

Ю.Л. Саенко, Т.К. Бараненко, Д.Н. Калюжный

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА БАТАРЕЙ КОНДЕНСАТОРОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ С ИСТОЧНИКАМИ ИНТЕРГАРМОНИК

Розроблена методика вибору батарей конденсаторів, які застосовуються як в якості компенсаторів реактивної потужності при наявності джерел інтергармонік, так і в складі фільтрів вищих гармонік і інтергармонік. Отримані вирази для перевірки відсутності неприпустимих перевантажень батарей конденсаторів по напрузі й по струму при наявності в кривій напруги (струму), поряд з вищими гармоніками, дискретного спектру інтергармонік. Обґрунтована доцільність спрощеного врахування зміни напруги на затискачах батарей конденсаторів фільтрів вищих гармонік і інтергармонік за рахунок наявності реактора в складі фільтрів. Використання запропонованих підходів дозволить комплексно вирішувати низку питань, пов'язаних з вибором параметрів батарей конденсаторів в електричних мережах з нелінійними навантаженнями. Бібл. 10.

Ключові слова: батарея конденсаторів, компенсація реактивної потужності, фільтро-компенсуючий пристрій, вищі гармоніки, інтергармоніки.

Разработана методика выбора батарей конденсаторов, применяемых как в качестве компенсаторов реактивной мощности при наличии источников интергармоник, так и в составе фильтров высших гармоник и интергармоник. Получены выражения для проверки отсутствия недопустимых перегрузок батарей конденсаторов по напряжению и по току при наличии в кривой напряжения (тока), наряду с высшими гармониками, дискретного спектра интергармоник. Обоснована целесообразность упрощенного учета изменения напряжения на зажимах батарей конденсаторов фильтров высших гармоник и интергармоник за счет наличия реактора в составе фильтров. Использование предложенных подходов позволит комплексно решать ряд вопросов, связанных с выбором параметров батарей конденсаторов в электрических сетях с нелинейными нагрузками. Библ. 10.

Ключевые слова: батарея конденсаторов, компенсация реактивной мощности, фильтро-компенсирующее устройство, высшие гармоники, интергармоник.

Введение. Рациональное применение в системах электроснабжения компенсирующих устройств позволяет снизить потери мощности в электрической сети (ЭС), обеспечить надлежащее качество потребляемой электроэнергии за счет нормализации уровней напряжения и в целом позволяет достичь высоких технико-экономических показателей работы электроустановок. Таким образом, решение вопросов компенсации реактивной мощности (КРМ) является одним из аспектов как энергосбережения в ЭС, так и надежности электроснабжения промышленных предприятий [1-4].

Одними их наиболее применяемых в системах электроснабжения различного назначения устройств КРМ являются батареи конденсаторов (БК), так как имеют ряд характерных преимуществ: незначительные удельные потери активной мощности, отсутствие вращающихся частей, простота монтажа и эксплуатации, относительно невысокая стоимость, малая масса, отсутствие шума во время работы, возможность реализации индивидуальной КРМ [5, 6].

Однако в современных ЭС имеет место тенденция к росту количества и мощности нелинейных электроприемников. Это в первую очередь различные преобразователи частоты, выпрямители, инверторы, приводы постоянного тока и др. полупроводниковые устройства. Резкопеременные нагрузки являются не только источниками колебаний напряжения, но и гармонических искажений кривых токов и напряжений. При наличии высших гармоник (ВГ) в кривой напряжения процесс старения диэлектрика конденсаторов протекает более интенсивно, чем в случае, когда конденсаторы работают при синусоидальном напряжении. Это объясняется тем, что физико-химические процессы в диэлектриках, обуславливающие их старение, значительно ускоряются при высоких частотах электрического поля. Аналогично влияет дополнительный нагрев, вызванный протеканием ВГ тока. В зависимости от частотных характе-

ристик систем электроснабжения БК могут оказаться в режиме, близком к резонансу токов на частоте какой-либо из ВГ [6-8]. Вследствие перегрузок БК токами ВГ они выходят из строя. Необходимо отметить, что в зависимости от источников искажений, наряду с ВГ может генерироваться существенный спектр интергармоник (ИГ), к которым, в соответствии со стандартом МЭК, относятся гармонические колебания с частотами, не кратными частоте питающей сети [6]. ИГ оказывают на системы электроснабжения аналогичное ВГ негативное влияние [9]. Таким образом, выбор параметров БК при несинусоидальных режимах должен заключаться в недопущении резонансных режимов на частотах как ВГ, так и ИГ и обеспечении допустимых напряжений на конденсаторах и их допустимой загрузки по току. Однако вопрос выбора параметров БК при наличии ИГ является недостаточным исследованным.

Цель исследования – разработка методики выбора параметров батарей конденсаторов, применяемых как в качестве компенсаторов реактивной мощности при наличии источников дискретного спектра интергармоник, так и в составе фильтров высших и интергармоник.

Изложение основного материала. Техническими условиями на эксплуатацию БК предусматривается ограничение превышения напряжения и тока сверх номинальных значений некоторыми величинами c_u и c_i (в долях номинальных значений). Так согласно международным стандартам конденсаторы должны выдерживать повышенное напряжение сети, действующее в течение определенного интервала времени. Например, стандарт EN-60831-1/2 устанавливает требования, в соответствии с которыми на промышленной частоте конденсатор должен выдерживать напряжение величиной $1,1U_{ном}$ до 8 часов в сутки. Кроме этого конденсаторы должны быть рассчитаны на

© Ю.Л. Саенко, Т.К. Бараненко, Д.Н. Калюжный

непрерывную работу при токе, не превышающем $1,3I_{nom}$. Таким образом, величины c_u и c_i соответственно равны 1,1 и 1,3.

Тогда при наличии в кривой напряжения ВГ условие отсутствия недопустимой перегрузки БК по напряжению [6]:

$$\frac{\sqrt{U_{CB}^2 + \sum_{n=2}^{\infty} U_{nCB}^2}}{U_{nom,CB}} \leq c_u, \quad (1)$$

где U_{CB} – напряжение на зажимах БК при промышленной частоте (напряжение основной гармоники), в расчетах допускается в качестве U_{CB} использовать номинальное напряжение БК $U_{nom,CB}$; n – номер гармонической составляющей; U_{nCB} – напряжение n -й гармоники на конденсаторах.

Условие исключения недопустимой перегрузки БК по току:

$$\frac{\sqrt{I_{CB}^2 + \sum_{n=2}^{\infty} I_{nCB}^2}}{I_{nom,CB}} \leq c_i, \quad (2)$$

где I_{CB} – ток промышленной частоты в БК (ток основной гармоники), как и в случае с напряжением, в расчетах допускается в качестве I_{CB} использовать номинальный ток $I_{nom,CB}$; I_{nCB} – ток n -й гармоники, протекающий через БК.

При наличии в кривых тока и напряжения дискретного спектра ИГ условия (1) и (2) принимают следующий вид:

$$\frac{\sqrt{U_{CB}^2 + \sum_{\substack{k=1 \\ v_k \neq 1}}^{\infty} U_{v_k CB}^2}}{U_{nom,CB}} \leq c_u; \quad (3)$$

$$\frac{\sqrt{I_{CB}^2 + \sum_{\substack{k=1 \\ v_k \neq 1}}^{\infty} I_{v_k CB}^2}}{I_{nom,CB}} \leq c_i, \quad (4)$$

где k – номер гармонической составляющей кривых напряжения и тока соответственно; v_k – относительная частота k -й гармонической составляющей (значение v_k при каком-то k может совпадать с относительной частотой ВГ n); $U_{v_k CB}$ – напряжение v_k -й гармоники на конденсаторах; $I_{v_k CB}$ – ток v_k -й гармоники, протекающей через БК.

Для практического применения условия отсутствия недопустимых перегрузок БК по напряжению и по току при наличии, наряду с ВГ, дискретного спектра ИГ целесообразно привести к следующему виду:

$$\sqrt{1 + \frac{1}{U_{nom,CB}^2} \sum_{\substack{k=1 \\ v_k \neq 1}}^N U_{v_k CB}^2} \leq c_u; \quad (5)$$

$$\sqrt{1 + \frac{1}{I_{nom,CB}^2} \sum_{\substack{k=1 \\ v_k \neq 1}}^N I_{v_k CB}^2} \leq c_i, \quad (6)$$

где N – номер последней учитываемой гармоники.

В выражениях (5) и (6) число N должно определяться диапазоном частот, где гармоники имеют наиболее значимые амплитуды. В общем случае значения N и v_N будут зависеть от источника ИГ.

Учитывая, что превышение напряжения на зажимах БК допускается до величины c_u (не более 8 ч каждые сутки), а допустимая перегрузка по току – до величины $c_i=1,3$; выражения (5) и (6) удобнее преобразовать к следующему виду:

$$U_{nom,CB} \geq 1,2 \sqrt{\sum_{\substack{k=1 \\ v_k \neq 1}}^N U_{v_k CB}^2}; \quad (7)$$

$$I_{nom,CB} \geq 1,2 \sqrt{\sum_{\substack{k=1 \\ v_k \neq 1}}^N I_{v_k CB}^2}. \quad (8)$$

Проверка отсутствия резонансных режимов при работе БК, подключенной в сеть с источниками несинусоидальности, может быть выполнена путем анализа частотных характеристик соответствующей ЭС. Частотные характеристики ЭС могут быть получены как экспериментально, так и расчетным путем. Методика расчета резонансных режимов в ЭС предусматривает составление схемы замещения рассматриваемой сети, определение параметров схемы замещения на частотах гармоник и расчете частотных характеристик входных и взаимных сопротивлений (или проводимостей) узлов сети на частотах гармоник [10].

На основе полученной схемы замещения формируется матрица узловых проводимостей ЭС на частоте n -й гармоники:

$$Y_{yn} = \begin{bmatrix} Y_{11n} & Y_{12n} & \dots & Y_{1mn} \\ Y_{21n} & Y_{22n} & \dots & Y_{2mn} \\ \vdots & & & \vdots \\ Y_{m1n} & Y_{m2n} & \dots & Y_{mmn} \end{bmatrix}. \quad (9)$$

Каждый из диагональных элементов этой матрицы соответствует определенному узлу системы и равен сумме проводимостей всех ветвей, непосредственно соединенных с данным узлом. Недиагональные элементы равны проводимостям соответствующих ветвей, связывающих данную пару узлов, взятых со знаком минус. При отсутствии таких ветвей недиагональный элемент принимается равным нулю.

Входное сопротивление ЭС со стороны узла с номером i на частоте n -й гармоники может быть найдено как [10]

$$Z_{iin} = \frac{A_{iin}}{D_n}, \quad (10)$$

где D_n – определитель матрицы узловых проводимостей (9) на частоте n -й гармоники; A_{iin} – алгебраическое дополнение определителя D_n .

Взаимное (передаточное) сопротивление i -го и j -го узлов ЭС на частоте n -й гармоники равно

$$Z_{ijn} = \frac{A_{ijn}}{D_n}, \quad (11)$$

где A_{ijn} – алгебраическое дополнение определителя D_n .

Алгебраические дополнения A_{iin} и A_{ijn} могут быть найдены как

$$A_{iin} = D_{iin}; \quad (12)$$

$$A_{ijn} = (-1)^{i+j} D_{ijn}, \quad (13)$$

где D_{iin} – минор, получаемый из определителя D_n вычеркиванием i -й строки и i -го столбца; D_{ijn} – минор, получаемый из определителя D_n вычеркиванием i -й строки и j -го столбца.

На частотах, соответствующих частотам резонансов токов, значения входных и взаимных сопротивлений узлов будут стремиться к бесконечности (при пренебрежении активными сопротивлениями). При резонансах токов относительно небольшой ток гармоники, частота которой совпадает с частотой резонанса, вызывает значительные напряжения в узлах сети (из-за больших входных и взаимных сопротивлений узлов). Это приводит к протеканию значительных токов в ветвях сети и перегрузке БК.

В связи с тем, что в ЭС происходят изменения частотных характеристик входных и взаимных сопротивлений, вызванные изменениями сопротивления питающей сети, мощностей и режимов подключенных нагрузок и возможными коммутациями в схеме, при оценке параметров компенсирующих устройств необходимо учитывать эти факторы и определять возможные диапазоны изменений резонансных частот.

Рассмотренный подход к выбору параметров БК, используемых для КРМ, справедлив и для выбора БК, входящих в состав фильтро-компенсирующих устройств (ФКУ), применяемых для снижения несимметричности напряжения и одновременно КРМ.

Наличие реактора в составе фильтра изменяет напряжение на зажимах БК на величину, зависящую от частоты настройки фильтра ν [6],

$$U_{CB} = a_\nu U_{en}, \quad (14)$$

где U_{en} – линейное (фазное) напряжение в электрической сети; a_ν – коэффициент изменения напряжения.

Без учета активного сопротивления цепи фильтра

$$a_\nu = \frac{\nu^2}{\nu^2 - 1}. \quad (15)$$

Так как все элементы цепи фильтра обладают активным сопротивлением (выводы конденсаторов, реакторов, соединительных шин, кабелей и т.д.), то с учетом активного сопротивления коэффициент изменения напряжения определяется выражением [6]

$$a_\nu = \frac{\nu^2 \operatorname{tg} \varphi_r}{\sqrt{\operatorname{tg}^2 \varphi_r (\nu^2 - 1)^2 + 1}}, \quad (16)$$

где $\operatorname{tg} \varphi_r = x_r/R_f$; x_r – сопротивление реактора фильтра, определяемое из условия резонанса; R_f – суммарное активное сопротивление цепи фильтра.

Отношение x_r/R_f является добротностью контура Q . Таким образом, можно записать $\operatorname{tg} \varphi_r = Q$. Для ФКУ ВГ $Q \geq 10$ [10]. Согласно проведенным исследованиям для ФКУ ИГ, особенно устанавливаемых в зоне низких частот, также выполняется неравенство $Q \geq 10$.

Расчеты показали, что определение коэффициента a_ν по выражению (15) дает погрешность в сторону увеличения по сравнению с коэффициентом a_ν , определяемым выражением (16), не более чем на 1 % при $Q=10$, за исключением диапазона $0,55 \leq \nu \leq 0,7$. В указанном диапазоне максимальная погрешность для $\nu=0,7$ составляет 1,9 %. С увеличением добротности

погрешность значительно уменьшается. Так, например, уже при $Q=20$ погрешность расчета a_ν по выражению (15) для всех частот, входящих в возможные зоны установки ФКУ ИГ, составляет менее 1 %.

Таким образом, при выборе номинального напряжения БК фильтров ИГ коэффициент a_ν целесообразно определять в соответствии с (15). При этом возможно незначительное завышение номинального напряжения, что предпочтительно с точки зрения надежной работы БК фильтров при их расстройке.

С учетом выражений (5) и (14) условие отсутствия недопустимой перегрузки БК ФКУ, настроенного на частоту ν , по напряжению:

$$\sqrt{a_\nu^2 k_U^2 + \frac{1}{U_{nom,CB}^2} \sum_{\substack{k=1 \\ \nu_k \neq 1}}^N U_{\nu_k CB}^2} \leq c_u = 1,1, \quad (17)$$

$$\text{где } k_U = \frac{U_{en}}{U_{nom,CB}}.$$

Ток БК I_{CB} пропорционален напряжению на батарее U_{CB} , следовательно, можно записать [10]

$$I_{CB} = I_{nom,CB} a_\nu k_U. \quad (18)$$

Подставляя (18) в (6), после преобразований получим условие отсутствия недопустимой перегрузки БК ФКУ по току:

$$\sqrt{a_\nu^2 k_U^2 + \frac{1}{I_{nom,CB}^2} \sum_{\substack{k=1 \\ \nu_k \neq 1}}^N I_{\nu_k CB}^2} \leq c_i = 1,3. \quad (19)$$

Выводы. При выборе батарей конденсаторов как для компенсации реактивной мощности, так и для фильтро-компенсирующих устройств необходимо построение частотных характеристик входных и взаимных сопротивлений электрической сети для анализа возможных резонансных явлений, как в узле с источником интергармоник, так и во всех остальных узлах сети. При построении частотных характеристик необходим учет активных сопротивлений элементов электрической сети, оказывающих существенное влияние на полное сопротивление при резонансе токов.

При выборе параметров батарей конденсаторов фильтров необходимо комплексное решение целого ряда вопросов, в том числе, обеспечение их надежной работы при отклонениях параметров как самих фильтров, так и питающей сети, источников гармонических искажений от номинальных; отсутствие резонансных явлений на частотах как высших гармоник, так и интергармоник. Решение указанных вопросов требует: расчета спектрального состава токов источников высших гармоник и интергармоник, рационального выбора зоны (зон) установки фильтро-компенсирующего устройства, как можно более точного расчета реальной частоты настройки фильтра и возможного диапазона ее отклонений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зайцев І.М. Про компенсацію реактивної потужності електрообладнання // Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. – 2010. – №11. – С. 66-69.
2. Омельчук А.О., Скрипник А.М., Трондюк В.С. Щодо балансу реактивної потужності в мережах живлення в нових нормативних умовах перетоків реактивної енергії в Україні // Науковий вісник НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК». – 2011. – №161. – С. 111-119.

3. Seema Dudhe. Reactive Power Compensation Techniques in Transmission lines // *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication (IJRITCC)*. – 2015. – vol.3. – iss.5. – pp. 3224-3226.
4. Dixon J., Moran L., Rodriguez J., Domke R. Reactive Power Compensation Technologies: State-of-the-Art Review // *Proceedings of the IEEE*. – 2005. – vol.93. – iss.12. – pp. 2144-2164. doi: 10.1109/JPROC.2005.859937.
5. Давидов О.Ю., Бялобржеський О.В. Аналіз засобів компенсації реактивної потужності в електротехнічних системах // *Вісник Кременчуцького національного університету імені М. Остроградського*. – 2010. – №3(62). – С. 132-136.
6. Жежеленко И.В., Саенко Ю.Л. Качество электроэнергии на промышленных предприятиях. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2005. – 261 с.
7. Attachie J.C., Amuzuvi C.K. Using a Fixed and Switched-Capacitor Bank to Investigate Harmonic Resonance and Capacitor Bank Switching in a Distribution Network // *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*. – 2014. – vol.7. – iss.9. – pp. 1900-1909. doi: 10.19026/rjaset.7.480.
8. Wilsun Xu, Xian Liu, Yilu Liu. Assessment of harmonic resonance potential for shunt capacitor applications // *Electric Power Systems Research*. – 2001. – vol.57. – iss.2. – pp. 97-104, doi: 10.1016/S0378-7796(01)00092-X.
9. Саенко Ю.Л., Бараненко Т.К., Бараненко Э.В. Зниження рівнів гармонічних спотворень в електричних мережах з джерелами інтергармонік // *Електрифікація транспорту*. – 2012. – № 3. – С. 78-83.
10. Жежеленко И.В., Саенко Ю.Л., Бараненко Т.К., Горпинич А.В., Нестерович В.В. Избранные вопросы несинусоидальных режимов в электрических сетях предприятий [Под ред. И.В. Жежеленко]. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 296 с.

REFERENCES

1. Zaytsev I. M. On compensation of reactive power of electrical equipment. *Energy saving. Power engineering. Energy audit*, 2010, no.11, pp. 66-69. (Ukr).
2. Omelchuk A.O., Skripnik A.M., Trondyuk V.S. Concerning the balance of reactive power in power grids in the new normative conditions of jet energy flows in Ukraine. *Scientific Herald of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: Technique and energy of APK*, 2011, no. 161, pp. 111-119. (Ukr).
3. Seema Dudhe. Reactive Power Compensation Techniques in Transmission lines. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication (IJRITCC)*, 2015, vol. 3, iss. 5, pp. 3224-3226.
4. Dixon J., Moran L., Rodriguez J., Domke R. Reactive Power Compensation Technologies: State-of-the-Art Review. *Proceedings of the IEEE*, 2005, vol.93, iss.12, pp. 2144-2164. doi: 10.1109/JPROC.2005.859937.
5. Davidov O.Yu., Byalobrzheskiy O.V. Analysis of reactive power compensation systems in electrical engineering systems. *Transactions of Kremenchuk Mykhaylo Ostrogradskiy State University*, 2010, no.3(62), pp. 132-136. (Ukr).
6. Zhezhelenko I.V., Saenko Yu.L. *Kachestvo elektroenergii na promyshlennukh predpriiatiakh* [Power quality in industrial plants]. Moscow, Energoatomizdat Publ., 2005. 261 p. (Rus).
7. Attachie J.C., Amuzuvi C.K. Using a Fixed and Switched-Capacitor Bank to Investigate Harmonic Resonance and Capacitor Bank Switching in a Distribution Network. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 2014, vol.7, iss.9, pp. 1900-1909. doi: 10.19026/rjaset.7.480.
8. Wilsun Xu, Xian Liu, Yilu Liu. Assessment of harmonic resonance potential for shunt capacitor applications. *Electric Power Systems Research*, 2001, vol.57, iss.2, pp. 97-104, doi: 10.1016/S0378-7796(01)00092-X.

9. Saenko Yu.L., Baranenko T.K., Baranenko E.V. Reduction of levels of harmonic distortions in electric networks with sources of interharmonics. *Electrification of transport*, 2012, no.3, pp. 78-83. (Ukr).
10. Zhezhelenko I.V., Saenko Yu.L., Baranenko T.K., Gorpinich A.V., Nesterovich V.V. *Izbrannyye voprosy nesinusoidal'nykh rezhimov v elektricheskikh setiakh predpriiati* [Selected issues of non-sinusoidal regimes in electric networks of enterprises]. Moscow, Energoatomizdat Publ., 2007. 296 p. (Rus).

Postynula (received) 19.08.2017

Саенко Юрий Леонидович¹, д.т.н., проф.,
 Бараненко Татьяна Константиновна¹, к.т.н., доц.,
 Калюжный Дмитрий Николаевич², к.т.н., доц.,
¹ Приазовский государственный технический университет,
 87500, Мариуполь, ул. Университетская, 7,
 тел/phone +380 629 446551,
 e-mail: yls62@i.ua, tbaranenko@gmail.com
² Харьковский национальный университет
 городского хозяйства им. А.Н. Бекетова,
 61002, Харьков, ул. Революции, 12,
 тел/phone +380 57 7073117,
 e-mail: KalyuzhniyDN@gmail.com

Yu.L. Saenko¹, T.K. Baranenko¹, D.N. Kalyuzhniy²

¹ Pryazovskyi State Technical University,
 7, Universytets'ka Str., Mariupol, 87500, Ukraine.
² O.M. Beketov National University of Urban Economy
 in Kharkiv,
 12, Revolution Str., Kharkiv, 61002, Ukraine.

Features of selection of capacitor banks in electric networks with interharmonic sources.

Purpose. Development of a methodology for selecting capacitor bank parameters designed to compensate for reactive power, if there are sources of interharmonics in the electrical network. Development of a methodology for selecting the parameters of capacitor banks that are part of resonant filters of higher harmonics and interharmonics. **Methodology.** For the research, we used the decomposition of the non-sinusoidal voltage (current) curve into the sum of the harmonic components with frequencies as multiple of the fundamental frequency - higher harmonics, and not multiple fundamental frequencies - interharmonics. **Results.** Expressions are obtained for checking the absence of inadmissible overloads of capacitor banks by voltage and current in the presence of voltage (current) in the curve, along with higher harmonics, of the discrete spectrum of interharmonics. When selecting capacitor banks, both for reactive power compensation and for filter-compensating devices, the necessity of constructing the frequency characteristics of the input and mutual resistances of the electrical network for analyzing possible resonant phenomena is confirmed. **Originality.** The expediency of simplified calculation of the voltage variation at the terminals of the banks of the capacitors of the higher harmonics filters and interharmonics due to the presence of the reactor in the filters is substantiated. **Practical value.** The use of the proposed approaches will make it possible to resolve a number of issues related to the choice of parameters of capacitor banks in networks with nonlinear loads, including: ensuring reliable operation of capacitor banks when their parameters deviate from their nominal values, as well as deviations in the parameters of the supply network and sources of harmonic distortion; ensuring the absence of resonant phenomena at frequencies of both higher harmonics and interharmonics. References 10.
Key words: capacitor bank, reactive power compensation, filter-compensating device, higher harmonics, interharmonics.