

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПЕРЕГРУЗКИ МЕТАЛЛОЛОМА

А. В. Воронцов, главный конструктор

ООО «Димет-М», г. Киров

Для перегрузки металлолома применяются в основном два типа грузозахватных устройств: грузоподъемные электромагниты и многочелюстные грейферы (полипы). Для организации высокопроизводительной работы важно учитывать их особенности.

Сравнение грейфера и электромагнита примерно равной массы и мощности привода показывает, что грейфер более производителен на легком ломе марок 5А (негабаритный для переработки), 12А (для пакетирования), 16А (выунообразная стальная стружка) по ГОСТ 2787-75. В то же время на плотном ломе марок 1А (куски 300х200х150 мм), 2А (600х350х250 мм), 3А (800х500х500 мм), 4А (мелкий лом, отходы метизных производств), 15А (стальная сыпучая стружка), а также на перегрузке пакетов более производителен электромагнит.

Достоинство грейферов в том, что в моторном груз не отрывается при

внезапном отключении электроэнергии, а канатному вообще не требуется электропитания. Однако грейфером крайне затруднительно полностью очистить вагон или кузов автомашины, он нуждается в большем пространстве для захвата груза из-за разведения челюстей в стороны перед захватом, больше изнашивается в процессе работы, чем электромагнит. Поэтому на ломозаготовительных участках удобнее иметь оба устройства, для чего в мостовых кранах используют две тележки либо одну комбинированную. На стреловых кранах в последнее время часто стали применять электромагниты с быстросменным захватом под грейфер и электроразъемом для подключения кабеля. Такие захваты производятся ООО «Димет-М».

Если применяется гидравлический перегружатель экскаваторного типа «Fuchs», «Liebherr», «Sennebogen», «Ковровец», он должен быть оборудован генератором мощностью не менее 11-13 кВт. Такой генератор необходим для подключения высокопроизводительных электромагнитов типа

ЭМГ117/А (грузоподъемность на скрапе 3А 300 - 400 кг, масса до 1350 кг), ЭМГ130/А (соответственно 450 - 550 кг и до 1600 кг). Применяемые ранее на экскаваторах генераторы мощностью 6 кВт могли обеспечить питание только маломощных электромагнитов и не позволяли эффективно использовать дорогую машину.

Наибольшую производительность имеют канатный и гидравлический грейферы, так как их привод (канатный барабан, гидронасос) располагается вне грейфера на металлоконструкции крана, при этом размеры привода не ограничены габаритами грейфера (см. рис 1 - 3), и мощность его может быть достаточно высокой. Грейферы с собственным приводом (моторный, электрогидравлический), имеют меньшую производительность из-за меньшей мощности привода, ограниченного габаритами грейфера. Например, в моторном грейфере объемом 0,7 куб. м конструктивно можно смонтировать механизм замыкания че-



Рис. 1. Грейфер 10-Л2то-М-В производства ООО «Димет-М» с грузом лома 12А



Рис. 2. Грейфер 10-Л2то-М-В производства ООО «Димет-М» с грузом лома 16А



Рис. 3. Гидравлический грейфер, установленный на перегружателе «Liebherr»



люстей на основе электротали грузоподъемностью 5 т и мощностью 8 кВт. Если усилие замыкания увеличить втрое за счет полиспада, время замыкания челюстей составит около 20 с, что примерно втрое больше, чем у канатного грейфера. Электрогидравлический грейфер уступает моторному, так как при такой же малой производительности имеет меньший КПД из-за потерь энергии в гидросистеме. Часто это ведет к перегреву масла и остановке работы.

При разгрузке вагонов со скрапом размер грейфера в раскрытом состоянии должен быть меньше ширины вагона. Размеры электромагнита в процессе работы не меняются, поэтому для увеличения производительности перегрузки целесообразно увеличивать их диаметр и мощность. В этом случае они будут значительно производительнее грейферов.

По теории [1], магнитный поток электромагнита $\Phi = F/R_{\Sigma}$ где R_{Σ} — магнитное сопротивление цепи, состоящей из сердечника и поднимаемого груза. Намагничивающая сила $F = I\omega$, где I — ток, проходящий через катушку, ω — число витков катушки. Подъемная сила электромагнита, равная максимальной массе поднимаемого груза (плиты), составляет $P = 40,6\Phi^2 10^4/S$, где S — площадь соприкосновения между полюсами магнита и поднимаемой плитой, $см^2$.

Указанные формулы справедливы для сплошного груза в виде толстой плиты или болванки. Однако чем больше пустот в поднимаемом грузе, тем меньше относительная грузоподъемность электромагнита по сравнению с плитой [1]. Для рельсов и брусков она составляет 50%, для копрового шара 40 -60 %, чугунных чушек 4 -6 %, скрапа стального 1 – 7%, чугунного 3%, стружки 1,5 – 2,5%. Указанные соотношения справедливы для правильно спроектированных магнитов, в которых соотношение массы провода к общей массе близко

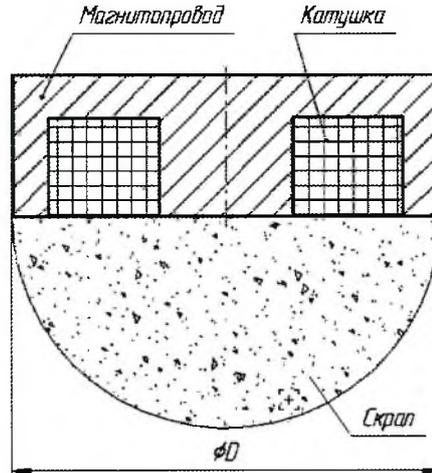


Рис. 4

к 1/3 для магнита с медной катушкой, и к 1/6 — для магнита с алюминиевой катушкой. Уменьшение указанных соотношений ведет к уменьшению относительной грузоподъемности по скрапу, увеличение — к некоторому ее росту.

Практически грузоподъемность электромагнита по скрапу зависит от нескольких факторов. Во-первых, она тем больше, чем больше расстояние между полюсами магнита. В правильно спроектированном магните объем захватываемого скрапа примерно равен объему полусферы с диаметром D , равным диаметру магнита (рис. 4). Зная насыпную плотность металлолома

ма (от 0,6 до 3,2 т/м³), потребитель легко может определить, сколько и какого скрапа (стружки) в состоянии поднять правильно спроектированный электромагнит заданного диаметра.

Во-вторых, чем больше напряженность магнитного поля, тем больше грузоподъемность. Если напряженность слишком мала, металлолом не заполнит объем нижней полусферы, а сгруппируется у центрального полюса. Если напряженность слишком велика, грузоподъемность может увеличиться непропорционально вследствие магнитного насыщения материала магнита и скрапа. Напряженность магнитного поля, как правило, пропорциональна количеству и качеству провода (меди или алюминия) и плотности тока в катушке. В качестве примера можно привести два электромагнита диаметром 1170 мм производства ООО «Димет-М»: серийный электромагнит ЭМГ 117-32/А с алюминиевой катушкой с грузом скрапа 3А массой 350 кг (рис. 5) и ЭМГ117-50/А (модернизация стандартного электромагнита М42В) с грузом скрапа 540 кг (рис. 6). Модернизация осуществлялась путем увеличения высоты магнитопровода и замены медной

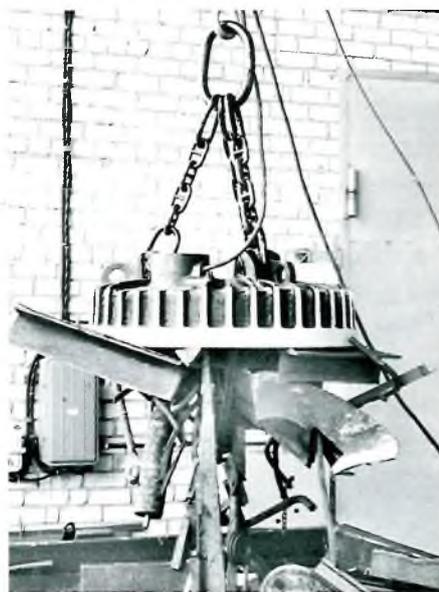


Рис. 5. Электромагнит ЭМГ 117-32/А, масса 1180 кг, груз скрапа 350 кг

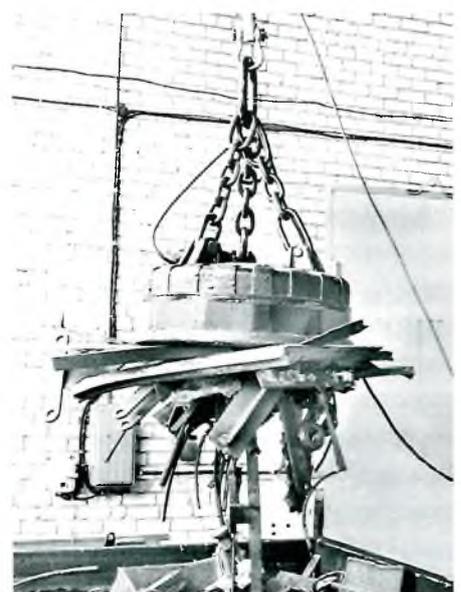


Рис. 6. Электромагнит ЭМГ 117-50/А, масса 1830 кг, груз скрапа 540 кг

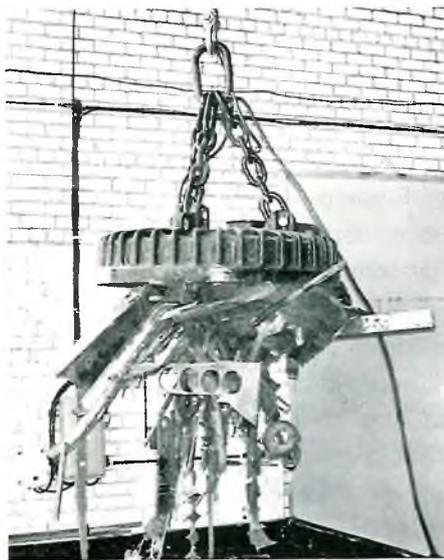


Рис. 7. Электромагнит ЭМГ 140-35/А, масса 1860 кг, груз скрапа 610 кг

катушки на алюминиевую с увеличенным в 1,5 раза числом ампервитков. Последнее увеличение обеспечило пропорциональный рост производительности магнита.

Такая модернизация серийных магнитов может показаться привлекательной для предприятий, имеющих на вооружении краны типа ГПК-5 грузоподъемностью 5 т, обычно работающие с магнитами М42, и выполняется при их ремонте. Однако сравнение электромагнитов ЭМГ117-50/А и ЭМГ140-35/А диаметром 1400 мм с грузом скрапа 610 кг (рис. 7), содержащих одинаковое количество провода показывает, что увеличение при этом диаметра магнита дает дополнительный существенный рост производительности (см. выше первый фактор).

В-третьих, грузоподъемность возрастает при уменьшении магнитного сопротивления магнитопровода. Оно, как правило, обратно пропорционально массе железа, но при заданных размерах и массе магнита ее нельзя сильно увеличивать, не уменьшая массу провода. Эти величины должны быть сбалансированы, что видно на примере трех электромагнитов диаметром 1650 мм с примерно равными

характеристиками обмоток. Электромагнит производства ООО «Димет-М» ЭМГ 165-42/А (рис. 8) с массой магнитопровода 2100 кг поднял 970 кг скрапа 3А. Электромагнит типа СГМК (рис. 9) с массой магнитопровода 3500 кг поднял 1180 кг скрапа. В то же время типовой электромагнит типа М62В с массой магнитопровода 1600 кг поднял всего 640 кг скрапа.

За последние 10 лет предложение на рынке грузоподъемных электромагнитов, предназначенных для транспортировки металлолома, выросло в несколько раз. В дополнение к трем основным типам круглых магнитов с медным проводом, выпускаемых ранее в СССР (М22, М42 и М62 диаметром 780, 1170 и 1650 мм), предлагаются электромагниты диаметров 300, 800, 1200, 1300, 1400, 1550, 1800 и 2000 мм, которые выпускаются с медными и алюминиевыми катушками. При этом предлагаются магниты с различными характеристиками по току и различной массы, позволяющие внутри каждой группы диаметров выбрать электромагнит с подходящими для потребителя свойствами.

В 2005 году предприятие «Димет-М» первым в России начало произво-



Рис. 8. Электромагнит ЭМГ 165-42/А, масса магнитопровода 2100 кг, груз скрапа 970 кг

дство тяжелых электромагнитов серии ЭМГ230 диаметром 2300 мм, массой до 7,5 т (рис. 10, таблица), которые превосходят по грузоподъемности популярные электромагниты типа М62 в 3 - 4 раза. Указанный диаметр был выбран исходя из ширины кузова большегрузного автомобиля 2400 мм с целью обеспечения транспортировки данного магнита автотранспортом.

При увеличении диаметра и мощности растет и цена электромагнита. Она увеличивается приблизительно пропорционально его производительности и массе. У зарубежных аналогов производства Германии, Италии, Испании цены примерно в два раза выше российских. Обычно преимуществом импортного оборудования является его более высокое качество, в первую очередь надежность. По грузоподъемности на единицу массы магнита между импортными и российскими аналогами больших различий нет. Но и по надежности в последнее время уровни качества российских и зарубежных магнитов неуклонно сближаются, сроки гарантийного обслуживания у многих российских производителей достигают двух лет. ООО «Димет-М» экспортировало

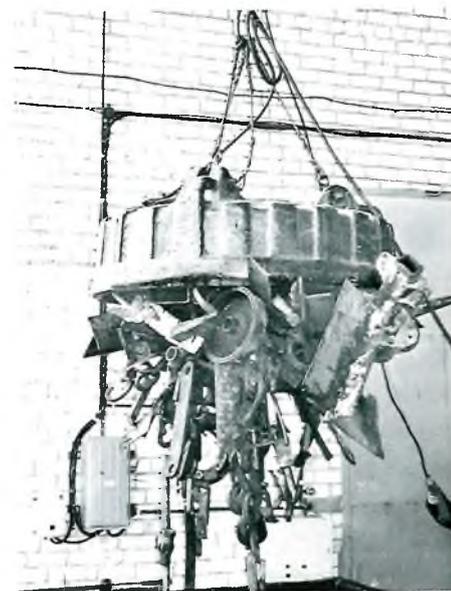


Рис. 9. Электромагнит типа СГМК, масса магнитопровода 3500 кг, груз скрапа 1180 кг



Рис. 10. Электромагнит ЭМГ230-46/А, масса 6100 кг, средняя грузоподъемность по скрапу 3А 2400 кг

электромагниты в страны с жарким климатом (Иордания, Вьетнам, Болгария, Хорватия), с умеренным климатом (Германия), с холодным климатом (Финляндия), что говорит об их высокой надежности.

Поэтому при нынешних ценах импортным магнитам на рынке СНГ в целом трудно составлять конкуренцию изделиям российских производителей. Исключение составляют случаи, когда приобретается импортный кран с поставленным в комплекте с ним зарубежным грузозахватным электромагнитом, цена которого в общей сумме сделки составляет сравнительно небольшую часть. Но такие капиталовложения могут позволить себе только крупные металлургические комбинаты, порты или предприятия, имеющие федеральное значение и использующие для финансирования федеральные программы.

Цену грузозахватного органа нельзя рассматривать в отрыве от характеристик подъемного крана, на который он устанавливается. Оптимальный вариант электромагнита должен выбираться в первую очередь в зависимости от класса использования и коэффициента нагру-

Технические данные электромагнитов серии ЭМГ-230, ООО "Димет-М" [2]

Параметры		ЭМГ230-46/М	ЭМГ230-46/А
Диаметр, мм		2300	2300
Масса с цепями, кг		7500	6100
Ток при 20°С, А		145	145
Отрывное усилие на плите, кг		85000	85000
Грузоподъемность, кг	на скрапе 3А	2400	2400
	на стружке 15А	2100	2000
Высота магнита с цепью, мм		1600	1600

жения крана и лишь во вторую – от его цены. Например, при количестве рабочих циклов крана за весь срок службы $2,5 \times 10^6$ класс использования крана С8 [2]. Для группы режима 8К (магнитные мостовые краны металлургических производств при круглогодичной и круглосуточной работе) получаем допустимый коэффициент нагружения крана Q3. Это значит, что грузоподъемность крана должна составлять от 0,25 до 0,5 от номинальной. Электромагнит ЭМГ230-46/М имеет собственную массу 7,5 т, массу груза (скрап 3А) – 2,4 т, то есть всего 9,9 т. Таким образом, для данных условий следует применять указанный электромагнит на кране грузоподъемностью 20 - 40 т. Если расчетный класс использования крана С7, что соответствует не более 1×10^6 рабочих циклов за срок службы, то допускается работа крана в режиме 8К при грузоподъемности от 0,5 до 1 от номинальной. Тогда этот же электромагнит можно применять на кранах грузоподъемностью от 10 (лучше 12,5) до 20 т.

Обычно ломозаготовители применяют на кранах грузоподъемностью 16 т электромагниты М62 с грузоподъемностью по скрапу 3А примерно 550 - 750 кг и собственной массой 3300 кг. При этом даже в режиме С8 коэффициент нагружения крана составляет всего 0,25, то есть он недогружен примерно в 2 раза. Если заменить М62 на магнит ЭМГ230-46/М, то производительность погрузки возрастет в 3,2 раза, класс использования крана при не-

изменных объемах снизится до С7, коэффициент нагружения крана составит 0,62. Резко снизится время погрузки-выгрузки вагонов и автотранспорта, появится возможность оперативно реагировать на пиковые поступления металлолома, снизить эксплуатационные расходы. Применяв электромагнит ЭМГ230-46/А с алюминиевой катушкой, массой 6100 кг, грузоподъемностью по скрапу 3А 2400 кг, получим коэффициент нагружения крана 0,53, что практически допустимо даже для более интенсивного режима С8. Таким образом, за счет установки нового магнита можно увеличить производительность ломозаготовительного участка более чем в 3 раза.

Следует отметить, что электромагниты серии ЭМГ230 не являются чем-то особенным на фоне зарубежного опыта. Оптимальным для них, как показано выше, является использование на кранах грузоподъемностью 16 - 20 т. Для кранов большей грузоподъемности, например, порталных кранов грузоподъемностью 30 - 40 т, требуются еще более мощные электромагниты диаметром до 3000 мм. Изготовление магнитов диаметром 2500, 2700, 3000 мм массой до 20 т и грузоподъемностью на скрапе 3А до 7 т возможно в ООО «Димет-М» под конкретный заказ.

Однако для этого требуется встречное движение со стороны краностроителей, которые часто оставляют выбор грузоподъемного электромагнита заказчику крана. Более правильно выбор электромагнита доверять изготовителю крана. В этом слу-

чае квалифицированные специалисты могут добиться максимальной эффективности использования крана и максимальной отдачи вложенных средств. В то же время и сами ломозаготовители, работающие на имеющихся у них кранах, могут выбрать оптимальный электромагнит, соответ-

ствующий грузоподъемности крана и требуемой производительности ломопереработки. При необходимости интенсификации переработки лома производители электромагнитов способны освоить выпуск еще более мощных их модификаций.

Литература

1. Ю. Э. Южный, "Грузоподъемные электромагниты и их ремонт", М., Энергия, 1974
2. М. П. Александров. «Грузоподъемные машины», М. Машиностроение, 1986, с. 61-70

ПРИМЕНЕНИЕ КРУГЛОЗВЕННЫХ ЦЕПЕЙ В КАЧЕСТВЕ ТЯГОВОГО ОРГАНА ЦЕПНЫХ КОНВЕЙЕРНЫХ МАШИН

Изложение доклада, прочитанного на 2-м научно-техническом семинаре «Вопросы создания, производства и эксплуатации конвейерного оборудования», состоявшемся в мае 2006 г. в рамках деловой программы второго Московского подъемно-транспортного форума – объединенной подъемно-транспортной ярмарки.

М.Л. Израйлевич, научный обозреватель

Основным элементом цепной конвейерной машины (конвейера, питателя, элеватора), определяющим как ее производительность и предельную длину (высоту), так и надежность, долговечность, металлоемкость и, в конечном счете, стоимость является тяговый орган – тяговая цепь. Опыт развития цепных конвейерных машин (ЦКМ) показывает, что наиболее эффективно применять в них круглозвенные калиброванные цепи, главными достоинствами которых являются:

- пространственная гибкость, позволяющая использовать их в скребковых, пластинчатых, подвесных, напольных и других конвейерах с изгибающейся трассой;

- высокая прочность и износостойкость;

- небольшая масса;

- практическое отсутствие потерь металла при изготовлении;

- возможность автоматизации процесса их производства;

- сравнительно низкая стоимость.

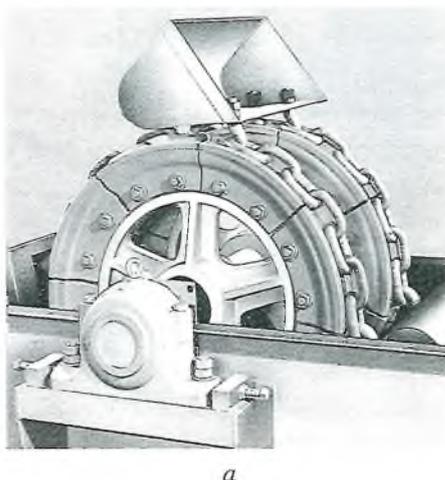
Высокая износостойкость круглозвенных цепей обеспечивается за

счет цементации звеньев на глубину 0,035 – 0,05 калибра цепи, т.е. диаметра прутка, при этом твердость поверхности в шарнире по Виккерсу равна 650 – 700.

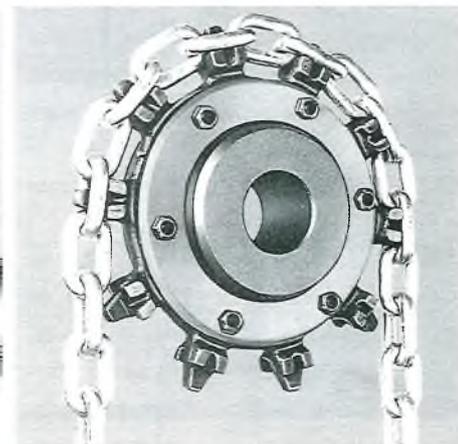
О перспективности применения круглозвенных калиброванных цепей по сравнению с пластинчатыми цепями можно судить по следующим данным: разрушающая нагрузка круглозвенной цепи калибра 18 мм с шагом 64 мм составляет 410 кН, а заменяющей ее тяговой пластинчатой цепи М315-2-160-1 (ГОСТ 588-81) только 315 кН; масса одного погонного метра – соответственно 6,6 и 18,1 кг; стоимость одного погонного

метра – 400 и 1370 руб. Например, в элеваторе при средней его высоте 40 м и двухцепном тяговом органе требуется 160 пог. м цепи. При замене пластинчатой цепи на круглозвенную экономия металла на одну машину составит 1,8 т, что соответственно отразится и на ее экономических показателях.

Среди зарубежных крупных компаний, выпускающих ленточные и цепные конвейеры, в России наиболее известны германские «Mollers» и «Veimer». Для транспортирования абразивных грузов они используют высокопрочные износостойкие круглозвенные цепи. Звездочки приводного вала и блоки натяжного устройства обычно выполняются в виде износостойких легкосменных сегментов (рис. 1, а) или со вставными зубьями (рис. 1, б). Крепление ков-



а



б

Рис. 1