

placement efficiency of a waterflood. The improvement was not as good as hoped for since the miscible agent and brine tended to separate due to density differences, with the miscible agent flowing along the top of the porous medium and the brine along the bottom.

The simultaneous injection scheme typically involve the injection of a miscible agent followed by brine or the alternating of miscible agent–brine injection. The latter variation has been named the WAG (water alternate gas) process and has become the most popular. A balance between amounts of injected water and gas must be achieved. Too much gas will lead to viscous fingering and gravity override of the gas, whereas too much water could lead to the trapping of reservoir oil by the water. The addition of foam-generating substances to the brine phase has been suggested as a way to aid in reducing the mobility of the gas phase. Operational problems involving miscible processes include transpor-

tation of the miscible flooding agent, corrosion of equipment and tubing, and separation and recycling of the miscible flooding agent.

REFERENCES:

1. Robert, A., Meyers, Ed. (2001). In Encyclopedia of physical science and technology. 3-d Edition. Vol. 18. Academic Press.
2. Bryant, R. S. (1991). MEOR screening criteria fit 27% of U.S. oil reservoirs. Oil and Gas J, Apr, 15, 56-59
3. Lake, L.W. (1989). Enhanced Oil Recovery. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.
4. Stalkup, F. I. (1983). Miscible Displacement (Soc. Pet. Eng. Monograph Ser.). Vol. 8, Soc. Pet. Eng. of AIME, Dallas.
5. National Petroleum Council. (1984). Enhanced Oil Recovery. U.S. Govt. Printing Office, Washington, D.C.
6. Van Poolen, H. K. and Associates, Inc. (1980). Enhanced Oil Recovery PennWell Books. Tulsa, Okla.
7. Bratakh, M., Toporov, V., Romanova, V. (2016). Enhanced hydrocarbon recovery. The course of lectures. Kharkiv.

УДК 621.3

Кундо Ю.А., Корсун В.Е., Федоренко А.А.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

ХАРАКТЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ В РЕГУЛИРУЕМОМ ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ И В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ПРИ РАБОТЕ ВЕНТИЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ

Составными частями вентиляльных преобразователей частоты применяемых для регулирования производительности насосных агрегатов, являются управляемый выпрямитель, собранный на основе шестипульсной мостовой схемы Ларионова, вставка постоянного тока со сглаживающими реакторами и автономный инвертор тока, собранный по той же схеме, что и выпрямитель.

Вентильный тиристорный мост выпрямителя относительно питающей электрической системы является нагрузкой с нелинейной вольтамперной характеристикой. При подключении к зажимам такой нагрузки синусоидального напряже-

ния она потребляет из сети несинусоидальный ток. Действие несинусоидального тока можно рассматривать в виде действий сложных гармонических колебаний различных частот. Известно, что несинусоидальную функцию времени $f(\omega t)$, в том числе и $i(\omega t)$, удовлетворяющую условию Дирихле, можно представить тригонометрическим рядом Фурье:

$$i(\omega t) = I_0 + \sum_{v=1}^{\infty} I_M(v) \sin(v\omega t + \varphi(v)), \quad (1)$$

где v - номер гармоники; I_0 – постоянная составляющая тока; I_M , $\varphi(v)$ – амплитуда и начальная фаза тока v -ой гармоники; $\omega = 514 \frac{1}{c}$ - угловая частота, соответствующая стандартной частоте сети $f=50$ Гц.

Разложение кривых первичных токов, потребляемых шестипульсовой схемой выпрямителя, показывает, что помимо токов основной гармоники ток преобразователя содержит ряд гармоник высшего порядка, номера которых определяются из соотношения:

$$N = 6 \cdot K \pm 1, \text{ где } K = 1, 2, 3, \dots \quad (2)$$

Заводы-изготовители приводят следующий гармонический состав по отношению к току основной гармоники входных токов преобразователей частоты типа ПЧВС, ПЧВН, ПЧТ [1, 2] (не более: ток пятой гармоники – 20 %, ток седьмой гармоники – 14%, ток одиннадцатой гармоники – 9%, ток тринадцатой гармоники – 7,7%).

По отношению к регулируемому электродвигателю инвертор преобразователя является источником электропитания. На выходе инвертора получается искаженная (относительно синусоиды) форма кривой напряжения. В результате выходной ток преобразователя частоты имеет тот же спектр высших гармоник и те же соотношения относительно тока основной гармоники, что и входной ток преобразователя.

Вентильный преобразователь частоты, выполненный по шестиимпульсовой мостовой схеме на тиристорах, создаёт сдвиг по фазе между подаваемым на его зажимы напряжением U и током основной частоты $I_{(1)}$. Этот сдвиг обусловлен углами коммутации γ и управления α ; приближенно он может быть определен с помощью выражения:

$$\varphi \approx \alpha + \frac{\gamma}{2}. \quad (3)$$

Наличие положительного сдвига фаз основной гармоники тока и напряжения определяет потребление преобразователем реактивной мощности $Q_{пр}$. Поэтому применение преобразователя частоты для регулирования числа оборотов электродвигателей приводит к нарушению баланса реактивной мощности в узле подключения выпрямителей.

Заводы-изготовители серийно выпускаемых вентильных преобразователей частоты различного типа гарантируют их коэффициент мощности при номинальных

значениях напряжения на входе и выходе не ниже 0,9 ($\cos \varphi \geq 0,9$).

Асинхронные двигатели, используемые для электропривода насосных установок, имеют коэффициент мощности $\cos \varphi_{\Sigma} \leq 0,9$. Поэтому установка преобразователя частоты типа ПЧТ для регулирования числа оборотов существующего асинхронного двигателя незначительно изменит баланс реактивной мощности в узле присоединения преобразователя, не увеличит потребление реактивной мощности из сети, и, следовательно, не потребует установки дополнительных компенсирующих устройств.

При применении преобразователя частоты (типа ПЧВС или ПЧВН) для регулирования скорости синхронного двигателя энергосистема не сможет получить генерируемую им реактивную мощность $Q_{сдв}$. Более того, подключение тиристорного преобразователя связано с потреблением из энергосистемы реактивной мощности $Q_{пр}$. Все это резко изменит баланс реактивной мощности в узле присоединения преобразователя.

Для уменьшения воздействия преобразователя на питающую сеть, потребляемую им реактивную мощность следует полностью или частично компенсировать. В качестве компенсирующих устройств для условий схем электроснабжения насосных станций по техническим и экономическим показателям следует применять батареи конденсаторов $Q_{к.б.}$ либо параллельно работающие не регулируемые синхронный двигатели.

Совместное подключение к энергосистеме тиристорного преобразователя частоты и конденсаторных установок может вызвать в параллельном контуре конденсатор-индуктивность системы резонанс токов на одной из гармоник, генерируемых преобразователем частоты. При этом возможны нагрев и выход из строя конденсаторов, перенапряжение на зажимах преобразователя, недопустимое искажение форм кривой подаваемого напряжения.

Таким образом, применение регулируемого электропривода на базе тиристорных преобразователей частоты требует в каждом конкретном случае анализа электромагнитной совместимости работы преобразователя с энергосистемой, и, при необходимости, применение соответствующих мер по её обеспечению.

Под электромагнитной совместимостью понимается обеспечение требуемых ГОСТ 13109-97 показателей качества электроэнергии на зажимах электроприемников при подключении к электрической сети вентильного преобразователя частоты.

В частности, для сетей электроснабжения объектов водо-канализационного хозяйства отклонение от регламентируемых нормативными документами значений показателей качества электроэнергии может превысить допустимые величины вследствие следующих процессов, обусловленных работой преобразователей частоты:

Изменения формы кривой подводимого напряжения и возможности превышения коэффициента несинусоидальности ($K_{нс}$) свыше допустимой величины.

Уравнение баланса реактивной мощности в узле подключения преобразователя к электрической сети можно получить на примере характерной упрощенной схемы электроснабжения насосной станции (рис. 1), где изображены следующие реактивные мощности:

$Q_{сист}$ – реактивная мощность, потребляемая насосной станцией из системы;

$Q_{нагр}$ – реактивная мощность, потребляемая нерегулируемыми электродвигателями и другой нагрузкой насосной станции;

$Q_{пр}$ – реактивная мощность, потребляемая тиристорным преобразователем частоты;

$Q_{к.б.}$ – мощность, отдаваемая в сеть существующей конденсаторной батареей;

$Q_{к.б.доп}$ – мощность, отдаваемая в сеть дополнительной конденсаторной батареей, обусловленной работой преобразователя;

$Q_{с.дв.}$ – реактивная мощность, генерируемая синхронным двигателем при работе его в режиме перевозбуждения.

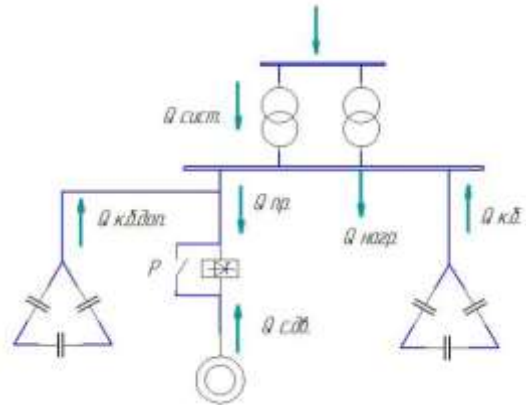


Рис.1. Упрощенная схема электроснабжения насосной станции

Из рис. 1 следует:

$$Q_{сист.} + Q_{к.б.} + Q_{к.б.доп.} = Q_{нагр.} + Q_{пр.} \quad (4)$$

Реактивная мощность нагрузки определяется по заданным активным мощностям P_k и коэффициентам мощности потребителей $\cos \varphi_k$ подключенных к узлу при соединении преобразователя:

$$Q_{нагр.} = \sum P_k \cdot tg \varphi_k \quad (5)$$

Реактивная мощность, потребляемая преобразователем, определяется по его полной $S_{пр}$ или активной мощности $P_{пр}$ и коэффициенту мощности $\cos \varphi_{пр}$:

$$Q_{пр} = S_{пр} \cdot \sin \varphi_{пр} = P_{пр} \cdot tg \varphi_{пр} \quad (6)$$

Допустимое значение потребляемой из системы реактивной мощности $Q_{сист.}$ задается энергоснабжающей организацией для различных периодов суток. В большей части случаев при максимальных нагрузках, когда в энергосистеме имеет место дефицит реактивной мощности, задается $Q_{сист.макс} = 0$; в режиме минимальных нагрузок (в ночное время) чаще всего в энергосистеме имеет место избыток реактивной мощности и величина $Q_{сист.мин}$ не регламентируется.

Установленная на насосной станции мощность конденсаторов $Q_{к.д.}$ определяется для условия работы регулируемого двигателя в нерегулируемом режиме, без преобразователя частоты.

Дополнительная конденсаторная батарея устанавливается в связи с работой

преобразователя частот, совместно с ним включается в сеть и отключается от электрической сети.

В нормальном режиме регулируемый электродвигатель работает совместно с преобразователем частоты. В ремонтном и послеаварийном режиме преобразователя двигатель работает в нерегулируемом режиме; в этом случае преобразователь шунтируется рубильником Р (рис. 1).

Мощность дополнительной конденсаторной батареи $Q_{к.д.доп.}$ выбирается такой величины, чтобы в обоих режимах потребляемая из системы реактивная мощность $Q_{сист.}$ оставалась неизменной или не превышала заданной энергоснабжающей организации величины. Чтобы $Q_{сист.}$ в указанных режимах оставалась неизменной, необходимо в обоих случаях обеспечить одинаковые потребления (в случае асинхронного двигателя) или генерацию (в случае синхронного двигателя) реактивной мощности в цепи регулируемого электродвигателя.

Как указывалось ранее, асинхронный двигатель, работая без преобразователя, потребляет из сети реактивную мощность с коэффициентом мощности, не превышающим коэффициент мощности преобразователя ($\cos \varphi_{a.дв.} \leq \cos \varphi_{пр.}$). Это означает, что при включении в цепь того же двигателя преобразователя частоты последний будет потреблять реактивную мощность $Q_{пр.}$ меньшую или равную реактивной мощности двигателя, работающего в нерегулируемом режиме $Q_{a.дв.}$.

$$Q_{пр.} \approx P_{a.дв.} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{пр.} \leq Q_{a.дв.} = P_{a.дв.} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{a.дв.} \quad (7)$$

При снижении числа оборотов потребление реактивной мощности преобразователем дополнительно снизится.

Следовательно, потребление реактивной мощности цепью асинхронного двигателя не увеличивается при включении преобразователя частоты, не увеличивается при этом потребляемая из системы реактивная мощность $Q_{сист.}$, не возникает необходимость в установке дополнительной батареи конденсатора $Q_{к.б.доп.}$.

Использование преобразователя частоты для регулирования скорости синх-

ронного двигателя приводит к недополучению энергосистемой генерируемой им реактивной скорости $Q_{с.дв.}$, так как последняя циркулирует в цепи двигатель-инвертор, не выходя в питающую электросеть. Более того, выпрямитель тиристорного преобразователя частоты потребляет из сети реактивную мощность $Q_{пр.}$. Таким образом, мощность дополнительной конденсаторной батареи $Q_{к.б.доп.}$ обусловленная работой преобразователя, должна компенсировать обе указанные составляющие:

$$Q_{к.б.доп.} = Q_{с.дв.} + Q_{пр.} \quad (8)$$

Лишь при соблюдении этого условия реактивная мощность, потребляемая из системы останется неизменной, как при работе синхронного двигателя в регулируемой (через преобразователь частоты), так и в нерегулируемом режиме.

Целью расчета величин высших гармонических составляющих напряжений и токов в системах электроснабжения насосных станций является определение коэффициента несинусоидальности формы кривой напряжения в узле подключения преобразователя частоты, выявления загрузки элементов системы электроснабжения насосной станции токами высших гармоник, особенно конденсаторных установок, определение целесообразности применения тех или иных средств и методов уменьшения уровней высших гармоник тока и напряжения, выбор необходимого для этого оборудования и его параметров.

При анализе высших гармонических составляющих в системах электроснабжения насосных станций используются приближенные методы, позволяющие применить принцип наложения, значительно упростить методику и объем расчетов.

Принимаются следующие основные допущения:

- не учитываются активные сопротивления и емкостные проводимости элементов систем электроснабжения, распределенность параметров линий, влияние вытеснения тока в проводниках на активные и индуктивные сопротивления элементов электрической сети;

- трехфазная система электроснабжения предполагается симметричная и линейная;

- вентильные преобразователи считаются симметричными трехфазными нагрузками, генерирующими в сеть токи высших гармоник;

- токи высших гармоник определяются приближенными методами.

Литературные источники [3-6] указывают, что упрощенные методы расчета и принятия допущения позволяют определить коэффициент несинусоидальности $K_{нс}$ с погрешностью, не превышающей 20%. Более точные методы требуют применения компьютерных расчетов с помощью специальных программ, введения большого количества исходных данных об электрической системе, которые затруднительно получать при анализе электроснабжения большого количества насосных станций.

Применение принципа наложения позволяет производить расчет системы электроснабжения для каждой гармоники, независимо друг от друга. Для применяемых в устройствах ПЧВС, ПЧВН, ПЧТ шестипульсных мостовых схемах выпрямления расчет производится для канонических гармоник $\gamma=5;7;11;13;17;19$.

В качестве исходных данных при анализе уровней высших гармоник нужно иметь схему электроснабжения объекта, сведения о параметрах и режимах работы элементов системы электроснабжения (линиях, трансформаторах, конденсаторах, двигателях и другой нагрузке), мощности или токи короткого замыкания на входных шинах насосной станции, сведения о режиме работы и параметрах преобразователя частоты.

Расчет напряжений и токов высших гармоник производится в следующем порядке:

1) На основе заданной однолинейной схемы электроснабжения насосной станции составляется расчетная схема замещения для токов высших гармоник. Схема замещения составляется для одной фазы и имеет нейтраль, к которой присоединяются нулевые точки схемы замещения ис-

точников (генераторов), батарей конденсаторов, двигателей, обобщенной нагрузки, вентильного преобразователя.

Ветвь вентильного преобразователя замещается источником токов высших гармоник бесконечной мощности $I(v)$.

После эквивалентных преобразований расчетная схема замещения для токов v гармоники имеет вид (рис.2.), где $X_{сист.}(v)$ $X_{к.б.}(v)$; - сопротивление системы и конденсаторной батареи токам v гармоники.

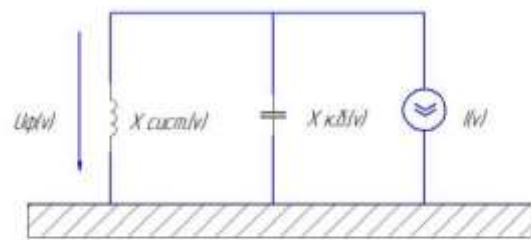


Рис. 2. Расчетная схема замещения для токов гармоники

2) Определяются параметры схемы замещения для каждой гармоники, вплоть до $\gamma = 19$. При определении параметров схемы замещения следует учитывать такие режимы ее работы, которые приводят к наиболее неблагоприятным условиям с точки зрения искажения формы кривой напряжения. Например, сопротивление системы в схеме замещения следует определять по минимальному току короткого замыкания и т.п.

3) Находится спектральный состав токов тиристорного преобразователя частоты (в схеме замещения – источников токов). При этом также следует учитывать наиболее тяжелый режим, приводящий к максимальным искажениям кривых тока и напряжения, т.е. режим наибольшей загрузки преобразователя регулируемого электродвигателя.

4) Используя известные методы расчетов линейной электрической цепи переменного тока, определяют напряжение и токи для схем замещения каждой из рассматриваемых гармоник.

5) Используя метод наложения, определяют напряжение в узлах, токи в петлях с учетом действия всего спектра их гармоник.

$$U = \sqrt{\sum_{v=1}^{v_2} U^2(v)}; \quad I = \sqrt{\sum_{v=1}^{v_2} I^2(v)} \quad (9)$$

Следует сравнить полученные значения токов и напряжений с допустимыми их значениями для статических конденсаторов:

$$U \leq 1,1 \cdot U_{н.конт.} \quad I \leq 1,3 \cdot I_{н.конт.} \quad (10)$$

б) Рассчитывается коэффициент несинусоидальности напряжения в узле подключения преобразователя частоты и при необходимости в других узлах сети

$$K_{н.с.} = K \frac{\sqrt{\sum_{v=5}^{v_2} U^2(v)}}{U_n} \cdot 100, \quad (11)$$

где K – коэффициент, учитывающий действие гармонии порядка выше v_2 . При $v_2 = 19 \cdot K = 1,15$, при $v_2 = 25 \cdot K = 1,1$; $U(v)$ – действующее значение линейного направления v -й гармоники в узле определения коэффициента несинусоидальности; U_n – номинальное значение напряжения сети в том же узле.

Полученные коэффициент несинусоидальности сравнивают с допустимой величиной:

$$K_{н.с.} \leq K_{н.с.доп} = 5\% \quad (12)$$

Как следует из рис.2, при наличии в системе электроснабжения насосной станции конденсаторных батарей, ёмкостей, кабельных и воздушных линий эквивалентная схема замещения образует параллельный индуктивноёмкостный контур, в котором возникает резонанс токов на одной из частот высших гармоний. Резонансная частота может быть на одной из определяемых гармоник (от $v_1=5$ до $v_2=19$) или вблизи нее.

Номер гармоники, на которой возникает резонанс токов определяется из соотношения:

$$\frac{1}{x_{суст.}(v)} = \frac{1}{x_{к.б.}(v)} \quad \text{или} \quad \frac{1}{v_{рез.} \cdot x_{суст.}} = \frac{1}{x_{к.б.}} \quad (13)$$

$$\text{откуда } v_{рез.} = \sqrt{\frac{x_{к.б.}}{x_{суст.}}} \approx \sqrt{\frac{S_{к.з.}^{(3)}}{x_{к.б.}}}, \quad (14)$$

Где $x_{суст.}$; $x_{к.б.}$ – эквивалентные сопротивления системы и емкостей конденсаторных батарей, кабельных и воздушных линий;

$S_{к.з.}^{(3)}$ – мощность трехфазного короткого замыкания в точке присоединения преобразователя частоты; $Q_{к.б.}$ – суммарная мощность конденсаторных батарей, подключенных к узлу присоединения преобразователя частоты.

Расчеты токов и напряжений на резонансной частоте и близких к ней частотах следует определить с учетом активных элементов системы электроснабжения насосных станций, так как пренебрежение ими в данном случае приводит к значительному искажению результатов. Например, при возникновении резонанса токов на частоте шестой гармоники в схемах замещения пятой и седьмой гармоники следует учитывать активные сопротивления элементов электрической сети.

В порядке выполнения настоящей работы был проведен анализ уровней высших гармоник тока и напряжения в системах электроснабжения насосных станций ряда городов Украины.

Результаты анализа типовых схем электроснабжения насосных станций и их электрооборудования дают следующие пределы параметров понижающих трансформаторов и батарей конденсаторов:

- на напряжении 0,38 кВ применяются трансформаторы мощностью до 1000 кВА; мощность короткого замыкания на шинах 0,38 кВ может достигать значения $S_{к.з.}^{(3)}=25-30$ МВА, установленное мощность конденсаторных батарей $Q_{к.б.}$ – до 400-500 квар;

- на напряжении 6 кВ мощность трансформаторов достигает 6,3 МВА, мощность короткого замыкания на шинах 6 кВ $S_{к.з.}^{(3)}=50$ МВА, установленная мощность конденсаторов $Q_{к.б.}=1000$ квар и более.

Для приведенного выше диапазона параметров электрооборудования насосных станций исследована зависимость резонансной частоты $v_{рез.}$ (номера гармоники, на которой возникает резонанс токов в параллельном LC контуре) от мощности конденсаторных батарей, подключенных к узлу присоединения преобразователя частоты, и мощности короткого замыкания в том же узле. В соответствии с уравнением (1) построены кривые

$v_{рез}=f(Q_{к.б.})$ для различных значений $S_{к.з.}^{(3)}$ (рис. 3).

Из приведенных кривых следует, что для применяемых на насосных станциях параметров электрооборудования и имеющих место мощностях короткого замыкания, возможен резонанс токов в системе электроснабжения на одной из гармоник, потребляемых преобразователем частоты.

Эти же выводы получены из результатов расчета высших гармоник ряда насосных станций водоснабжения и водоотведения в городах Украины.

Резонанс тока получается на частотах от 5 до 17 гармоник. В этом случае при полной (номинальной) нагрузке электродвигателей коэффициенты несинусоидальности превысили допустимую величину:

$$K_{нс} > K_{нс.доп.} = 5\% \quad (15)$$

Токи в конденсаторных батареях оказались также выше допустимых значений:

$$I_{к.б.} > I_{к.б.доп.} = 1,3 \cdot I_{к.б.ном.} \quad (16)$$

Характер изменения резонансной частоты $v_{рез.}$ параллельного LC контура от мощности конденсаторных батарей $Q_{к.б.}$ при различных мощностях трехфазного короткого замыкания $S_{к.з.}$.

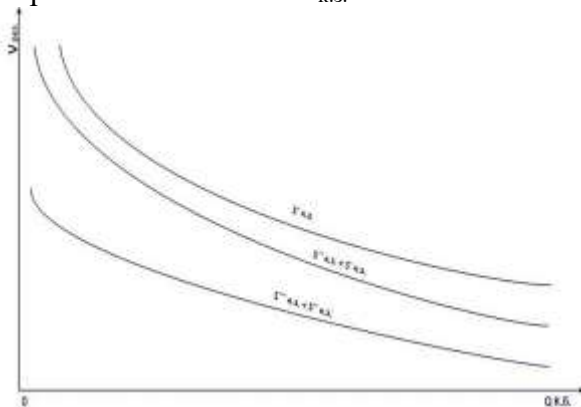


Рис. 3. Кривые $v_{рез}=f(Q_{к.б.})$ для различных значений $S_{к.з.}^{(3)}$

Из результатов проведенных исследований следует, что использование вентильных (тиристорных) преобразователей частоты в системах электроснабжения насосных станций в большинстве случаев требует применения специальных мер по уменьшению высших гармонических составляющих тока и напряжения.

Об этом же можно судить и из руководящих материалов [7], где указано, что в узле с нелинейными нагрузками в виде вентильных преобразователей допускается применять в качестве источника реактивной мощности батареи статических конденсаторов, если выполняется условие:

$$\frac{S_{к.з.}^{(3)}}{S_{пр.}} \geq 200, \quad (17)$$

где $S_{пр.}$ - мощность, потребляемая преобразователем частоты.

Для схем электроснабжения рассмотренных насосных станций как на напряжении 0,38 кВ, так и на напряжении 6-10 кВ указанное отношение меньше 200.

Как указывалось, при нарушении несинусоидальности напряжения и тока использование вентильных преобразователей частоты без применения специальных мер по исключению перегрузки конденсаторов токами высших гармоник и снижению высших гармоник в кривой напряжения в ряде случаев становится невозможным.

В качестве специальных мер могут быть применены мероприятия, исключающие возникновение резонанса в системе электроснабжения насосной станции или фильтры высших гармоник.

Для исключения резонанса токов и близких к нему режимов существуют два пути. В первом случае необходим тщательный расчет схемы замещения электрической сети и точное знание всех резонансных точек системы для того, чтобы подобрать соответствующую мощность конденсаторных батарей. Однако, данный путь в условиях электроснабжения насосных станций является практически неприемлемым, так как реактивное сопротивление сети, образующее с емкостью конденсаторов параллельный колебательный контур, не является неизменным в течении сезона или суток из-за постоянного включения и отключения отдельных элементов (потребителей, трансформаторов, линий, конденсаторов, реакторов, источников). Получить значения требующихся параметров электрической системы крайне затру-

днительно. Поэтому практически невозможно избежать резонанса токов путем подбора мощности конденсаторов, особенно если учесть, что мощность конденсаторов выбирается в первую очередь из условий обеспечения задаваемого энергосистемой баланса реактивной мощности в узле и в отдельные часы суток (ночью) конденсаторные батареи могут полностью или частично отключаться.

Второй путь заключается во включении линейного реактора последовательно с конденсаторными установками, имеющимися в узле присоединения преобразователя частоты. Установленная мощность реактора по основной гармонике тока должна составить небольшую величину – порядка 5% от установленной мощности конденсаторных батарей. Параметры реактора (L_p ; X_p) выбираются таким образом, чтобы ветвь из последовательно соединенных реакторных батарей конденсатора являлась либо фильтром, либо носила индуктивный характер на частоте гармоники наименьшей из имеющихся в спектре потребляемого преобразователем частоты тока. Для импульсной мостовой схемы выпрямления, применяемой для преобразователей типа ПЧТ, ПВЧВ, ПВЧС, наименьшим номером гармоники в спектре потребляемого тока является пятая.

Для указанных преобразователей получение условий, при которых невозможно возникновение резонанса токов в системе электроснабжения насосных станций, заключается в обеспечении резонанса напряжений в цепи реактор-конденсаторная батарея на частоте $\nu_{рез} \leq 5$. Необходимая реактивность реактора при этих условиях определяется из отношения:

$$\nu_{рез} \cdot x_p \geq \frac{x_{к.б.}}{\nu_{рез}} \quad \text{или} \quad x_p \geq \frac{x_{к.б.}}{\nu_{рез}} = \frac{x_{к.б.}}{25}. \quad (18)$$

Применение реактора с более высокой индуктивностью приводит к увеличению его мощности и, соответственно, увеличению компенсации емкостной мощности батареи конденсаторов. При выполнении условия $x_p = \frac{x_{к.б.}}{25}$ в цепи «реактор-конденсатор» имеет место резонанс на-

пряжений на частоте пятой гармоники, напряжение этой гармоники равно нулю, весь ток преобразователя пятой гармоники замыкается по резонансной ветви LC и в питающую сеть не попадает.

Этот способ исключения резонанса токов и уменьшения влияния высших гармоник токов и напряжений является наиболее применимыми для системы электроснабжения насосных станций водоснабжения и водоотведения водо-канализационного хозяйства городов и поселков вследствие своей простоты, экономичности и технической осуществимости.

Если установка реактора в ветви конденсаторной батареи невозможна (например, из-за отсутствия реакторов необходимых параметров) или не обеспечивает допустимые значения токов в конденсаторах и коэффициента несинусоидальности в узле подключения преобразователя, то применяют силовые фильтры высших гармоник.

В большинстве случаев для получения желаемых результатов следует устанавливать фильтры на частоты нескольких гармоник из спектра тока преобразователя.

Применение данного решения подавления высших гармонических составляющих лишь для регулируемого электропривода насосных станций является экономически нецелесообразным и не может быть рекомендовано для массового использования в системе водоканализационного хозяйства городов и поселков.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Электропривод комплектная, тиристорная мощность до 25000 кВт по схеме вентильного двигателя серии ПЧВС. Технические условия ТУ16-654. 024-86. 1984-69 с.
2. Устройства комплектное на основе автономных инверторов мощностью до 500 кВт для частотно-регулируемых электроприводов серии ПЧТ. ЕНЯИ. 656433. 093Д. 1984.-20 с.
3. Жежеленко И.В.. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий. М.: Энергоатомиздат. 1984.-160 с.

4. Жежеленко И.В., Рабинович М.Л., Божко В.М.. Качество электроэнергии на промпредприятиях. К.: Техника, 1981.- 160 с.
5. Тайц А.А.. Применение статических конденсаторов реактивной мощности для улучшения качества электрической энергии. В кн.: Качество электроэнергии в сетях промпредприятий. МДНТП. 1977. С.65-83.
6. Олейник В.Д. и др.. Влияние мощного вентиляционного преобразователя и работу батареи статических конденсаторов и асинхронных двигателей. Промышленная энергетика. 1971.№11.с.24-27
7. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. Том I. Под общей редакцией А.А. Федорова. : Энергоатомиздат, 1985-58 с.

УДК 336.145

Гречко Н.В., Двухглавов О.Д.

Харківський національний університет будівництва та архітектури

ВПЛИВ ВИДАТКІВ МІСЦЕВИХ БЮДЖЕТІВ НА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Вступ. В умовах нестабільної економічної і політичної ситуації в країні проблема економічного розвитку окремих регіонів стає досить актуальною. Одна з проблем формування місцевих бюджетів це забезпечення збалансованого соціально-економічного розвитку регіонів та формування міжбюджетних відносин. Місцеві бюджети використовуються для регулювання господарських процесів, розбудови регіону, розвитку транспорту, культури і освіти, задоволення соціальних потреб тощо, вони є важливим елементом системи фінансового регулювання економіки країни та економіки окремого регіону. Основна умова економічного зростання це збалансованість і оптимальність місцевих бюджетів. У забезпеченні соціально-економічного розвитку регіонів країни важливими засобами впливу є податкові механізми. У Податковому та Бюджетному кодексі України відбулися значні зміни, але разом з тим частина економічних питань залишається невирішеними. Тому завдання підвищення ефективності управління соціально-економічними процесами в регіонах та їх фінансове забезпечення на даному етапі розвитку України набуває особливої уваги.

Аналіз публікацій. Особливості побудови та функціонування місцевих бю-

джетів, проблеми соціально-економічного розвитку України та її регіонів досліджуються в роботах вітчизняних науковців, зокрема К. М. Бліщука, Л. М. Зайцевої, Н. Й. Серьогіна, Л. Р. Михайлишина, В.І. Павлова, Л. Л. Тарангул, І. О. Горленко, О. П. Кириленко та інших [1].

Постановка завдання. Метою статті є аналіз сучасного стану формування місцевих бюджетів та ролі місцевих бюджетів у соціально-економічному розвитку Харківського регіону. Забезпечення об'єктивного оцінювання впливу місцевих бюджетів на соціально-економічний розвиток регіону дасть змогу робити раціональний вибір стосовно спрямування обмежених бюджетних ресурсів на реалізацію найбільш ефективних заходів.

Основний матеріал і результати. Основною проблемою для України є неналежна фінансова база, недосконале ресурсне забезпечення місцевого і регіонального розвитку, вузьке коло місцевих податків, високий рівень державного та місцевого боргу; значні диспропорції соціально-економічного розвитку окремих територій тощо [2]. Запровадження механізму зацікавленості органів місцевого самоврядування збільшить надходження у дохідну частину державного бюджету на відповідних територіях.