

*Худобин К.В.
(г. Алчевск, ДонГТУ, Украина,
hudobin1987@mail.ru)*

ПРИМЕНЕНИЕ ТИРИСТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ В ПРИВОДЕ СКРЕБКОВОГО КОНВЕЙЕРА

Произведен обзор существующих приводов скребкового конвейера. Описаны условия работы и требований к данным устройствам, проведен сравнительный анализ. Предложен альтернативный привод скребкового конвейера, в котором есть возможность плавного пуска, экстренного торможения и возможность работы на основной и вспомогательной скоростях, которая составляет 1/5 от основной.

Ключевые слова: *скребковый конвейер, тяговый орган, динамические нагрузки, плавный пуск, экстренное торможение, ключи, асинхронный двигатель.*

Зроблено огляд існуючих приводів скребкового конвеєра. Описані умови роботи і вимог до даних пристроїв, проведений порівняльний аналіз. Запропоновано альтернативний привід скребкового конвеєра, в якому є можливість плавного пуску, екстреного гальмування і можливість роботи на основній та допоміжній швидкостях, яка становить 1/5 від основної.

Ключові слова: *скребковий конвеєр, тяговий орган, динамічні навантаження, плавний пуск, екстрене гальмування, ключі, асинхронний двигун.*

Цепь скребкового конвейера во время работы подвергается значительным статическим и динамическим нагрузкам, оказывающим существенное влияние на ее надежность.

Исследования [1-4] показали, что порывы цепей происходят под действием динамических нагрузок при пуске и заклинивании скребковых конвейеров. Снижение динамических нагрузок при пуске и применения средств защиты при заклинивании скребкового конвейера позволит повысить надежность его работы и снизить простои лавы. В качестве защиты при заклинивании можно использовать электродинамическое торможение.

В работе [1] было отмечено, что применение упругого звена в приводном устройстве скребковых конвейеров, позволяет снизить ди-

динамические нагрузки в тяговом органе. В качестве упругого звена могут использоваться различные муфты (гидравлические и электрические). Наиболее широкое применение нашли гидромуфты. Ряд исследований посвящено применению электромагнитных муфт сухого трения [3], электромагнитных муфт скольжения [4]. Одним из основных недостатков применения в качестве упругого звена гидромуфты, является то, что она не может работать в приводах с регулируемой скоростью. Сами гидромуфты имеют низкую надежность и требуют дополнительного обслуживания.

Следует отметить, что забойные скребковые конвейеры, как один из видов транспорта выполняют и ряд вспомогательных функций, среди которых доставка вспомогательных и крепежных материалов в очистной забой со скоростью (по требованиям МакНИИ), которая не должна превышать 0.3 м/с. Двухскоростной привод можно получить если:

- применить двухскоростные двигатели;
- использование источников напряжения с регулированием частоты.

Применение двухскоростного двигателя позволяет также решить задачу по снижению динамических нагрузок в тяговом органе путем выполнения определенной последовательности включения электродвигателей головного и хвостового привода на первую и вторую скорость. Работа двухскоростного двигателя по специальному графику позволяет снизить динамические нагрузки в тяговом органе при пуске.

Интересно сравнить двигатели ЭДКВФ 315 М12/4 и ЭДКОФ 315 М-4 которые выпускаются на ОАО ПЭМЗ им. К. Маркса. Двухскоростной двигатель ЭДКВФ 315 М12/4 имеет номинальную мощность 160кВт при номинальной скорости 1500об/мин и при скорости 500об/мин. номинальная мощность 55кВт. Двигатель ЭДКОФ 315 М-4 имеет номинальную мощность 160кВт при номинальной скорости 1500об/мин. и мог бы заменить двигатель ЭДКВФ 315 М12/4 при условии снижения скорости за счет системы управления. Так в двигателе ЭДКВФ 315 М12/4 по сравнению с двигателем ЭДКОФ 315 М-4 на 40% возросла масса черных металлов, на 45 % увеличилась масса обмоточного провода. Кроме того двигатель ЭДКВФ 315 М12/4 имеет водяное охлаждение что значительно увеличивает затраты на его изготовление станины. Все это приводит к значительному удорожанию двигателя ЭДКВФ 315 М12/4.

Эти недостатки двухскоростных приводов скребковых конвейеров заставляют искать новые решения, которые лежат в области использования электроприводов постоянного и переменного тока с регулируемой частотой вращения.

На основании изложенного можно сформулировать основные требования к приводу скребкового конвейера.

Это возможность как минимум, ступенчатого регулирования скорости, наличие плавного пуска, электродинамического торможения при заклинивании тягового органа.

Все эти задачи можно осуществить, используя асинхронный двигатель с тиристорной системой управления.

В [5] предложен многоскоростной асинхронный электропривод, который позволяет получать необходимые скорости движения тягового органа, скребкового конвейера, за счет формирования питающего напряжения по специальной схеме.

Для получения скорости вращения привода, равной $1/3$ от номинальной предлагается включать по схеме, приведенной на рис. 1а.

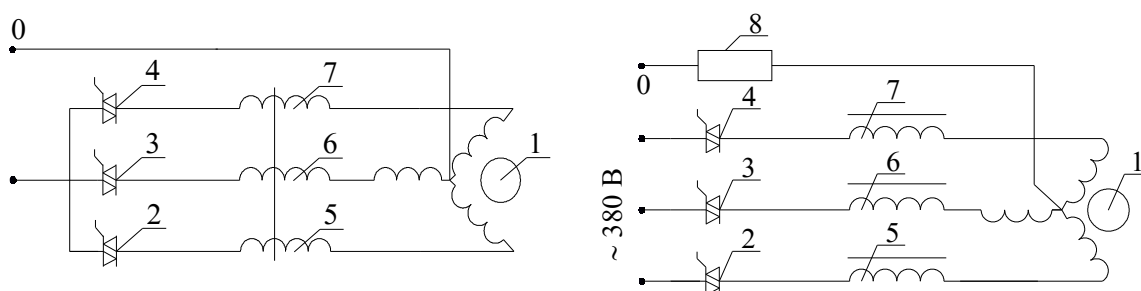


Рисунок 1 - Схемы включения асинхронного двигателя при квазичастотном управлении а - для получения скорости $n_n/3$; б - для получения скорости $n_n/5$

Напряжение, подаваемое на каждую фазу обмотки статора асинхронного двигателя 1, формируется ключами 2, 3, 4 и подается на нее в течение одного полупериода питающего однофазного напряжения поочередно, на каждую фазу двигателя. Реакторы 5, 6, 7 являются фильтрами для высших гармоник. Для подавления особо опасных гармоник кратных трем эти реакторы размещены на общем стержне магнитопровода [6]. Кривые изменения питающего напряжения приведены на рис. 2.

Другой способ регулирования скорости привода, который представляется более перспективным, позволяет уменьшить скорости вращения асинхронного двигателя в пять раз [7].

Схема включения двигателя по такому способу приведена на рис. 1б.

В этом случае напряжение формируется ключами 2, 3, 4 подключаемых в каждую фазу обмотки двигателя: в течение пяти полупериодов напряжения сети пропускаются две полуволны одного знака, а в течение пяти следующих полупериодов две полуволны противоположного знака.

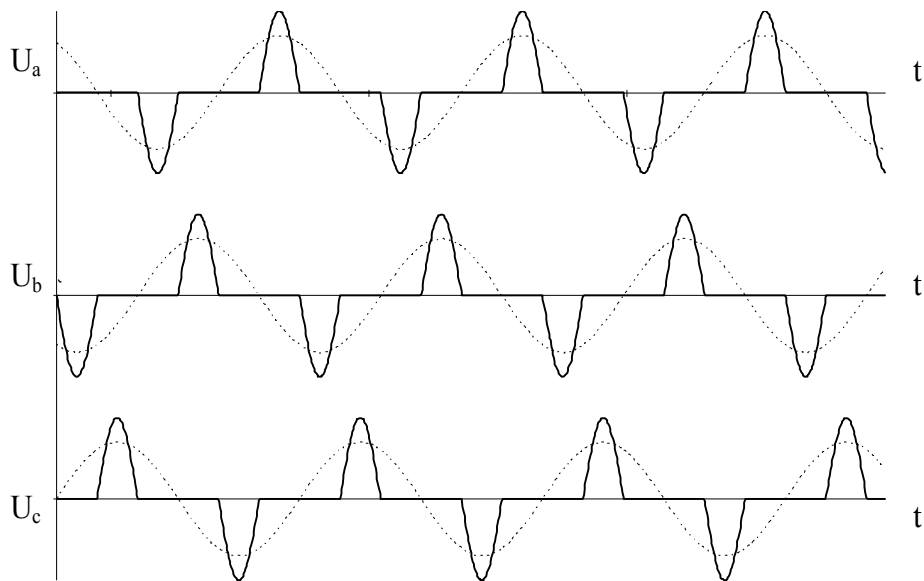


Рисунок 2 - График изменения напряжения, питающего двигатель, при изменении скорости 1-3

Время включения в разных фазах подбирается так, чтобы получить сдвиг фаз на 120 градусов. График напряжения питающего двигатель по указанной схеме приведен на рис. 3.

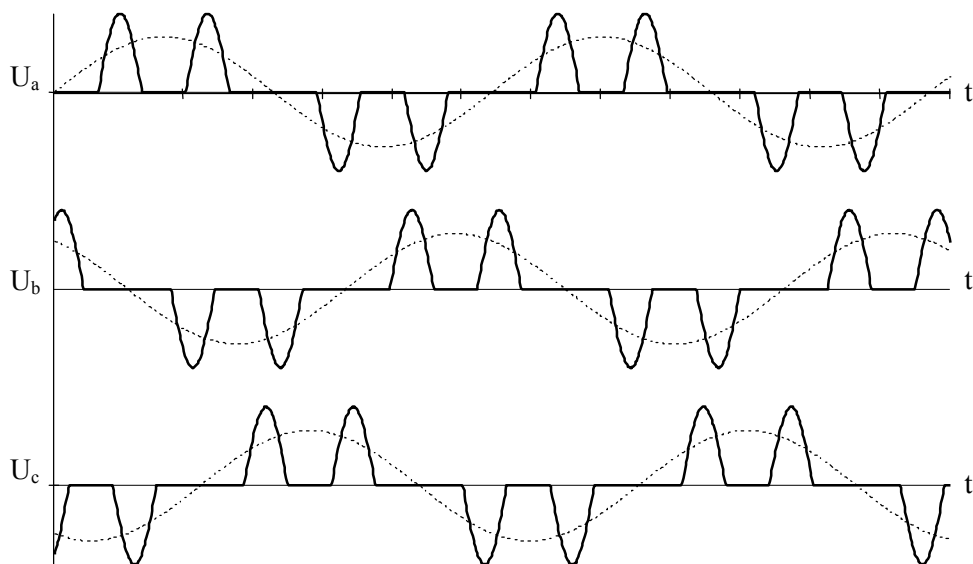


Рисунок 3 - График изменения напряжения, питающего двигатель, при изменении скорости 1-5

По схеме на рис.3а для ограничения высших гармоник применяют фильтр, состоящий из трех катушек расположенных соосно на общем стержне.

Включенные в фазы двигателя реакторы рис.1б ограничивают пятую, седьмую и т.д. гармоники тока, а активное сопротивление в нулевом проводе ограничивает величину тока высших гармоник кратных трем.

Работоспособность привода по схемам а и б была оценена на макетном образце. Испытывался асинхронный двигатель АОЛ-22-4, со следующими номинальными данными: мощность - 400 Вт; напряжение - 220/380В; частота вращения ротора - 1400об/мин, КПД - 70 %; коэффициент мощности – 0,76 . По предложенной схеме был изготовлен и испытан макетный образец, который подтвердил работоспособность предложенной схемы, получен патент на полезную модель [7].

Проведенные испытания показали, что двигатель имеет достаточно жесткую механическую характеристику, в диапазоне нагрузок от 0 до 35 Вт. Скорость вращения ротора изменялась в пределах от 294 до 284 об/мин. Коэффициент полезного действия при нагрузке в 35 Вт составил 77%. Такие характеристики являются приемлемыми для низкой скорости тягового органа, что подтверждает работоспособность указанной схемы.

Наличие тиристоров в силовой цепи позволяет осуществить плавный пуск двигателя, для чего достаточно плавно уменьшать угол открытия симисторов. При этом напряжение, момент и скорость двигателя будут плавно возрастать, что обеспечит пуск конвейера без динамических ударов.

При тиристорном управлении можно осуществить экстренное торможение двигателя при заклинивании рабочего органа. Для этого, если двигатель включен по схеме рис.1б., то при механических перегрузках, ток двигателя начинает расти. В этом случае два ключа, например 3 и 4 открываются в одном направлении, а ключ 2, закрывается. Постоянная составляющая тока протекает через ключи 3 и 4 фазы обмотки двигателя и сопротивление в нулевом проводе, осуществляя электродинамическое торможение. Сопротивление 5, ограничивает величину тока до безопасной величины и уменьшает время переходного процесса [8].

Если причиной роста тока стало короткое замыкание в кабеле или обмотке двигателя, то питание по указанной схеме (через ключи и сопротивление в нулевом проводе) не приведет к аварийной ситуации так как для тока короткого замыкания ключи открыты встречно, а наличие сопротивления в нулевом проводе ограничит ток до безопасной величины.

Таким образом, использование в приводе скребкового конвейера асинхронного двигателя с описанным принципом управления позволяет получить высокие технико-экономические показатели.

Выводы: Предложен альтернативный привод скребкового конвейера, в котором есть возможность плавного пуска, экстренного торможения и возможность работы на основной и вспомогательной скоростях, которая составляет 1/5 от основной.

Библиографический список

1. Штокман И. Г. Динамика тяговых цепей рудничных конвейеров / И. Г. Штокман М. - Углетехиздат, 1969. - 290 с.

2. Кондрахин В.П. Математическая модель для исследования нагрузок в двухскоростном многодвигательном приводе и тяговом органе скребкового конвейера /[В.П. Кондрахин и др.] // Научные труды ДонНТУ: серия "Горно-электромеханическая", вып.16 (142). - 2008. - С. 132-140.

3. Сигалов Л.Н. Исследование забойного скребкового конвейера с электромагнитной муфтой сухого трения: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. техн. наук.: 05.09.03 «Електротехнічні комплекси та системи»/ Л.Н. Сигалов. – Донецьк, ДПІ, 1968.

4. Щетинин Т.А. Электромагнитные муфты скольжения / Т.А. Щетинин. – М.: Энергоатомиздат, 1985.

5. Цодик И.А. Испытание асинхронного двигателя в многоскоростном электроприводе / Цодик И.А., Худобин К.В, Бакаев О.В. // Научные труды ДонНТУ, НТУ "ХПИ". – 2011. - №60. - С. 74-78.

6. Пат. 63380 України, МПК(2011.01) H02P 7/00. Багатошвидкісний асинхронний електропривід / Цодик І.А., К.В.Худобін, О.В.Бакаєв; заявник та патентовласник ДонДТУ. - № u2011 02331; заявл. 28.02.2011; опубл. 10.10.2011. Бюл. № 19.

7. Пат. 71485 України, МПК(2012.01) H02P 7/00. Багатошвидкісний асинхронний електропривід / Цодик І.А., О.В.Бакаєв, К.В.Худобін; заявник та патентовласник ДонДТУ. - № u2012 00918; заявл. 30.01.2012; опубл. 10.07.2012. Бюл. № 13.

8. Пат. 71487 України, МПК(2012.01) H02P 7/00. Багатошвидкісний асинхронний електропривід / Цодик І.А., О.В.Бакаєв, К.В.Худобін; заявник та патентовласник ДонДТУ. - № u2012 00920; заявл. 30.01.2012; опубл. 10.07.2012. Бюл. № 13.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. Луциком В.Д.