

7. Глазунов В.Ф., Репин А.А. Адаптивно-синергетическое управление бесконтактным синхронным электродвигателем // Изв. ТРТУ. Тематический выпуск. Прикладная синергетика и системный синтез. 2006. № 6. С. 158-173.

*V. Glazunov, A. Repin*

*Power saving synergetic regulator of coordinates of the contactless synchronous electric drive*

*The energy-saving vector control law of the brushless synchronous electric drive coordinates is synthesized based on ADAR method of synergetic control theory. This control law allows to minimizing the motor power losses throughout the entire control range, as well as guaranties high stability of rotor angular velocity and low sensitivity to parameters variations of control object and shaft load.*

*Keywords: power savings, CSED, SMCM, ADAR.*

Получено 06.07.10

УДК 620.9:502.14:62.83

А.И. Зайцев, д-р техн. наук, проф., (4732) 43-77-12,  
[aplehov@mail.ru](mailto:aplehov@mail.ru) (Россия, Воронеж, ВГТУ),

А.С. Плехов, канд. техн. наук, доц., (831) 436-17-68,  
[aplehov@mail.ru](mailto:aplehov@mail.ru) (Россия, Н.Новгород, НГТУ),

В.Г. Титов, д-р техн. наук, проф., (831) 436-17-68,  
[aplehov@mail.ru](mailto:aplehov@mail.ru) (Россия, Н.Новгород, НГТУ)

## **ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЕНСАЦИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ В ЗВЕНЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ НА ОСНОВЕ АВТОНОМНОГО ИНВЕРТОРА ТОКА**

*На примере технологии энергосбережения при эксплуатации электроприводов в жилищно-коммунальном хозяйстве рассмотрены теоретические предпосылки экономного электропотребления посредством использования активных компенсационных выпрямителей в звене постоянного тока частотно-управляемых электроприводов. Варианты реализации этой технологии энергосбережения посредством компенсации реактивной мощности могут выбираться соответственно ситуации, которая характеризуется интенсивностью и степенью вариации потребления реактивной мощности на предприятии, ее соотношением с установленной мощностью активных компенсационных выпрямителей, нагрузочной диаграммой электроустановки и требованиями к надежности ее работы. Предлагаются технические решения вариантных задач реализации технологии энергосбережения.*

*Ключевые слова: электропривод, реактивная мощность, электродвигатель, вентили, компенсационный выпрямитель.*

Снижение потерь электроэнергии в распределительных сетях до экономически обоснованного уровня является одним из важнейших на-

правлений энергосбережения. Электропривод входит как существенная составляющая в единый процесс производства, распределения и использования электрической энергии. С этих позиций, проблемы всестороннего совершенствования электропривода как основного потребителя энергии и комплекса, часто определяющего технический уровень и экономическое совершенство обслуживаемых технологических процессов, должны представлять интерес и для его разработчиков, и для предприятий.

Поскольку двигатель не всегда работает в номинальном режиме с максимальной производительностью, то имеется возможность для электрооборудования работать не только на выполнение технологического процесса, но и генерировать реактивную мощность в сеть. Такая возможность много десятилетий используется при эксплуатации синхронных двигателей, способных генерировать реактивную мощность емкостного характера в режиме перевозбуждения в определенных пределах по условиям температурного режима [1, 2].

Использование установок компенсации реактивной мощности позволяет: разгрузить распределительные сети, что позволит высвободить дополнительную мощность в узлах нагрузки, а также снизить расходы на оплату электроэнергии и общие затраты на энергопотребление.

В настоящее время основным средством компенсации реактивной мощности на предприятиях являются батареи силовых конденсаторов, подключаемых параллельно к электросети. Конденсаторы являются наиболее экономичным источником реактивной мощности, поскольку имеют наименьшие потери по сравнению с другими источниками. Однако весьма существенны их недостатки: отсутствие плавного автоматического регулирования отдаваемой в сеть реактивной мощности, пожарная опасность, наличие остаточного заряда. Проведенные дополнительные исследования на физической модели подстанции выявили ряд дополнительных явлений, неблагоприятно влияющих на работоспособность конденсаторных установок, снижающих их надежность [3].

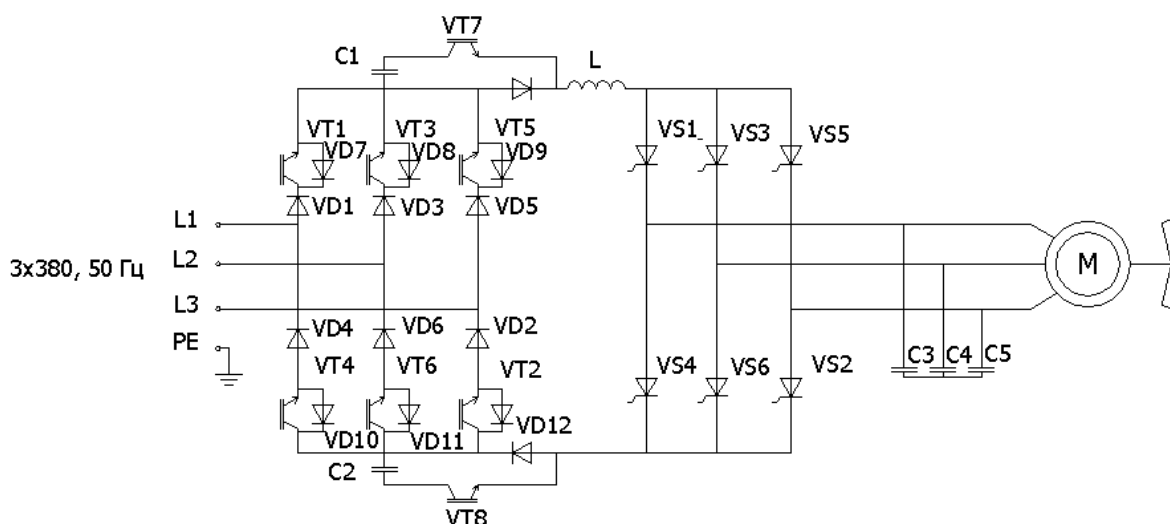
Частотное управление асинхронной машиной, которая сегодня рассматривается не только с точки зрения экономии энергии, но и с точки зрения совершенствования управления технологическим процессом, находит применение во всех отраслях промышленности, в частности в таких устройствах как насосы, вентиляторы, приводы подъемно-транспортных механизмов и многих других. Применение в частотно-регулируемом приводе преобразователя частоты с компенсационным выпрямителем в звене постоянного тока позволяет снизить затраты промышленных предприятий благодаря компенсации реактивной мощности на месте потребления.

Применение в двухзвенном преобразователе частоты управляемого выпрямителя в сочетании с автономным инвертором тока позволяет реализовать работу электропривода во всех возможных режимах с рекуперацией в сеть энергии торможения [4]. Это важно не только для подъемно-

транспортных механизмов, но для любых электроприводов в целях предотвращения различного рода энергетических ударов: механических, гидравлических, тепловых и электромагнитных, посредством формирования механических характеристик определенной жесткости в зависимости от ситуации управления механизмом.

Схема рассматриваемого электропривода дутьевого вентилятора газового котла тепловой станции приведена на рис. 1.

Преобразователь переменного тока в постоянный на приведенной схеме является активным компенсационным выпрямителем (АКВ). Здесь искусственная коммутация вентиляей осуществляется посредством использования свойств полностью управляемых полупроводниковых приборов [5, 6]. При потреблении энергии из сети обеспечивается режим, при котором фазный ток опережает по фазе напряжение, чем обеспечивается возможность генерации реактивной мощности емкостного характера [7].



**Рис. 1. Схема силовых цепей частотно-управляемого асинхронного электропривода вентилятора**

По результатам моделирования и экспериментальным данным получены рекомендации по применению в частотно-регулируемом электроприводе определенных структур связи активных компенсационных преобразователей с питающей сетью и асинхронным двигателем.

Рассмотрены возможности компенсационных выпрямителей по генерации реактивной мощности емкостного характера при переменной нагрузке на примере работы вентилятора.

Как известно, потребляемая электродвигателем мощность при регулировании производительности турбомеханизмов для транспорта жидких или газообразных сред в зависимости от подачи определяется кубической зависимостью от угловой скорости рабочего колеса, характеризующей производительность этих механизмов [8]. В зависимости от подачи пере-

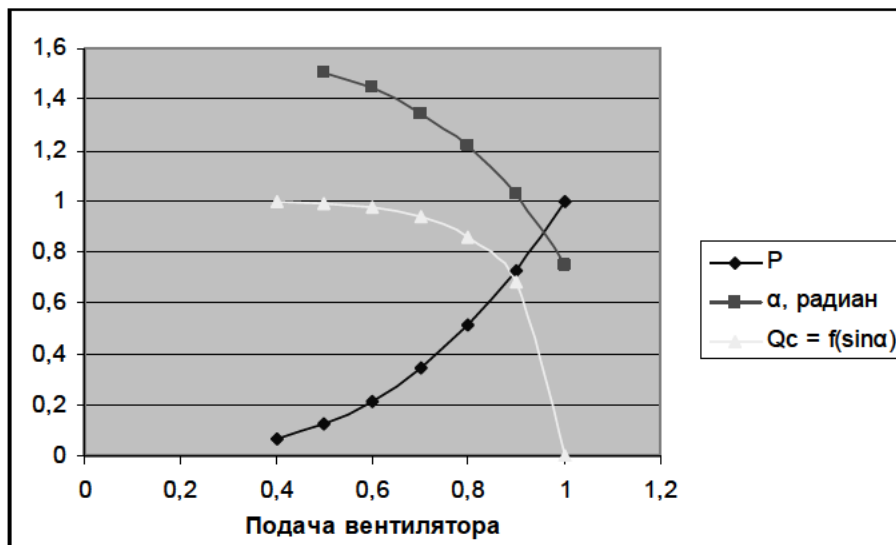
качиваемой среды загрузка приводного электродвигателя в функции производительности турбомеханизма в относительных единицах может быть охарактеризована переменными, которые отражают величину потребляемой мощности в зависимости от угла управления компенсационным преобразователем  $\alpha$ .

В реальных условиях при применении бестрансформаторных схем выпрямителей и возможности использования асинхронного двигателя на 380/220 В возможны два варианта для практической реализации рассматриваемой схемы.

Вариант 1. Исходные данные: напряжение питающей сети 380 В, действующее значение на выходе преобразователя частоты для питания двигателя 380 В.

Этот вариант характеризует режимы работы преобразователей частоты при питании от сети 380 В и при соединении обмоток статора двигателя в звезду.

Результаты расчетов в относительных единицах представлены графиками на рис. 2, где показаны потребляемая активная мощность  $P$ , генерируемая реактивная мощность емкостного характера  $Q_c = f(\sin\alpha)$ , угол управления  $\alpha$ .



**Рис. 2. Характеристики работы привода и компенсационного преобразователя при включении обмоток двигателя в "звезду"**

При нулевом значении угла управления  $\alpha$  потребляемая активная мощность равна максимальному значению, а реактивная мощность равна нулю. Характерной особенностью таких выпрямителей является резкое возрастание углов управления при уменьшении нагрузки на двигатель. Так, например, при снижении нагрузки от полной (в относительных единицах – это 1,0) до 0,9 потребляемая двигателем мощность снижается до

уровня 0,729, а генерируемая реактивная мощность возрастает с нуля до 0,682 от полной мощности активного компенсационного выпрямителя. Начиная с 70 % режима загрузки и менее, реактивная мощность превышает уровень 0,9 от полной мощности выпрямителя  $S_{\Pi}$ .

Расчеты произведены по отношению 1 кВА установленной мощности выпрямителя и двигателя. Характеристики являются универсальными. При переходе к именованным единицам достаточно умножить показатели в относительных единицах на установленную мощность двигателя и выпрямителя.

Вариант 2. Напряжение питающей сети 380 В, обмотки двигателя соединены в треугольник –  $U_{\Delta} = 220$  В.

В таком режиме среднее значение на выходе выпрямителя будет  $U_{d0} = 500$  В, а для обеспечения максимального значения напряжения на инверторе для формирования наибольшего действующего значения переменного тока 220 В потребуется выпрямленное напряжение  $U_{d0дв} = 300$  В. В этом случае чтобы получить начальное напряжение для инвертора 300 В необходимо установить минимальное значение угла управления  $\alpha_{\min}$ :  $\alpha_{\min} = \arccos(U_{d0дв} / U_{d0выпр})$ , что соответствует углу 53 град. эл. или 1,117 радиан.

Так как расчетная мощность выпрямителя получается больше установленной мощности двигателя, определим отношение мощности двигателя к полной мощности выпрямителя

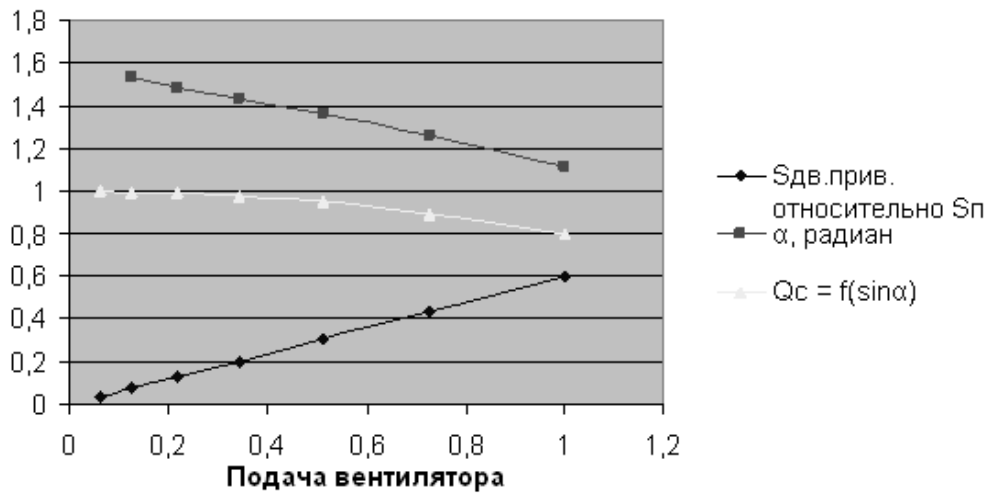
$$S_{дв.прив} = S_{дв}(U_{d0дв} / U_{d0выпр}).$$

Это означает, что избыточное напряжение  $U_{изб} = 500 - 300 = 200$  В будет затрачиваться на дополнительную генерацию реактивной мощности емкостного характера и последняя будет иметь постоянную составляющую, независимую от загрузки двигателя. С учетом изложенного на графике рис. 3 приведены результаты пересчета режимов работы двигателя по отношению к полной мощности выпрямителя  $S_{\Pi}$  в системе относительных единиц.

Характерной особенностью этого варианта является то, что при полной нагрузке выпрямитель будет генерировать постоянную составляющую реактивной мощности емкостного характера в  $n = (U_{d0дв} / U_{d0выпр})$  раз большую, чем в первом варианте, до момента достижения углом управления значения  $\alpha_{\min} = \arccos(U_{d0дв} / U_{d0выпр})$ . Этот угол соответствует напряжению на входе преобразователя частоты  $U_{d0дв} = 300$  В, что позволяет при модуляции получить действующее значение линейного напряжения переменного тока 220 В.

Зона непостоянства составляющей генерации реактивной мощности  $Q_c = f(\sin\alpha)$  в этом случае начинается только при угле управления

$\alpha_{\min} = \arccos(U_{d0\text{дв.}} / U_{d0\text{выпр.}}) = 53^\circ$ . При этом составляющая реактивной мощности быстро приближается к значению  $(0,98 - 0,99) S_{Д}$ .

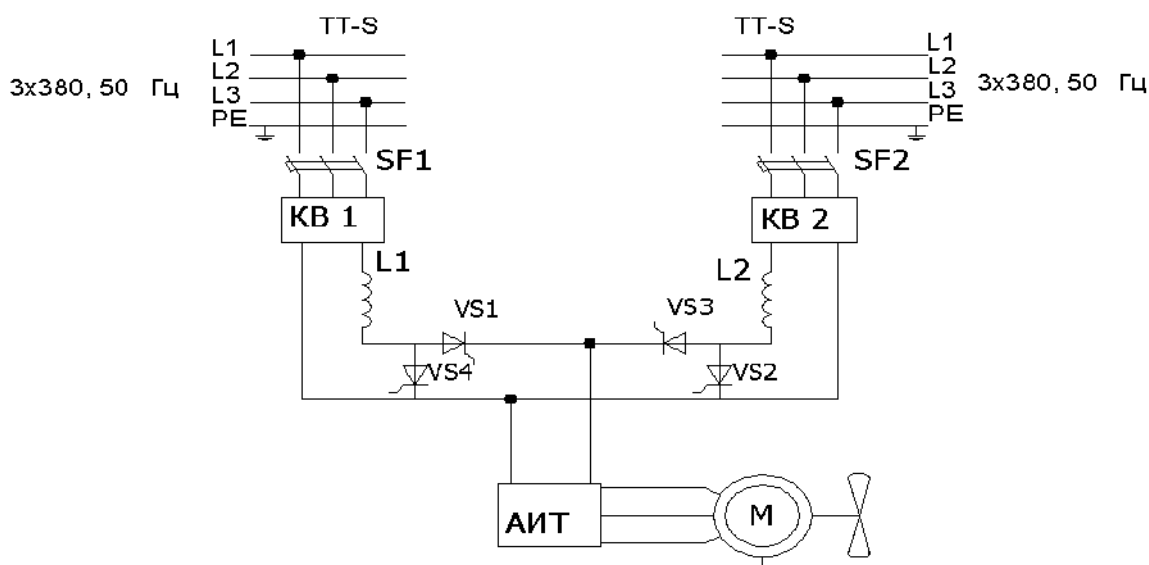


**Рис. 3. Характеристики работы привода и компенсационного преобразователя при соединении обмоток двигателя в "треугольник"**

Внедрение регулируемого электропривода из соображений энергосбережения и технологической необходимости без учета особых требований к технологическим устройствам может отрицательно влиять на надежность работы непрерывного производства. Прежде всего, это относится к работе частотно-регулируемого электропривода механизмов котла тепловой станции в условиях неизбежных кратковременных нарушений электропитания, которые приводят к аварийной ситуации. Для обеспечения условий надежной работы тепловых агрегатов необходимо обеспечить, по возможности, наименьшее снижение частоты вращения за время отсутствия электропитания, что зависит от длительности перерыва электропитания, статического момента на валу и инерционных масс электропривода; сокращение времени самозапуска, достаточный темп разгона для восстановления частоты вращения до предшествующего событию значения. Для приводов дутьевых вентиляторов предельно допустимой является глубина просадки напряжения на 20% при длительности от 0,2 до 0,6 с.

Результаты анализа производственного процесса в котельной при кратковременном нарушении электропитания и автоматическом перезапуске вентилятора побудили предложить схему питания дутьевого вентилятора от двух трансформаторных подстанций. Схема представлена на рис. 4. Она демонстрирует новые возможности применения активных компенсационных выпрямителей. В то время, как один из них обеспечивает технологический процесс, другой позволяет плавно и непрерывно осуществлять регулирование реактивной мощности, генерируемой в питающую сеть. На схеме использованы обозначения: SF1, SF2 – выключатели автоматические; KB1, KB2 – компенсационные выпрямители; VS1...VS4 –

ключи, определяющие режимы работы компенсационных выпрямителей; L1, L2 – сглаживающие реакторы; АИТ – автономный инвертор тока; М – асинхронный двигатель дутьевого вентилятора.



**Рис. 4. Схема электропривода вентилятора с повышенной надежностью и регулированием уровня генерируемой реактивной мощности**

Значения одинаковых углов управления вентилями анодной и катодной групп активного компенсационного выпрямителя диктуются механической нагрузкой на электродвигатель, при этом компенсационный преобразователь генерирует реактивную мощность в сеть «по остаточному принципу». Авторами предложено использовать раздельное управление углами вентиля групп, работающих при естественной и принудительной коммутации. Такой подход позволяет решать и технологическую задачу, обеспечивая заданные момент и скорость вращения двигателя, и регулирование величины компенсируемой реактивной мощности в сети.

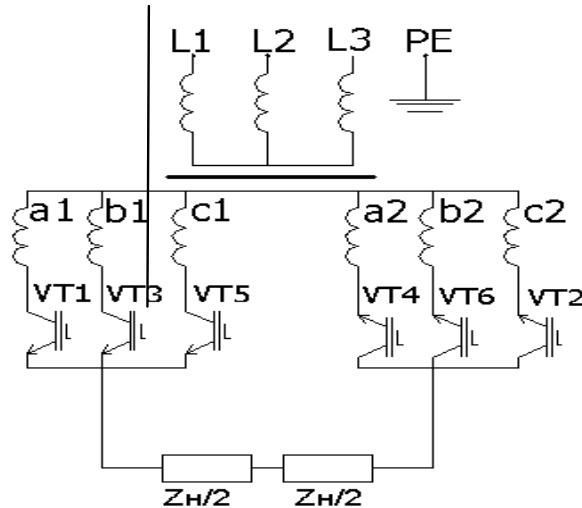
Однако при таком управлении преобразователем проявляется отрицательный фактор – гармоники тока в сети, в том числе и четные.

Применение активного фильтра гармоник позволяет улучшить качество электрической энергии [10, 11].

АКВ позволяет получить выпрямленное напряжение на выходе, потребляя из сети активную энергию и реактивную энергию, которая может иметь индуктивный или емкостной характер в зависимости от углов управления  $\alpha_e$  и  $\alpha_n$ . При этом полагаем что вентили катодной группы (VT1, VT3, VT5) управляются с углом  $\alpha_n$ , т.е. работают в режиме принудительной коммутации с генерацией реактивной мощности в сеть. А вентили анодной группы (VT4, VT6, VT2) управляются с углом  $\alpha_e$ , потребляя реактивную мощность из сети.

Поскольку мостовая схема может быть замещена соединением двух нулевых схем (рис. 5), действующее значение выпрямленного напряжения может быть представлено как

$$U_B = \frac{3}{\pi} \sqrt{6} U_c \sin \frac{\pi}{6} [\cos \alpha_u + \cos(\gamma - \alpha_e)] - \frac{3X_a}{\pi} \approx \frac{U_{d0}}{2} \cos \alpha_u + \frac{U_{d0}}{2} \cos \alpha_e.$$



**Рис. 5. Схема замещения мостового активного компенсационного выпрямителя**

С другой стороны, от углов  $\alpha_e$  и  $\alpha_u$  зависит и величина потребляемой активной и реактивной мощности, мощность искажения:

$$P_{AKB} = mU I_{1(1)} (\cos \alpha_e + \cos \alpha_u)$$

$$Q_{AKB} = mU I_{1(1)} (\sin \alpha_e + \sin \alpha_u)$$

Технологическая задача требует заданного значения  $P_{AKB} = f(p_{вент.}, Q_{вент.})$ , где  $p_{вент.}, Q_{вент.}$  – соответственно давление и подача вентилятора. Предложенная схема позволяет обеспечить не только заданное значение активной мощности, но и изменение реактивной мощности потребляемой из сети или генерируемой в сеть в зависимости от соотношения углов управления вентилями. Таким образом, изменением управления - координаты точки на плоскости в осях  $\alpha_u$  и  $\alpha_e$  в допустимой для них области можно обеспечить минимально возможное значение циркулирующей в сети реактивной мощности в определенных границах.

Ограничивающим фактором может быть мощность, выделенная для электроустановки, например, мощность питающего трансформатора.

Математическая формулировка задачи управления рассматриваемым АКВ будет следующей: найти оптимальное значение углов управления  $\alpha_u$  и  $\alpha_e$  вентилями соответственно катодной (с искусственной коммутацией) и анодной (с естественной коммутацией) групп, доставляющие



$$\min(\operatorname{tg}\phi_{\text{сети}}) = \min\left(\frac{Q_{\text{сети}} - Q_{\text{АКВ}}}{P_{\text{АКВ}}}\right).$$

Для примерного расчета задаемся ограничениями:

$$P_{\text{АКВ}} = U_d I_d; U_d = 380 \text{ В}; I_d = 42.2 \text{ А}; S_n \leq 100 \text{ кВА}; U_{d0} = 444.4 \text{ В}$$

Решая эту задачу, получаем значения углов управления  $\alpha_e$  и  $\alpha_n$  вентилях в зависимости от реактивной мощности  $Q_{\text{сети}}$ , которую необходимо скомпенсировать (таблица).

**Зависимость  $\alpha_e$  и  $\alpha_n$  вентилях от реактивной мощности  $Q_{\text{сети}}$**

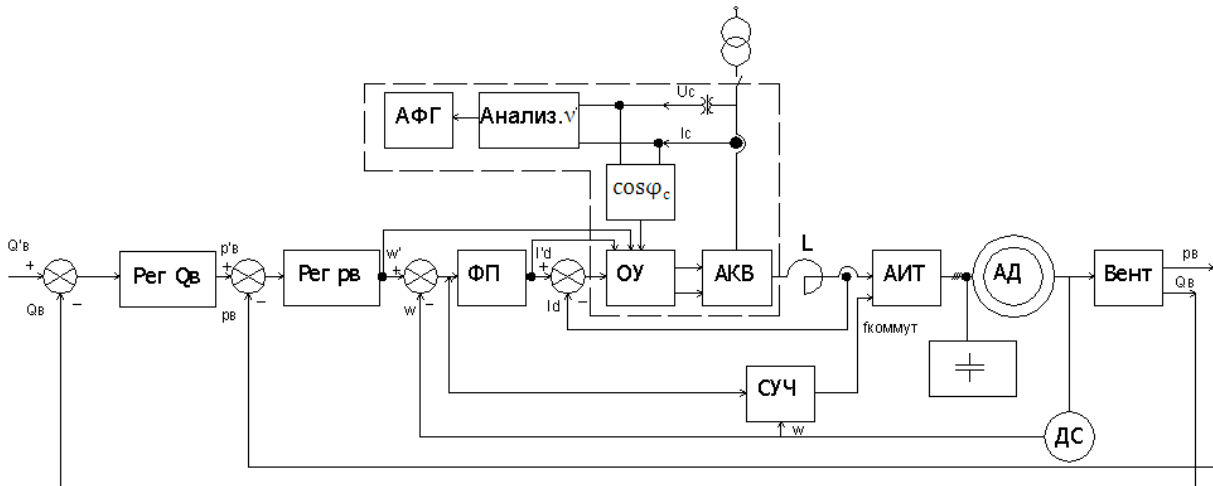
$Q_{\text{сети}}$	$\alpha_{n(1)}$	$\alpha_{e(1)}$
1500	6,8	69
1400	6,5	71,6
1300	6,1	73,7
1200	5,7	75,7
1100	5,3	77,5
1000	4,9	79
500	3,8	85,9

Алгоритм оптимальной работы АКВ, описанный выше, предполагает наличие оптимизирующего устройства (ОУ), которое включено в функциональную схему электропривода с АКВ в звене постоянного тока преобразователя частоты, как показано на рисунке 6.

Структура схемы обеспечивает как выполнение технологической задачи (подачи воздуха в топку), так и задачи по компенсации реактивной мощности в сети. Такая схема позволяет в зависимости от ситуации не только компенсировать реактивную мощность индуктивного характера в узле нагрузки, но и генерировать ее в целях предотвращения перенапряжений.

Работа схемы происходит следующим образом. На входе задаемся расходом воздуха  $Q_b^*$  который сравнивается с текущим значением расхода воздуха  $Q_b$  на выходе вентилятора. Вместе с расходом воздуха регулируется и величина давления в воздуховоде. По данным с регулятора давления, задается скорость вращения электродвигателя. Это значение сравнивается с текущим значением, снимаемым с датчика скорости. Вычисленная ошибка поступает на ФП, на выходе которого формируется задающее значение тока АКВ. Разница между заданным и действительным токами АКВ поступает в ОУ, где формируются сигналы на управление вентилями катодной группы и анодной группы. Поскольку АКВ подключен непосредственно к сети, то на входе АКВ размещены датчик тока и датчик напряжения, которые измеряют параметры сети. Их сигналы используются для вычисления коэффициента мощности сети и вычисления необходимых уг-

лов управления группами вентиляей, а также в целях анализа и компенсации высших гармонических составляющих в токе сети.



**Рис. 6. Функциональная схема электропривода, содержащая АКВ с отдельным управлением группами вентиляей: Reg Qв - регулятор расхода воздуха; Reg рв - регулятор давления воздуха; ФП – функциональный преобразователь; ОУ - оптимизирующее устройство; АКВ - активный компенсационный выпрямитель; СУЧ - схема управления частотой автономного инвертора тока; Вент - вентилятор; cos φс - измеритель коэффициента мощности в сети; Анализ. v - блок анализатора гармоник; АФГ - активный фильтр гармоник**

Устройство оптимизации реализует алгоритм, предложенный выше, и позволяет решить комплексную задачу энергосбережения. Под управлением оптимизирующего устройства обеспечивается достижение целевой функции

$$\min(\operatorname{tg} \phi_{\text{сети}}) = \min \left( \frac{Q_{\text{сети}} - Q_{\text{АКВ}}}{P_{\text{АКВ}}} \right).$$

Такое устройство реализовано программно на языке структурированного текста ST (МЭК).

Выделенная пунктирным контуром на рис. 6 часть схемы может быть отнесена к АКВ, работающему в резервном режиме для случая питания автономного инвертора тока от двух трансформаторных подстанций. На самом деле - это режим динамической компенсации реактивной мощности сети. В этом случае все ресурсы «резервного» преобразователя будут использоваться для генерации реактивной мощности в сеть.

Являясь альтернативным источником реактивной мощности, компенсационные выпрямители будут способствовать решению проблемы

энергетики России по снижению потерь электроэнергии в распределительных сетях любой принадлежности [12].

### Выводы

1. Использование установок компенсации реактивной мощности позволяет: разгрузить распределительные сети и высвободить дополнительную мощность, а также снизить расходы на оплату электроэнергии и общие затраты на энергопотребление. Конденсаторы являются наиболее экономичным источником реактивной мощности, однако характеризуются отсутствием плавного автоматического регулирования отдаваемой в сеть реактивной мощности, пожарной опасностью, наличием остаточного заряда. Экспериментально выявлен ряд дополнительных явлений, неблагоприятно влияющих на работоспособность конденсаторных установок, снижающих их надежность.

2. Применение в частотно-регулируемом приводе преобразователя частоты на основе автономного инвертора тока с компенсационным выпрямителем в звене постоянного тока позволяет снизить затраты промышленных предприятий благодаря компенсации реактивной мощности в узле нагрузки. Реализована схема активного компенсационного выпрямителя, в которой искусственная коммутация вентиляей осуществляется посредством использования свойств полностью управляемых полупроводниковых приборов.

3. В реальных условиях применения бестрансформаторных схем выпрямителей с напряжением питающей сети 380 В обмотки двигателя на выходе инвертора тока предлагается соединять в треугольник. При этом избыточное напряжение будет затрачиваться на дополнительную генерацию реактивной мощности, которая увеличится в 1,66 раза и будет иметь постоянную составляющую, практически независимую от технологической загрузки двигателя.

4. При вероятности кратковременных нарушений электропитания привода вентилятора целесообразно использовать схему питания дутьевого вентилятора от двух трансформаторных подстанций с двумя активными компенсационными выпрямителями в звене постоянного тока преобразователя частоты. Она реализует новые возможности применения активных компенсационных выпрямителей: в то время как один из них обеспечивает технологический процесс, другой позволяет плавно и непрерывно осуществлять регулирование реактивной мощности любого характера – индуктивного или емкостного, генерируемой в питающую сеть.

5. В активном компенсационном выпрямителе авторами предложено использовать отдельное управление углами вентиляей групп, работающих при естественной и принудительной коммутации. Такой подход позволяет решать и технологическую задачу, обеспечивая заданные момент и частоту вращения двигателя, и регулирование величины компенсируемой

реактивной мощности в сети. Однако при таком управлении преобразователем проявляется отрицательный фактор – гармоники тока в сети, в том числе и четные. Вследствие такого управления целесообразно одновременное использование активного фильтра гармоник сетевого тока.

6. Предложена схема оптимального управления активным компенсационным выпрямителем с отдельным управлением группами вентиля, структура которой обеспечивает как выполнение технологической задачи (подача воздуха в топку), так и задачи управляемой компенсации реактивной мощности в сети. Под управлением оптимизирующего устройства обеспечивается либо достижение целевой функции – максимизации коэффициента мощности питающей сети, либо ограничение перенапряжений в узле нагрузки.

### **Список литературы**

1. Титов В.Г., Плехов А.С. Анализ использования синхронных двигателей в качестве компенсаторов реактивной мощности // Электрооборудование промышленных установок: труды Нижегородского государственного технического университета. Нижний Новгород, 2005.

2. Плехов А.С., Титов В.Г., Охотников М.Н. Оптимизация электропотребления посредством управления возбуждением группы синхронных двигателей // V Международная (XVI Всероссийская) конференция по автоматизированному электроприводу АЭП-2007. Санкт-Петербург, 2007.

3. Оценка возможных перенапряжений и токовых перегрузок в узлах нагрузки, влияющих на работоспособность конденсаторных установок / А.И. Зайцев [и др.] // Электротехнические комплексы и системы управления. 2008. № 1. С.8-12.

4. Яуре А.Г., Певзнер Е.М. Крановый электропривод: справочник. М.: Энергоатомиздат, 1998. 344 с.

5. Плехов А.С., Зайцев А.И. Средства компенсации реактивной мощности общепромышленных систем электроэнергетики // Электротехнические комплексы и системы управления. 2008. № 3. С.36-38.

6. Полупроводниковый компенсатор реактивной мощности: пат. Российская Федерация № 78018; 2008, Бюл. № 31.

7. Маевский О.А. Энергетические показатели вентиляционных преобразователей // М.: Энергия, 1978. 320с.

8. Онищенко Г.Б., Юньков М.Г. Электропривод турбомеханизмов // М.: Энергия, 1972. С.240 с.

9. Зайцев А.И., Плехов А.С. Техничко-экономические показатели применения энергосберегающих компенсационных выпрямителей для питания регулируемых электроприводов // Электротехнические комплексы и системы управления. Воронеж, 2009. №4(16). С.19-25.

10. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. М.: Техносфера, 2005. 632 с.

11. Зайцев А.И., Плехов А.С. Силовая промышленная электроника: учебное пособие Воронеж: Научная книга, 2008. С.252.

12. Плехов А.С., Кашканов А.О., Фомин С.А. Энергосбережение на основе компенсационного преобразователя // Актуальные проблемы электроэнергетики: труды НГТУ. Н.Новгород: НГТУ, 2009. С.177-179.

*A. Zajcev, A. Plexov, V. Titov*

*Possibilities of compensatory converters application in the link of the direct current of electric drives on the basis of the autonomous inverter of the current*

*On an example of technology of power savings during exploitation of electric drives in housing and communal services theoretical preconditions economy a power consumption are considered by using active compensatory rectifiers in a link of a direct current of frequency-operated electric drives. Variants of realization of this technology of power savings by means of indemnification of reactive power can get out according to a situation. Technical solutions of alternative problems of realization of technology of power savings are offered.*

*Keywords: electric drive, reactive power, electric motor, gates, the compensatory rectifier.*

Получено 06.07.10

УДК 620.9:502.14:62.83

В.С. Хорошавин, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, (8332) 64-25-25,  
[khoroshavinvs@vgu.ru](mailto:khoroshavinvs@vgu.ru) (Россия, Киров, ВятГУ),

Н.И. Присмотров, д-р техн. наук, проф., (8332) 64-84-37,  
[khoroshavinvs@vgu.ru](mailto:khoroshavinvs@vgu.ru) (Россия, Киров, ВятГУ),

Д.В. Ишутинов, ст. преп., (8332) 64-84-37,  
[khoroshavinvs@vgu.ru](mailto:khoroshavinvs@vgu.ru) (Россия, Киров, ВятГУ),

Е.Н. Пировских, ст. преп., (8332) 64-84-37,  
[khoroshavinvs@vgu.ru](mailto:khoroshavinvs@vgu.ru) (Россия, Киров, ВятГУ)

## **ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ПРИ ГРУППОВОМ ПИТАНИИ**

*Рассматриваются вопросы повышения энергетической эффективности и коррекции качества электрической энергии в системах группового питания регулируемых электроприводов от общего входного преобразователя.*

*Ключевые слова: групповое питание, компенсации реактивной мощности,*

Функциональная схема группового питания регулируемых электроприводов (ЭП) с коррекцией качества электроэнергии приведена на