитный молот.

Аннотация. В статье приводятся результаты стендовых и полигонных испытаний опытного образца электромагнитного молота со спаренными электромагнитными двигателями как навесного оборудования на экскаваторе. Получены зависимости тягового усилия от величин хода ферромагнитных якорей и тока в индуктивных катушках электромагнитных двигателей, установлена практически линейная зависимость энергии единичного удара от величины тока, что позволяет в процессе работы регулировать энергию удара. Показано, что конструктивные особенности электромагнитных двигателей позволяют осуществлять охлаждение индуктивных катушки как жидким, так и газообразным хладагентом, что дает возможность электромагнитному молоту выполнять работу в различных климатических условиях. Сравнение технических параметров показало, что по ряду показателей электромагнитный молот вполне способен составить конкуренцию гидромолотам.

LINEAR ELECTROMAGNETIC MOTOR MINING MACHINES

Yedygenov Ye.K.

Ministry of Industry and Infrastructure Development of the Republic of Kazakhstan The Branch of the Republican State Enterprise “National Center for Complex Mineral Processing” Mining Institute after D.A. Kunayev Almaty city, Republic of Kazakhstan

Keywords: mining engineering, blastless breaking, impact machine, electromagnetic hammer.

Abstract. The article contains the results of bench and ground tests of a commercial prototype of the electromagnetic hammer with paired electromagnetic engines as an excavator attachment. The dependencies of the tractive effort on the stroke of ferromagnetic armatures and the current in the inductive coils of electromagnetic engines were obtained, the nearly linear dependence of the energy of a single impact on the current magnitude was established, which allows adjusting the impact energy during the operation. It was established that the design features of electromagnetic engines ensure the cooling of inductive coils by means of both liquid and gaseous refrigerants, which allows the electromagnetic hammer to operate in different climatic conditions. A comparison of technical parameters showed that in terms of several parameters the electromagnetic hammer is quite competitive with hydraulic hammers.

Горное машиностроение в Казахстане имеет большую историю и в этом направлении накоплен существенный и во многом нереализованный научно-технический потенциал. Это направление является одним из ключевых в обеспечении устойчивого характера развития горно-металлургического комплекса и экономики страны в целом, так как устраняет зависимость от импортной техники по многим важным позициям.

В настоящее время в основном процессе технологии добычи твердых полезных ископаемых, заключающийся в отделении от массива кусков горной породы и раздроблении их до кондиционной крупности, помимо буровзрывного способа все более широкое применение находит механический способ, связанный с эксплуатацией ударных машин большой мощности.

В Казахстане ведутся исследования по созданию горных машин для разрушения горных пород с линейными электромагнитными двигателями.

В Институте горного дела им. Д.А.Кунаева разработана, изготовлена и испытана опытная установка электромагнитного молота [1-3].

Электромагнитный молот (ЭММ) [4] состоит из корпуса, в котором размещены электромагнитные двигатели рабочего и холостого хода, каждый из которых включает ферромагнитный боек, размещенный внутри немагнитной направляющей, на которой установлены силовые электромагниты. Электромагнитный двигатель холостого хода расположен по продольной оси корпуса. Электромагнитный двигатель прямого хода состоит из двух спаренных электромагнитов, размещенных симметрично продольной оси корпуса. Между двигателями вдоль продольной оси перемещается коромысло, связывающее между собой в единый подвижный узел два ферромагнитных якоря и составной боек, выполняющий с одной стороны роль якоря, взаимодействующего с электромагнитом холостого хода и обеспечивающего возврат подвижных элементов в исходное положение, и бойка, взаимодействующего с рабочим инструментом.

Опытный образец ЭММ разработан как молот среднего класса на энергию удара до 6000 Дж, изготовлен на АО «Машзавод им. С.М. Кирова» по грантам АО «Национальное агентство по технологическому развитию» (2016-2019 гг.) и Министерства науки и образования РК (2018-2020 гг.).

Стендовые испытания ЭММ позволили установить зависимости тягового усилия от величин хода якорей и тока в индуктивных катушках электромагнитных двигателей и, при этом, определить практически линейную связь энергии единичного удара от величины тока, что позволяет в процессе работы регулировать энергию удара. Конструкция электромагнитных двигателей позволяла осуществлять охлаждение индуктивных катушек как жидким, так и газообразным хладагентом, что дает возможность электромагнитному молоту выполнять работу при низких температурах.

В результате стендовых испытаний были получены следующие технические характеристики ЭММ (таблица 1).

Полигонные испытания электромагнитного молота проводились с использованием ЭММ в качестве навесного оборудования на колесный экскаватор марки HYUNDAI 210, показавшие его функциональные возможности и работоспособность в паре с базовой машиной (рисунок 1).

Сравнение параметров опытного образца ЭММ с гидромолотами некоторых ведущих фирм-производителей представлено в таблице 2.

В процессе испытаний были выявлены конкурентные преимущества ЭММ, связанные с возможностью регулировать энергию удара, работать при низких

температурах, при этом электрическая энергия непосредственно преобразуется в механическую для совершения работы.

Табл. 1. Техническая характеристика электромагнитного молота

Параметры	Значения по результатам испытаний
Энергия единичного удара, Дж	2600 - 6100
Высота молота, м	1.9
Масса молота, кг	1685
Число электромагнитных приводов, шт.	3
Потребляемая энергия, кВт	30-60
Напряжение сети, кВт	380
Блок управления	Тиристорные преобразователи
Охлаждение электромагнитных приводов	воздушно-жидкостное



Рис. 1. Экскаватор марки HYUNDAI 210 с электромагнитным молотом

Табл. 2. Технические характеристики импульсных молотов

Наименование параметров	Наименование молотов				
	Гидромолоты среднего класса				ЭММ
	МТВ 215, Турция [17]	МТВ 255, Турция [17]	Rammer S84, Швеция	Delta F-20S Корея	ИГД им. Д.Кунаева
Энергия удара, Дж	4500	5500	6000	5300	3000 - 6000
Масса молота, кг	2200	2520	2900	1800	1800
Масса экскаватора, кг	25 000	29000	35000	18000	19000

Выводы

Опыт создания и результаты испытаний показали:

- конструктивно ЭММ достаточно прост в изготовлении, поскольку отсутствуют детали, выполняемые по высокому классу точности, нет жестких требований к посадкам, для изготовления деталей не требуется дефицитных материалов и специальной оснастки;

- по своим техническим показателям электромагнитный молот не уступает гидромолотам зарубежных фирм;
- электромагнитный молот может устойчиво работать при низких температурах и регулировать энергию единичного удара в широком диапазоне
- рациональная область применения электромагнитных молотов на горнодобывающих и строительных предприятиях в условиях резко-континентального климата.

Список литературы

1. Yedygenov Ye.K, Lyashkov V. Electromagnetic rock breaker for non-explosive rocks breaking // International Symposium on planning of mining and selection of equipment of MPES 2011 – Almaty, 2011. – P. 1002-1012.
2. Едыгенов Е.К. Создание горных машин с электромагнитным приводом – шаг к импортозамещению // Инновации в комплексной переработке минерального сырья: матер. междунар. конф. – Алматы, 2016. – С. 116-120.
3. Едыгенов Е.К. Электромагнитный молот-конкурент гидромолоту // Горный журнал Казахстана – Алматы. – 2015. – № 8. – С. 42-46.
4. Патент №026610 ЕАП. Электромагнитный молот / Едыгенов Е.К. – Оpubл. 28.04.2017, Бюл. №4.

Сведения об авторе:

Едыгенов Ерик Казтаевич – д.т.н., СНС, академик АМР РК, заведующий лабораторией разрушения и доставки горных пород Института горного дела им. Д.А.Кунаева, г. Алматы