

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД

Павловский А. Э.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Соломенцев В. М.

*Сибирский Федеральный Университет**Институт Горного Дела, Геологии и Геотехнологий*

В современном производстве наиболее используемым видом энергии является энергия электрическая вследствие легкости ее транспортирования и преобразования в другие виды энергии. Большая часть выработанной электроэнергии (около 60 %) потребляется электродвигателями, в которых происходит процесс преобразования электрической энергии в механическую. Процесс преобразования энергии неизбежно сопровождается ее потерями. В связи с ростом цен на энергоресурсы, а также дефицитом мощностей, проблема энергосбережения сегодня является одной из основных в энергетике.

Около 80 % от общего числа используемых двигателей составляют двигатели асинхронные. Это, как правило, нерегулируемые двигатели, используемые в приводе насосов, вентиляторов, компрессоров. При проектировании оборудования мощность двигателя принимается несколько больше требуемой. При работе машин часто возникают случаи, когда нагрузка на двигатель меньше того максимального значения, которое использовалось для выбора двигателя при проектировании. Поэтому при работе оборудования происходит снижение коэффициента полезного действия двигателя из-за недогрузки (рис. 1) и, как следствие, увеличение потерь энергии.

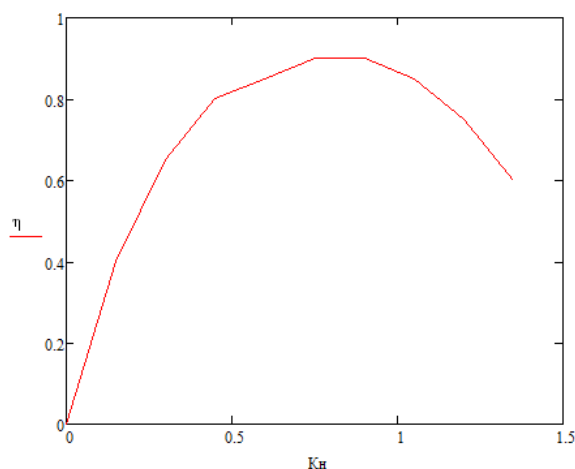


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента полезного действия двигателя от нагрузки

На рис. 2 показана энергетическая диаграмма нерегулируемого электропривода. Источником энергии является трансформатор ТУ, к которому подключен двигатель М. Нагрузкой двигателя является рабочий механизм РМ. Входная мощность $P_{вх}$, поступающая от трансформатора, преобразуется в механическую энергию в двигателе. Часть этой мощности рассеивается в виде потерь, зависящих от типа используемого двигателя и его нагрузки.

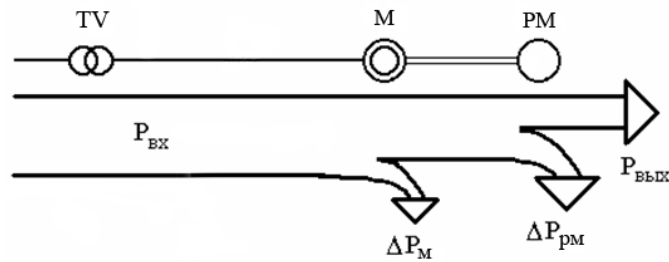


Рисунок 2 – Энергетическая диаграмма нерегулируемого электропривода

Из вышесказанного следует, что основным направлением в энергосбережении является переход к регулируемому приводу, который позволяет регулировать мощность, потребляемую из сети, а значит, поддерживать значение потерь энергии, возникающих в двигателе на минимальном значении. Это осуществляется посредством управления координатами двигателя: скоростью и моментом.

Наиболее эффективным является регулирование посредством изменения частоты питающего напряжения и его амплитуды. Для этого между источником питания и двигателем ставится преобразователь частоты.

Преобразователь частоты включает в себя два основных блока: управляемый выпрямитель, с помощью которого регулируется значение напряжения и инвертор, определяющий частоту выходного напряжения.

При использовании выпрямителей с естественной коммутацией включение вентилей любого типа происходит с задержкой на угол управления по отношению к точке естественной коммутации (рис. 3).

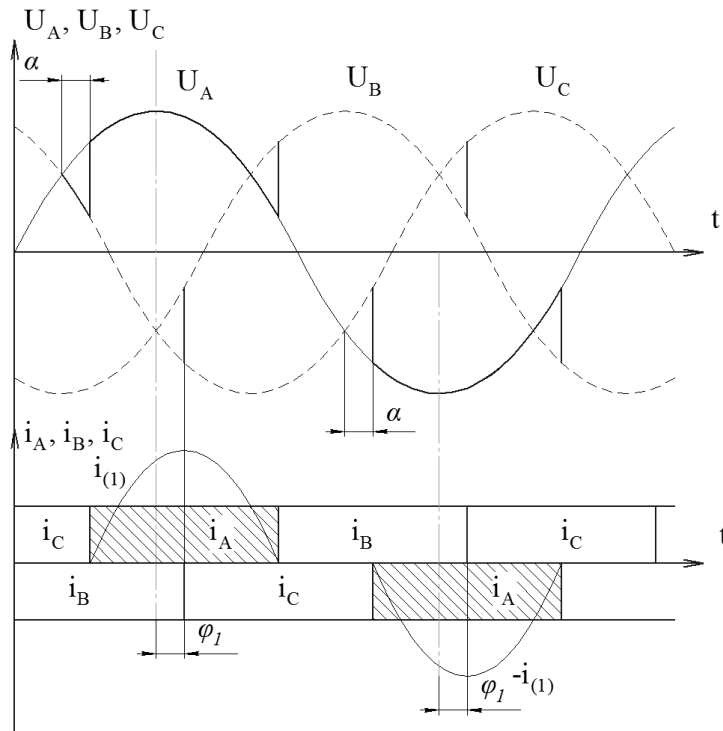


Рисунок 3 – Временные диаграммы трехфазного мостового управляемого выпрямителя

Если представить прямоугольный импульс выпрямленного тока суммой гармоник основная гармоника выпрямленного тока $i_{(1)}$ будет отставать от напряжения сети на угол φ_1 . Из-за наличия индуктивности в цепи нагрузки после изменения знака сетевого напряжения, ток еще некоторое время протекает через вентиль. Величина этого времени зависит от значения индуктивности и в предельном случае, когда $X_d = \infty$, ток протекает через вентиль в течение $2 \cdot \pi / \omega$, то есть 120 электрических градусов (для трехфазной схемы выпрямления). Это приводит к тому, что выпрямитель потребляет из сети реактивную мощность индуктивного характера. В результате снижаются энергетические показатели электропривода, возрастает нагрузка на сеть из-за увеличения реактивной мощности. Очевидно, что максимум потребления реактивной мощности приходится на максимальные значения угла регулирования выпрямителя. При этом потребление активной мощности минимально.

Решением выше обозначенной проблемы является применения выпрямителей, элементную базу которых составляют полностью управляемые вентили (транзисторы IGBT, тиристоры IGCT). При соответствующем подборе углов управления вентилей можно обеспечить нужный коэффициент мощности выпрямителя, тем самым компенсировать реактивную мощность.

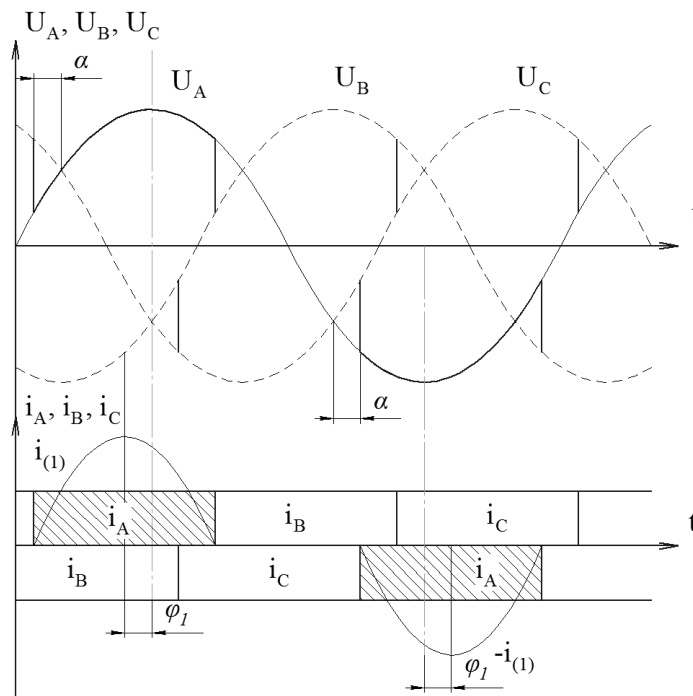


Рисунок 4 – Временные диаграммы работы трехфазного мостового управляемого выпрямителя на полностью управляемых вентильях

На рис. 4 приведены временные диаграммы работы выпрямителя на полностью управляемых вентильях. В данном случае вентили анодной группы работают с опережающим углом управления α , а вентили катодной группы – с отстающим. Таким образом обеспечивается компенсация реактивной мощности, потребляемой выпрямителем из сети. Один из вариантов схем преобразователей частоты с улучшенными энергетическими показателями, выполненный на базе IGBT транзисторов, показан на рис. 5.

Преобразователь включает в себя следующие функциональные элементы: TV – силовой трансформатор, UZ1 – управляемый выпрямитель, C – емкостный фильтр, UZ2

– автономный инвертор напряжения, системы управления выпрямителем СУВ и инвертором СУИ.

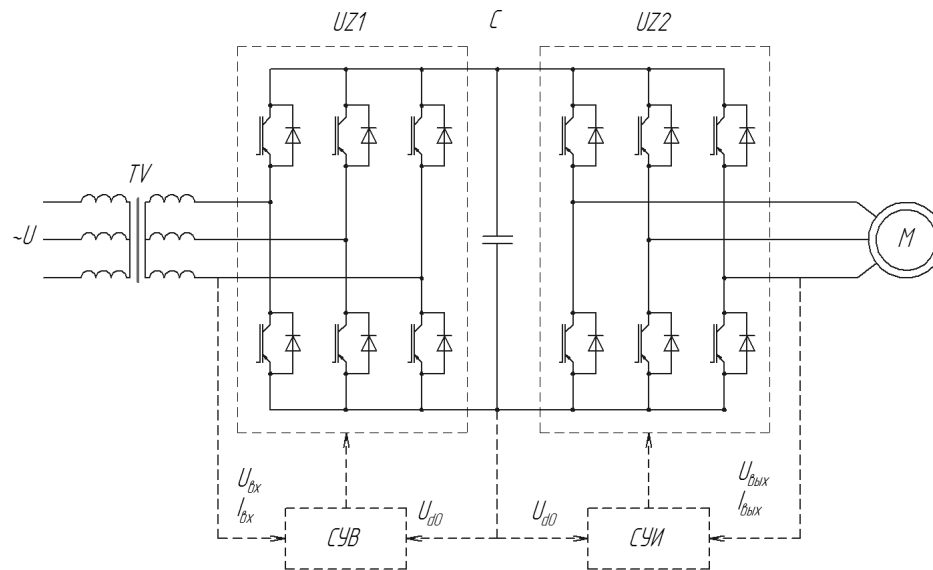


Рисунок 5 – Функциональная схема преобразователя частоты

Значения активной и полной мощности в относительных единицах, потребляемой преобразователем от сети в зависимости от угла регулирования выпрямителя, показаны на рис. 6.

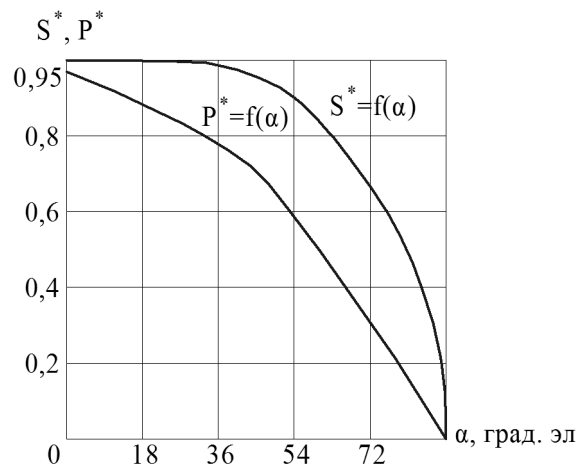


Рисунок 6 – Зависимости активной P и полной S мощностей в относительных единицах от угла регулирования

Преобразователь на полностью управляемых вентилях обладает следующими достоинствами:

- возможность регулирования коэффициента мощности;
- улучшенный гармонический состав тока;
- обратимость блоков выпрямления и инвертирования.

Недостатки:

- сложность системы управления;
- необходимость борьбы с перенапряжениями вследствие большой скорости коммутации вентилях.