



e-ISSN: 2319-8753 | p-ISSN: 2320-6710

# IJIRSET

International Journal of Innovative Research in  
**SCIENCE | ENGINEERING | TECHNOLOGY**

# INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE RESEARCH

IN SCIENCE | ENGINEERING | TECHNOLOGY

Volume 10, Issue 5, May 2021

**ISSN** INTERNATIONAL  
STANDARD  
SERIAL  
NUMBER  
INDIA

**Impact Factor: 7.512**

9940 572 462

6381 907 438

[ijirset@gmail.com](mailto:ijirset@gmail.com)

[www.ijirset.com](http://www.ijirset.com)

# ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА АСИНХРОННЫХ МОТОРАХ НА ПРИМЕРЕ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «ARK ЕКО Tekstil»

Panoev Abdullo Tilloevich<sup>1</sup>, Bobomurodova Mehriniso Bobomurodovna<sup>2</sup>, Zoirov Jahongir Mirzoxid ugli<sup>3</sup>, Sharipov Abduqodir Shuxrat ugli<sup>4</sup>

БУХАРСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ<sup>1,2,3,4</sup>

**Аннотация:** В статье приведено частотное регулирование асинхронного электродвигателя и тем самым достичь к энергосбережению. Частотное управление является энергосберегающим, поэтому регулированием частоты вращения асинхронного двигателя обеспечиваются повышение коэффициента полезного действия и уменьшение потери мощности. А также анализированы активные и реактивные мощности потребляемые в ткацких и прядильных цехах в период 2020 годах и дана рекомендация по компенсации реактивной мощности.

**Ключевые слова:** частотное управление, асинхронный двигатель, энергосбережение, нагрузка, ткацкий станок, пусковой ток, частота вращения двигателя, активная, реактивная полезная мощность, коэффициент мощности, нагрузка.

После обретения независимости Республики Узбекистан во многих областях нашей страны были сооружены и введены в эксплуатацию большое количество фабрик текстильной и лёгкой промышленности. Привлечен в Республику большой объём зарубежных инвестиций. Одна лишь текстильная промышленность состоит из сложной и разнообразных отраслей. Одной из самых широких отраслей является производство хлопчатобумажной продукции. В Республике Узбекистан наряду с производством хлопчатобумажной продукции развивается и производство химических волокон. Это в свою очередь даёт возможность более расширить сырьевую базу и увеличить ассортимент продукции. Как нам известно, все механизмы и детали прядильных машин приводятся в движение благодаря электромоторам. Одним из самых часто используемых на прядильных машинах электромоторов являются асинхронные моторы. На сегодняшний день на предприятии «ARK ЕКО Tekstil» города Бухары используются прядильные машины типа R-923, на которых применяются трехфазовые роторные асинхронные моторы короткого замыкания 2SE132M-4A, FDR100LC/4Q и других видов. Их мощность составляет 7,5 кВт, 9,2 кВт, 2х11 кВт, 15 кВт, 3х18,5 кВт, 2х22 кВт, а напряжение 220/380 В. На текстильных предприятиях основными потребителями реактивной мощности являются трехфазовые асинхронные моторы. Динамика изменения реактивной мощности выражается коэффициентом реактивной мощности [1]:

$$tg\varphi = \frac{Q}{P}, \quad (1)$$

где  $Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$  – реактивная мощность,  $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$  – активная мощность,  $\varphi$  – угол между векторами напряжения и тока.

При этом  $tg\varphi$  для более подробного описания производительных режимов потребителей

электричества чаще используется коэффициент мощности:  $\cos\varphi = \frac{P}{U \cdot I}$ , (2)

где  $S = U \cdot I$  – полная мощность.

Коэффициент мощности является коэффициентом, характеризующим долю полной мощности, расходуемой на полезную работу. При снижении коэффициента мощности увеличивается полная мощность сети, т.е. [2]:

$$S_T = \frac{P_p}{\cos \varphi}, \quad (3)$$

где  $P_p$  — активная мощность потребителя при неизменных значениях  $U$

$$I_P = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad (4)$$

увеличивается значение реактивного тока ток, что приводит к увеличению эксплуатационных затрат, т.е. увеличивается потеря электроэнергии в сети:

$$\Delta P = 3 \cdot R \cdot I_P^2 = \frac{R \cdot P_p^2}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi}, \quad (5)$$

где  $R$  — активное сопротивление одной фазы трёхфазового прибора.

Определение коэффициента мощности АД. Определение коэффициента мощности АД выполняется следующим выражением [3]:

$$\cos \varphi = P/S = P/\sqrt{P^2 + Q^2} \quad (6) \text{ откуда } P = M \cdot \omega_0 + 3 \cdot I_1^2 \cdot R_1 \text{ - активная мощность;}$$

$$Q = 3 \cdot I_\mu^2 \cdot x_\mu + 3 \cdot I_1^2 \cdot x_1 + 3 \cdot I_2^2 \cdot x_2 \text{ - реактивная мощность; } S = \sqrt{P^2 + Q^2} \text{ - полная мощность.} \quad (7)$$

для получения  $\cos \varphi = 1,0$  обычно приходится соединить батарею дополнительных конденсаторов. Подсчёт ёмкости конденсаторов, необходимых для компенсации реактивной мощности, выполняется при помощи следующей формулы:

$$C = \frac{P}{\omega \cdot U^2} \cdot (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2), \quad (8)$$

где  $P = I_a \cdot U$  — активная мощность потребителя электроэнергии,  $\omega = 2\pi f$  — угловая частота,  $U$  — напряжение сети,  $\varphi_1, \varphi_2$  — вектор тока до и после компенсации реактивной мощности, углы между  $\dot{I}$  и напряжением сети  $U$ . Мощность конденсаторных батарей определяется следующей формулой [3]:

$$Q = P \cdot (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2). \quad (9)$$

Анализ потребления электроэнергии на предприятие за 2020 год показывает увеличение показателя реактивной мощности на предприятии. Таким образом, в результате часть электроэнергии, потребляемой на предприятии, будет неэффективно израсходована. Это означает, что необходимо компенсировать реактивную мощность. Для этого рядом с входящим в цех шитом устанавливается шкаф для отдельно располагаемых конденсаторов. В этот шкаф устанавливаются конденсаторы. В процессе эксплуатации электромоторов прядильных машин на предприятии ООО «ARK ЕКО Tekstil» компенсация реактивной мощности при помощи конденсатора повышает эффективность мер по достижению сбережения электроэнергии. В заключении можем сказать, что целью применения управляемых конденсаторов в процессе эксплуатации электромоторов на текстильных предприятиях является не только компенсация реактивной мощности, но также служит и сохранения установленное значение передаваемого из сети напряжения при максимальной и минимальной нагрузке. В результате на примере текстильного предприятия ООО «ARK ЕКО Tekstil» путём покрытия реактивной мощности на прядильных машинах при помощи конденсатора повышает эффективность мер по достижению сбережения электроэнергии. На текстильном предприятии ООО «ARK ЕКО Tekstil» города Бухары применяемые электромоторы могут быть приведены в действие несколькими различными способами. К ним относятся запуск с применением современных энергосберегающих моторов, достижение энергосбережения при помощи изменения мощности моторов, достижение энергосбережения путём покрытия реактивной мощности моторов, а также управление скорости моторов на ткацких станках при помощи преобразователя частот. По причине того, что в процессе запуска моторов ткацких машин они имеют очень большой ток запуска, они требуют отдельного внимания на способы запуска. При передаче мощности на электромоторы ткацких машин возникает скачок тока, который именуется током запуска или ток в заторможенном роторе. Ток запуска бывает в 5-10 раз выше номинального тока и производит краткосрочный эффект. После получения ускорения ток в электромоторе снижается до минимального значения. В

соответствии с имеющимися нормами и правилами, для снижения тока запуска используются различные способы запуска моторов. Наряду с этим необходимо принять ряд мер для стабилизации напряжения обеспечения. Одним из этих способов является способ управления асинхронных моторов ткацких машин при помощи преобразователя частот. Целью предлагаемого способа является повышение эффективности процесса путём управления моторов ткацких машин при помощи преобразователя частот и сбережение электроэнергии, что составляет новизну предлагаемого способа. Для этого запуск и управление асинхронных моторов ткацких машин выполняется при помощи преобразователя частот, который устанавливается между автоматом и мотором и управляется частотой вращения мотора, что приводит к дополнительному сбережению электроэнергии. К сети напряжения  $U=380\text{В}$  соединяется автомат, преобразователь частот устанавливается между автоматом и мотором и управляется частотой вращения мотора. При запуске мотора мотор плавно работает и не происходит обрыва пряжи. Кроме того, при запуске дополнительно сберегается электроэнергия. Таким образом, выполнение способа управления производится автоматически (натяжение основы и скорость прядения), и обеспечивается эффективность процесса ткачества и сбережение электроэнергии. В процессе производства бязи из пряжи на ткацких станках способ управления скорости вращения асинхронных моторов ткацких машин при помощи преобразователя частот отличается тем, что в ходе запуска ткацких станков их электромоторы запускаются плавно, что в результате предотвращает разрыв пряжи, и электроэнергия моторов сберегается в 3-4 раза, выпускается качественная бязь при меньшем времени. В процессе прядения пряжи на ткацких станках предотвращается разрыв пряжи. До применения частотных преобразователей для выполнения этой задачи использовались редукторы с зубчатой передачей (шестерёнка). Это в свою очередь приводило к различным осложнениям. Исходя из особенностей производственных технологий, если приходится сократить или увеличить количество оборотов асинхронных моторов, то требуется использование дополнительных механизмов в электроприводе, в свою очередь, увеличить мощность асинхронных моторов. При помощи частотных преобразователей можно непосредственно изменять частоту электромоторов и контролировать количество оборотов. Одним из преимуществ данного способа является то, что между асинхронным мотором, током и вращающим моментом имеется прочная связь, что позволяет частотному преобразователю понизить ток запуска. Рабочий принцип мягкого запуска асинхронных моторов, как и все приборы мягкого запуска, являются тиристорными выпрямителями влияющего напряжения, где схема выпрямления, алгоритмы выпрямления в зависимости от нагрузки на асинхронные моторы, сервисные функции могут отличаться друг от друга. По причине того, что приборы мягкого запуска используют фазовые способы управления, они позволяют работе режима тяжелого запуска электроприводов по принципу «номинал - номинал». На данных приборах мягкого запуска установлены коррекция коэффициента мощности и энергосберегающий режимы, что позволяет увеличить количество запусков. Усовершенствованным решением обеспечения мягкого запуска, дающим положительные результаты как с функциональной, так и с технической точки зрения, без подключения к обходному контактору, постоянно сохраняющегося в цепи управления, свободным от механических коммутаций, т.е. абсолютно исключает контактное искрение, что очень необходимо для взрывоопасных производств. Сфера применения с технической точки зрения является универсальной, имеется возможность применения для динамического торможения и обратного вращения мотора. При применении установленных алгоритмов трёхфазового управления можно оптимизировать работу асинхронного мотора, чем можно улучшить энергетические характеристики асинхронного мотора. Таким образом, мягкий запуск асинхронных моторов ткацких станков позволяет эффективную работу при запуске асинхронных моторов и предотвратит преждевременную непригодность моторов. Мягкий запуск асинхронных моторов даёт возможность эффективной работы ткацких станков только при условии определенного выбора установленного номинала. Критериями такого выбора обычно являются вид нагрузки мотора, параметры запуска и паспортные данные. Поэтому при выборе приборов мягкого запуска асинхронных моторов важным является учитывать их сферу их намечаемого использования. Характеристики запуска ткацких станков условно можно разделить на три вида. Каждый из них мы рассмотрим по отдельности. Рабочие режимы мягкого запуска асинхронных моторов ткацких станков мы разделим на следующие три группы:

- нормальный режим – время запуска работы от 10 секунд до 20 секунд, значения тока запуска ограничиваются степенью  $3.5 \times I_{\text{ном}}$
- тяжёлый режим – характеризуется немного большими нагрузками с инерционными моментами. Значения тока запуска ограничиваются степенью  $4.5 \times I_{\text{ном}}$ , время ускорения составляет 30 секунд
- крайне тяжёлый режим – предусматривает наличие крайне высоких инерционных моментов. Значения тока запуска могут достигать  $5.5 \times I_{\text{ном}}$ , а время ускорения может значительно превысить 30 секунд

*Виды мягкого запуска асинхронных моторов ткацких станков:*

1. Регуляторы момента запуска контролируют лишь одну фазу (однофазовое управление) трёхфазового асинхронного мотора. Хотя этот способ управления и может контролировать плавный запуск мотора, не может обеспечить снижение тока запуска. На самом деле при управлении момента запуска ток в витках мотора равен току прямого запуска. Наряду с этим, в отличие от способа прямого запуска данный ток долго проходит через виток, поэтому асинхронный мотор может нагреваться. Такого рода приборами невозможно пользоваться в приводах, где необходимо снижение токов запуска. Они не могут обеспечить запуск высоких инерционных механизмов (риск нагревания мотора), а также последовательный запуск электропривода (торможение). 2. Управление напряжением без сигнала обратной связи. Это может работать лишь при помощи вводимой пользователем программы. По причине отсутствия обратной связи от асинхронного мотора, нет возможности изменения частоты вращения мотора в зависимости от изменяющейся мощности. В других же случаях такого рода приборы полностью отвечают требованиям к приборам плавного запуска, и имеют возможность управления всех фаз асинхронного мотора. Этот вид приборов плавного запуска является одним из самых распространённых. Схема запуска мотора определяется путём задачи первичного значения начального напряжения и определением времени, требуемой для запуска. Большое число этих приборов также могут быть использованы для ограничения тока запуска, для этого при запуске выполняется снижение напряжения. Также, при помощи этих приборов, управляя асинхронными моторами ткацких станков, можно выполнить замедленную и плавную остановку привода. Двухфазовые выпрямители могут понижать напряжение в трех фазах мотора, но при этом ток не будет сбалансированным. 3. Приборы управления напряжения с сигналом обратной связи являются современным видом вышеуказанных приборов такого типа. Эти приборы, не превышая введенные пользователем значения, могут управлять напряжением с учётом текущего значения тока. Также, полученные данные могут быть использованы в работе различных средств защиты (дисбаланс фаз, чрезмерная нагрузка и т.д.). Объединив данный вид приборов плавного запуска асинхронных моторов, а также другие подобные приборы и средства, можно сформировать единую систему управления асинхронных моторов.

**В качестве примера:** первым способом сбережения электроэнергии является изменение мощности асинхронных моторов ткацких станков. Путём изменения мощности асинхронных моторов, применяемых на ткацких станках текстильного предприятия ООО «ARK ЕКО Tekstil» мы можем достичь сбережения электроэнергии. Как нам известно, если асинхронные моторы не работают на полную нагрузку, необходимо изменить мощность моторов. При замене не полностью нагруженных по мощности моторов на моторы с более низкой мощностью, если степень нагрузки менее 45%, то несомненно нужно заменить мотор на другой с более низкой мощностью. Если степень нагрузки более 70%, то нет необходимости замены мотора. Если степень нагрузки находится в интервале 45-70%, то нужно рассчитать потери активной мощности. Большинство моторов на предприятиях не работают на полную нагрузку. В этом случае, если нагрузка составляет 50-60%, то целесообразным будет изменить мощность мотора на более низкую мощность. Асинхронные моторы, применяемые на ткацких станках текстильного предприятия ООО «ARK ЕКО Tekstil» также не работают на полную нагрузку, в связи с чем мы можем достичь сбережения электроэнергии путём изменения мощностей. На текстильном предприятии ООО «ARK ЕКО Tekstil» работают 108 ткацких станков. Мощности 54-х асинхронных моторов на ткацких станках составляют  $P = 2,2$  кВт, а также других 54-х составляют  $P = 3$  кВт. Если заменить все моторы на ткацких станках на моторы с мощностью  $P = 2,2$  кВт, то можно достичь энергосбережения, которую можно подсчитать следующим образом: Мотор с  $P = 2,2$  кВт за 1 час потребляет  $P = 1$  кВт\*час электроэнергии. А мотор с  $P = 3$  кВт за 1 час потребляет  $P = 1,35$  кВт\*час электроэнергии.  $P = 1,35 - 1 = 0,35$  кВт\*ч.  $P = 0,35 * 54 = 18,9$  кВт\*ч. Активная энергия, потребляемая за 1 час на 54 ткацких станках. При расчёте за 1 сутки, т.е. за 24 часа,  $P = 18,9 * 24 = 453,6$  кВт\*ч. При расчёте за 1 месяц, т.е. за 30 дней,  $P = 453,6 * 27 = 12247,2$  кВт\*ч. При расчёте за 1 год, т.е. за 12 месяцев,  $P = 12247,2 * 12 = 146966,4$  кВт\*ч. Сумма сэкономленных денежных средств за год работы предприятия составляет

$$\text{Э}(1 \text{ год}) = 146966,4 * 295 = 43355088 \text{ сумов.}$$

Вторым способом сбережения электроэнергии является изменение управления асинхронных моторов ткацких станков при помощи преобразователя частот. Значения активной и реактивной мощности, потребленной асинхронными моторами с ротором короткого замыкания мощностью  $P = 2.2$  кВт, применяемых на ткацких станках предприятия ООО «ARK ЕКО Tekstil» приведены в следующей таблице 3:

Мотор 2,2кВт	P- кВт*ч	Q-кВар*ч	Сумма 1 кВт*с ЭЭ
За час	1	1,6	295
За сутки (24 часа)	24	38,4	
За месяц	720	1152	
За год (12 месяцев)	8640	13824	

В процессе управления асинхронных моторов ткацких станков предприятия ООО «ARK EKO Tekstil» при помощи преобразователя частот мы достигли энергосбережения следующим образом. В ходе проведения исследований мы пришли к такому выводу, что в процессе запуска при управлении скорости асинхронных моторов ткацких станков при помощи преобразователя частот можно достичь до 20% сбережения расходуемой электроэнергии. Мы можем отчётливо увидеть это при проведении следующих расчётов. Таким образом, количество сберегаемой электроэнергии для моторов ткацких станков мощностью P= 2,2 кВт и работающих 12 месяцев в год будет следующим:

$$\text{Э}(1\text{год, кВт}\cdot\text{час})=2,2\text{ кВт}\cdot(20\% / 100)\cdot 24\text{ часа}\cdot 27\text{ дней}\cdot 12\text{ месяцев}=3421,44\text{ кВт}\cdot\text{час}$$

В денежном значении, т.е. в суммах 1 кВт\*час=295 сумов (2020 год) сбереженных денежных средств. Э (1 год, сум.)=3421,44 кВт \* час \* 295 сум = 1009324,8 сум.

Если по целому предприятию есть 108 ткацких станков, то мы можем сэкономить

$$\text{Э}(1\text{год, сум.})=1009324,8\text{ сум}\cdot 108\text{ штук}=109007078,4\text{ сум.}$$

**Заключения** Были рассмотрены три способа энергосбережения в процессе эксплуатации асинхронных моторов, применяемых на текстильных предприятиях, т.е. в результате путём частотного управления асинхронных моторов, компенсации реактивной мощности, и правильного выбора мощности мотора было сэкономлено **152362166,4** млн сумов.

#### ЛИТЕРАТУРА.

1. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Elektr mashinalari.-Т.: O'FMJN, 2011,408 б.
2. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B. Elektromexanika.-Т.: Shams ASA, 2014, 391б.
3. Имомназаров А.Т. Асинхрон моторларнинг минимум қувват исрофи режимида ишлаши асослари // Тош ДТУ хабарлари. – Тошкент, 2005, № 2, 33 – 38 б.
4. Хошимов О.О., Имомназаров А.Т. Электромеханик тизимларда энергия тежамкорлик. Тошкент, «ЎАЖБНТ» Маркази, 2004, 96 б.
5. Салимов Ж.С., Пирматов Н.Б. Электр машиналари. Тошкент. -2011й
6. Пирматов Н.Б., Ахматов М.Г. Аномальные режимы работы синхронных машин двухосного возбуждения. — Т.: TTTS, 2003. -158 с.



**INNO**  **SPACE**  
SJIF Scientific Journal Impact Factor

**Impact Factor:  
7.512**

**ISSN** INTERNATIONAL  
STANDARD  
SERIAL  
NUMBER  
**INDIA**



# INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE RESEARCH

IN SCIENCE | ENGINEERING | TECHNOLOGY

 **9940 572 462**  **6381 907 438**  **ijirset@gmail.com**



[www.ijirset.com](http://www.ijirset.com)

Scan to save the contact details