

## **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА С НЕРЕГУЛИРУЕМЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕМЕННОГО ГРУЗОПОТОКА**

Ставицкий В.Н., канд. техн. наук, доц., Лукомский Л.В.,  
студент, Донецкий национальный технический университет

*Исследовано влияние скорости движения ленты и объема грузопотока на работу электропривода конвейера.*

Конвейерный транспорт является основным средством доставки угля на угольных шахтах. К его основным достоинствам относятся: экономичность, непрерывность, относительная простота автоматизации.

Дальнейшее совершенствование конвейеров связано с разработкой систем, оптимизирующих режим их работы по критерию минимизации затрат на транспортировку полезного ископаемого.

В современных ленточных конвейерах применяют нерегулируемый асинхронный привод. Недостатками его являются сложный запуск, проскальзывание ленты и ударные нагрузки в приводе, повышенный износ оборудования, значительный расход электроэнергии при неполной загрузке и работе конвейера вхолостую.

Опыт эксплуатации ленточных конвейеров подтвердил, что для снижения затрат электроэнергии, уменьшения износа транспортной ленты, роликов и става конвейера наиболее эффективным средством является применение частотно-регулируемого электропривода, который позволяет регулировать скорость движения ленты в зависимости от фактической загрузки конвейера. Часто при этом машина приобретает дополнительные технологические преимущества без внесения изменений в её конструкцию.

Применение частотно-регулируемого электропривода для управления приводными станциями ленточных конвейеров обеспечивает:

- плавный запуск и останов асинхронных электродвигателей конвейера;
- автоматическое регулирование скорости движения ленты, применительно к конкретным горнотехническим особенностям

производства, в зависимости от фактической загруженности и технологических режимов работы оборудования;

- повышение технического уровня шахтных ленточных конвейеров за счёт автоматизации работы приводных станций, улучшения качества диагностики и защиты электрических цепей;

- снижение динамических нагрузок в приводе и тяговом органе в рабочих режимах и в режимах перегрузок и стопорения механизмов;

- повышение надежности, увеличение ресурса и срока службы технологического оборудования;

- повышение ресурса тягового органа – ленты;

- существенное снижение затрат электроэнергии на транспортирование полезных ископаемых за счёт оптимизации нагрузок при холостых, или близких к ним, режимах.

Экономия электроэнергии при эксплуатации транспортирующего оборудования с регулируемым приводом достигает 30-40% [3], а затраты на оснащение привода ленточных конвейеров частотными преобразователями окупаются менее, чем за год за счет экономии электроэнергии, повышения ресурса и долговечности оборудования, уменьшения затрат на техническое обслуживание конвейера.

Эксплуатационные исследования многодвигательного шахтного конвейера с регулированием скорости для стабилизации единичной загрузки ленты, которые были проведены на шахтах Германии и Польши показали, что в натуральных условиях скорость ленты конвейера может быть значительно ниже номинальной. Конвейер работал со скоростью от 0 до  $0,65V_n$  - 90% всего времени, а от  $0,65$  до  $1,0 V_n$  соответственно всего 10% [1].

Поэтому целесообразно провести анализ работы привода ленточного конвейера при варьировании скорости и грузопотока.

На рис. 1 представлены результаты анализа влияния скорости движения тягового органа конвейера и интенсивности грузопотока на нагрузку привода. Из полученных результатов следует, что в зависимости от объёма грузопотока значение тягового усилия при постоянной скорости изменяется в несколько раз (например, при  $V = 2$  м/с тяговое усилие изменилось в 3,5 раза), тем самым меняется нагрузка двигателя и, как следствие, его скольжение. Поскольку оптимальное скольжение соответствует максимуму коэффициента мощности и КПД, необходимо регулирование скорости движения ленты для достижения оптимальной работы ЭП.

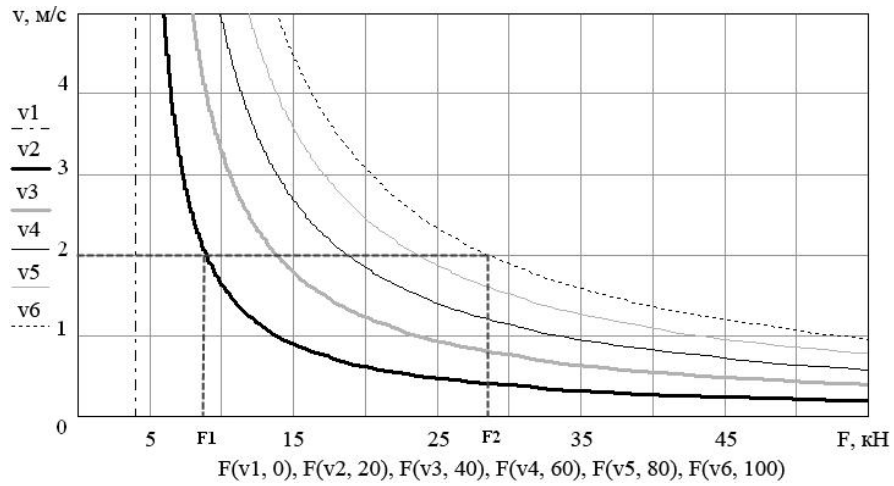


Рисунок 1 – Влияние скорости движения ленты  $V$  и объема грузопотока  $Q$  на величину тягового усилия конвейера  $F$

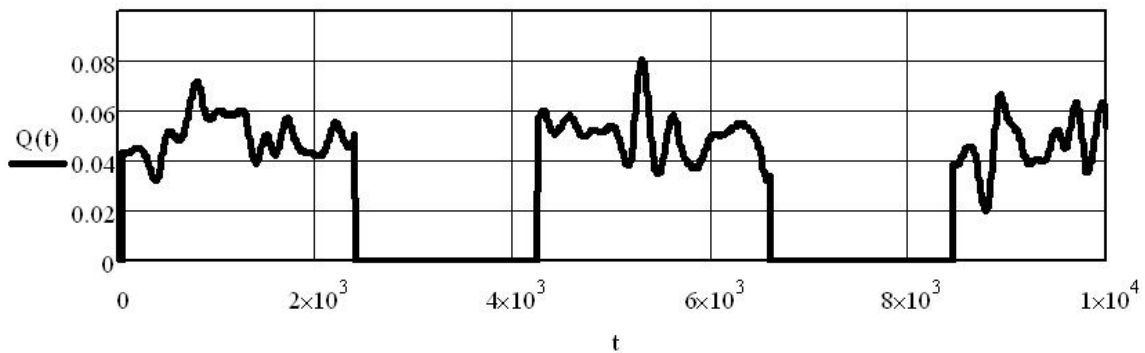


Рисунок 2 – Функция грузопотока  $Q$  с учетом цикличности работы участка

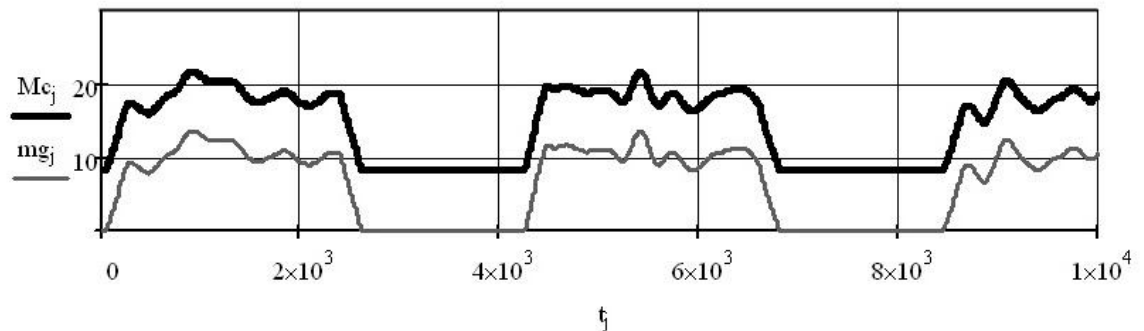


Рисунок 3 – Функция массы груза на ленте  $mg$  и статического момента сопротивления на валу двигателя  $Mc$  с учётом цикличности работы участка

Высказанные выше предположения подтверждаются результатами математического моделирования работы ленточного конвейера (рис. 3) в условиях переменного грузопотока, обусловленного цикличностью работы очистного забоя. По представленным диаграммам видно, что при отсутствии регулирования скорости, статический момент сопротивления электродвигателя, в зависимости от грузопотока, значительно варьируется, что негативно сказывается на надёжности двигателя и

рациональности его энергопотребления. Если же регулировать скорость в зависимости от грузопотока можно добиться оптимальных значений энергетических показателей электропривода ленточного конвейера, а также увеличить срок службы грузонесущего органа, стоимость которого составляет от 40 до 75% стоимости всего конвейера [1]. Поэтому целесообразно при снижении грузопотока, уменьшать частоту вращения приводного АД. За счет этого обеспечивается постоянство удельной массы перемещаемого груза, а, следовательно, и момента на валу двигателя.

Для оценки возможного снижения энергопотребления при применении регулируемого электропривода ленточного конвейера в сравнении с нерегулируемым электроприводом было вычислено относительное потребление электрической энергии при транспортировании груза одинакового объема системами с нерегулируемым электроприводом, с частотно-регулируемым электроприводом, обеспечивающим плавное регулирование скорости ленты конвейера, с двухскоростным электроприводом с различным соотношением номинальных угловых скоростей, равным 1:2 и 1:3, обеспечивающим дискретное регулирование линейной скорости ленты конвейера [1].

При оценке принималось, что система автоматического управления частотно-регулируемым электроприводом обеспечивает поддержание постоянной погонной нагрузки конвейера. В этом случае электропривод конвейера работает с оптимальной энергоемкостью. Численные значения параметров электропривода приведены для ленточного конвейера типа 2Л80У. Полученные данные потребления электрической энергии приводом конвейера приведены в табл. 1 в относительных единицах. За базовое значение принято потребление электрической энергии нерегулируемым электроприводом.

Из анализа данных табл. 1 следует, что применение плавного регулирования линейной скорости ленты, например с помощью частотно-регулируемого электропривода, позволяет снизить энергопотребление на 26...38 % по сравнению с нерегулируемым электроприводом. Применение дискретного регулирования линейной скорости ленты конвейера с использованием двухскоростного электропривода с соотношением угловых скоростей

1:2 и 1:3 позволяет снизить потребление электроэнергии на 5... 21 % по сравнению с нерегулируемым приводом. Экономия энергии при применении регулируемого привода тем выше, чем ниже нагрузка конвейера.

Таблица 1 – Потребление электрической энергии приводом конвейера

Тип электропривода конвейера	Потребление энергии при загрузке конвейера, о.е.	
	низкой	высокой
Нерегулируемый асинхронный	1,0	1,0
Частотно-регулируемый асинхронный	0,62	0,74
Двухскоростной асинхронный с соотношением угловых скоростей:		
	1:2	0,79
	1:3	0,80
	0,92	0,95

Таким образом, применение частотно-регулируемого электропривода конвейера, обеспечивающего плавное регулирование линейной скорости ленты, позволяет получить максимальную экономию электроэнергии транспортирования груза при переменном грузопотоке. Немаловажное значение имеет и возможность плавного пуска конвейера. Отметим, что особенностью частотно-регулируемых электроприводов конвейера является необходимость применения асинхронного электродвигателя с принудительным охлаждением, чтобы при регулировании угловой скорости ниже номинальной условия охлаждения двигателя не изменялись. Это позволяет обеспечить по условиям нагрева постоянный, равный номинальному значению, момент на всех скоростях АД.

Список источников.

1. Энергосберегающий асинхронный электропривод. Под ред. И. Я. Браславского – М.: Academia, 2004. – 202 с.
2. Копылов И.П. Электрические машины: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2002. – 607 с.
3. Малиновский. А.К. Автоматизированный электропривод машин и установок шахт и рудников: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1987. – 277 с