

4. Yukhno E.K. *et al.* Excitation and emission spectra of LaInO<sub>3</sub>-based solid solutions doped with Sm<sup>3+</sup>, Sb<sup>3+</sup> // Journal of Luminescence. – 2017. – Vol.182. – P.123-129.
5. Yukhno E.K. *et al.* Excitation and photoluminescence spectra of single- and non-single-phased phosphors based on LaInO<sub>3</sub> doped with Dy<sup>3+</sup>, Ho<sup>3+</sup> activators and Sb<sup>3+</sup> probable sensitizer // Journal of Luminescence. – 2017. – Vol.190. – P.298-308.
6. Башкиров Л.А., Кандидатова И.Н., Першукевич П.П. Сенсибилизирующее воздействие ионов хрома (III) на фотолюминесценцию активированного ионами празеодима люминофора на основе индата лантана .// Доклады НАН Беларуси. – 2014. – Т. 58, № 1. – С. 81–84.
7. Кандидатова И.Н. Фотолюминофоры на основе LaInO<sub>3</sub> // Сборник материалов конференции в рамках Белорусско-Китайского молодежного инновационного форума «Новые горизонты – 2014» – Минск, 3–4 декабря 2014 г. – Минск: БНТУ, 2015. – С.50–51.

## РАБОТА ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ В АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНОМ РЕЖИМЕ

Рудченко Ю.А. к.т.н., доц.

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Эффективность применения безредукторного электропривода возвратно-вращательного (колебательного) движения с мягким реверсом обусловлена тем, что он позволяет не только уменьшить металлоемкость и исключить электромеханические удары в рабочей машине, но и облегчить интеграцию привода с рабочим инструментом, повысить динамические и энергетические показатели, а значит, в целом повысить производительность рабочей машины и качество выпускаемой продукции.

Подобный режим может возникнуть и при использовании трехфазного асинхронного электродвигателя, что было показано, например, в работах [1, 2]. В то же время автоколебательный режим работы асинхронного двигателя слабо изучен, в общезвестных литературных источниках по теории электрических машин и теории электропривода, например [3, 4] и др., нет упоминаний о данном режиме работы.

Целью работы является экспериментальное исследование работы трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором в автоколебательном режиме.

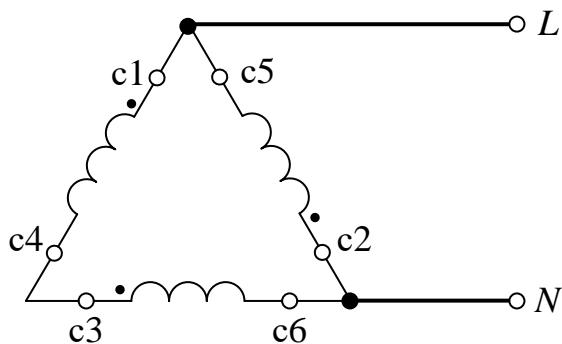
Для этого был изготовлен испытательный стен, описание и технические характеристики которого было приведены в работе [5].

Для работы в автоколебательном режиме двигатель подключали к сети по одной из схем однофазного включения [6]. В этом случае механическая характеристика асинхронного двигателя получается Z-образной, симметричной относительно начала координат. Экспериментально были исследованы возможные схемы включения двигателя и выбрана оптимальная (рис. 1).

При данной схеме включения потери мощности в двигателе наименьшие, скорость вращения вала двигателя при работе от однофазной сети наибольшая, возможный диапазон регулирования напряжения, для изменения параметров колебательного движения, также наибольший.

Запуск асинхронного двигателя в автоколебательный режим осуществляли способом, описанным в работе [7].

В ходе проведения испытаний асинхронного двигателя изменяли напряжение питания, а также суммарную жесткость автоколебательной системы, за счет изменения количества пружин. При этом контролировали изменение параметров колебательного движения (амплитуду и частоту колебаний), а также энергетические характеристики двигателя (потребляемую из сети активную мощность, КПД, значение силы тока и т.д.).



*Рис. 1. Схема включения асинхронного двигателя для работы в автоколебательном режиме*

По результатам проведенных измерений и дополнительных расчетов были сделаны следующие выводы.

1. Частота колебаний не зависит от изменения напряжения питания двигателя.
2. Частота колебаний вала двигателя зависит от количества пружин присоединенных к валу, с увеличением суммарной жесткости пружин частота колебаний увеличивается.
3. Амплитуда колебаний увеличивается с ростом напряжения питания двигателя.
4. С увеличением количества пружин прикрепленных к валу двигателя амплитуда колебаний вала уменьшается.
5. Частота и амплитуда колебаний зависят от схемы подключения трехфазного асинхронного двигателя к однофазной сети.
6. В зависимости от схемы подключения трехфазного асинхронного двигателя к однофазной сети двигатель в автоколебательном режиме может работать как на неустойчивой части механической характеристики, так и с «забеганием» рабочей точки в генераторный режим.
7. Двигатель потребляет из сети значительно меньше мощности, чем это требуется для растяжения пружин. Это говорит о том, что двигатель в рассматриваемой автоколебательной системе служит только для компенсации потерь мощности. Возвратно-поступательное (возвратно-вращательной) движение происходит за счет создания механического колебательного контура «масса - упругость» и сообщения данной системе начальной энергии – кинетической, в виде начальной скорости вращения вала двигателя (повернули вал) или потенциальной, в виде начального растяжения пружины.
8. Для работы в автоколебательном режиме лучше подходят асинхронные двигатели с высокими значениями критического момента и скольжения, и малым значением пускового момента.

### **Література**

1. Антипенко, В.И. Исследование асинхронного двигателя в автоколебательном режиме / В.И. Антипенко // Автоматика. – 1963. – № 4. – с 51–62.
2. Рудченко, Ю.А. Проблемы теории и практики безредукторных электроприводов периодического движения / Ю.А. Рудченко, А.В. Козлов, А.А. Толстенков // Вестник Белорусско-Российского университета – 2011. – №4. – с.129-137.
3. Вольдек, А.И. Электрические машины. Машины переменного тока: Учебник для вузов / А.И. Вольдек, В.В. Попов. – СПб.: Питер, 2010. – 350 с.
4. Чиликин, М.Г. Общий курс электропривода: Учебник для вузов / М.Г. Чиликин, А.С. Сандлер. – М.: Энергоиздат, 1981. – 576 с.

5. Рудченко, Ю.А. Стенд для изучения работы электромеханической автоколебательной системы «асинхронный двигатель - пружина» / Ю.А. Рудченко // Материалы XXII МНТК «Технология-2019». – 2019. – часть 2. – С. 83–85.
6. Торопцев, Н.Д. Трехфазный асинхронный двигатель в схеме однофазного включения с конденсатором / Н.Д. Торопцев. – М.: НТФ «Энергопрогресс», 2000. – 72 с.
7. Пуск асинхронного двигателя в автоколебательный режим / Ю.А. Рудченко, Н.В. Самовендюк, В.А. Савельев, А.А. Толстенков // Вестн. ГГТУ им. П.О. Сухого. – 2010. – № 1. – С. 82–89.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ И ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Феськов Д.П. магистрант

*Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого*

В настоящее время в Республике Беларусь, несмотря на строительство атомной электростанции, активно вводятся в эксплуатацию нетрадиционные возобновляемые источники энергии [1],[5],[6],[7],[8],[9]. Так в 2020 г планируется ввести в эксплуатацию 25 МВт мощностей ВИЭ [4]. Наибольшее распространение в нашей стране получили солнечные фотоэлектрические и ветроэнергетические станции.

Целью работы являлся анализ эффективности применения указанных выше энергетических установок в условиях Республики Беларусь.

В качестве критериев оценки эффективности применения солнечных и ветроэнергетических установок были приняты себестоимость выработки электроэнергии и удельная стоимость сооружения ВИЭ.

Путем интернет-поиска, а также в результате литературного обзора последних публикаций в научно-технических изданиях и средствах массовой информации [2], [3] были собраны исходные данные необходимые для проведения расчетов: годовую выработку электроэнергии ВЭУ при скорости ветра 4-4,5 м/с, и СЭС поликристаллических с КПД 13-17% со средней инсоляцией 2,86 кВт\*ч/м.кв. в сутки; годовые затраты на обслуживание ВЭУ и СЭС; годовые амортизационные отчисления для ВЭУ и СЭС; суммарные годовые издержки для ВЭУ и СЭС; коэффициент использования установленной мощности для ВЭУ и СЭС. Далее был произведен расчет критериев эффективности для солнечных и ветроэнергетических установок.

Себестоимость выработки электроэнергии определялась по выражению:

$$C_{\text{вып}} = \frac{I_{\text{год}}}{W_{\text{год}}},$$

где  $W_{\text{год}}$  – Годовая выработка электроэнергии, кВт\*ч за год.

$I_{\text{год}}$  – Суммарные годовые издержки, руб. бел./год

Удельную стоимость сооружения ВИЭ определяли по выражению:

$$C_{\text{удел}} = \frac{C_{\text{ВЭУ}}}{P_{\text{ВЭУ}}},$$

где  $C_{\text{ВЭУ}}$  – стоимость энергоустановки, руб.

$P_{\text{ВЭУ}}$  – установленная мощность энергоустановки, кВт.