

В.В. Шевченко, А.Н. Минко, А.В. Строкоус

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВИБРАЦИОННЫХ СИЛ В ЭЛЕМЕНТАХ КРЕПЛЕНИЯ СТАТОРА ТУРБОГЕНЕРАТОРА К КОРПУСУ ПРИ НЕНОМИНАЛЬНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ

Метою статті є визначення величини додаткових електромагнітних сил (ЕМС), які створюються потоками розсіювання спинки осердя статора турбогенератора (ТГ) в елементах його кріплення до корпусу при роботі в неномінальних режимах за даними вібраційного контролю. Методика. У роботі використовували теорію електромагнітних полів, метод апроксимація поліномами, математичне моделювання в пакеті MathCAD-2000 professional, положення загальної теорії електричних машин. Результати. Виконано аналітичні та чисельні розрахунки додаткових величин ЕМС, створюваних потоками розсіювання спинки осердя статора в елементах кріплення ТГ до корпусу при роботі в неномінальних режимах, що визначається необхідністю нічних розвантажень енергосистеми. Встановлено значення цих сил ТГ при зміні видачі та споживання реактивної потужності і при зміні напруги. Наукова новизна. Вперше для ТГ, що працюють в неномінальних режимах, виконані оцінка і розрахунок додаткових ЕМС в елементах кріплення осердя ТГ до корпусу, які створюються потоками розсіювання спинки осердя статора і доповнюють дію основних ЕМС. Визначення цих зусиль актуально, тому що турбогенератори ТЕС України потужністю 200-300 МВт є маневреними потужностями і вирішують завдання підтримки коефіцієнта потужності енергосистеми. Практичне значення. Було встановлено, що якщо ТГ часто працюють в неномінальних режимах, знос систем кріплення осердя статора до корпусів більш значущий, ніж в разі їх роботи тільки в номінальних режимах. Отримані дані дозволять більш точно визначити обсяги проведення ремонтних робіт, скласти графіки їх проведення, визначити місця установки датчиків контролю, можуть бути використані на етапі проектування нових машин. Бібл. 6, табл. 2, рис. 2.

Ключові слова: турбогенератор, режим навантаження, неномінальний режим, електромагнітна сила, реактивна потужність, вузол кріплення осердя статора.

Целью статьи является определение величины дополнительных электромагнитных сил (ЭМС), которые создаются потоками рассеяния спинки сердечника статора турбогенератора (ТГ) в элементах его крепления к корпусу при работе в неномінальных режимах по данным вибрационного контроля. Методика. В работе использовали теорию электромагнитных полей, метод аппроксимация полиномами, математическое моделирование в пакете MathCAD-2000 professional, положения общей теории электрических машин. Результаты. Выполнены аналитические и численные расчеты дополнительных величин ЭМС, создаваемых потоками рассеяния спинки сердечника статора в элементах крепления ТГ к корпусу при работе в неномінальных режимах, что определяется необходимостью ночных разгрузок энергосистемы. Установлены значения этих сил ТГ при изменении выдачи и потребления реактивной мощности и при изменении напряжения. Научная новизна. Впервые для ТГ, работающих в неномінальных режимах, выполнены оценка и расчет дополнительных ЭМС в элементах крепления сердечника ТГ к корпусу, которые создаются потоками рассеяния спинки сердечника статора и дополняют действие основных ЭМС. Определение этих усилий актуально, т.к. турбогенераторы ТЭС Украины мощностью 200-300 МВт являются маневренными мощностями и решают задачу поддержания коэффициента мощности энергосистемы. Практическое значение. Было установлено, что если ТГ часто работают в неномінальных режимах, износ систем крепления сердечников статора к корпусам более значителен, чем в случае их работы только в номінальных режимах. Полученные данные позволят более точно определять объемы проведения ремонтных работ, составлять графики их проведения, определять места установки датчиков контроля, могут быть использованы на этапе проектирования новых машин. Библ. 6, табл. 2, рис. 2.

Ключевые слова: турбогенератор, режим нагрузки, неномінальный режим, электромагнитная сила, реактивная мощность, узел крепления сердечника статора.

Введение. В настоящее время наблюдается высокая степень старения паркового оборудования тепловых электрических станций (ТЭС). Поэтому, с учетом национальной экономической ситуации, стратегической задачей для Украины является продление срока эксплуатации и повышение надежности длительно работающих турбогенераторов (ТГ), совершенствование их ремонтного обслуживания и оптимизация затрат на модернизацию и техническое перевооружение оборудования ТЭС и АЭС.

Одним из наиболее эффективных вариантов решения этих задач является повышение качества, внедрение и развитие новых, а также совершенствование существующих методов диагностики ТГ, обеспечивающих своевременное и полное выявление дефектов (в том числе и на ранней стадии их развития), а также полнота и качество их устранения. Надежность ТГ и его физический ресурс в значительной степени определяется техническим состоянием сердечника статора,

в том числе и системы его крепления к корпусу. Надежное выполнение узла крепления обеспечивает необходимый уровень жесткости сердечника, виброизоляция корпуса статора и фундамента от вибраций, вызванных электромагнитными силами (ЭМС) активной зоны. В свою очередь, надежная система крепления защищает сердечник статора от внешних вибраций, передаваемых от фундамента через опоры и подшипники скольжения к корпусу ТГ, что особенно важно в маневренных режимах работы [1, 2].

Целью статьи является определение величины дополнительных ЭМС, которые создаются потоками рассеяния спинки сердечника статора турбогенератора в элементах его крепления к корпусу при работе в неномінальных режимах по данным вибрационного контроля.

Основной материал исследования. Согласно статистическим данным, собранным эксплуатацион-

© В.В. Шевченко, А.Н. Минко, А.В. Строкоус

ным персоналом электростанций, о состоянии корпусов и сердечников статоров ТГ, которые длительное время работали в ненормальных режимах (при нагрузке 70, 50, 30 % от номинальной) на блоках ТЭС, установлено, что по сравнению с ТГ, которые работали только в номинальных режимах, величина вибрации выше. Вибрация корпуса статора контролируется периодически, а измерение вибрации элементов крепления активной стали сердечника статора к раме корпуса выполняется очень редко, только в случаях очевидных симптомов ухудшения их вибрационного состояния или при неудовлетворительном состоянии стальных конструкций статора (контактная коррозия, повреждение узлов крепления и др.), т.е. уже по факту наличия дефекта. В тоже время из опыта эксплуатации известно, что объем и эффективность ремонтных работ зависят от стадии развития дефекта.

Проведение обследования вибрации системы крепления сердечника связано с определенными трудностями, что определяется необходимостью учитывать конструкцию узлов выпуска водорода или воздуха, выводов измерительных систем из корпуса через газоплотные пальцы и другие элементы, наличием датчиков внутри генератора. Но, если устано-

вить систему вибромониторинга корпуса заранее, возможно своевременно обнаружить дефекты, которые могут привести к серьезным повреждениям и потребуют дорогого ремонта, а в отдельных случаях - полной замены генератора.

Обычно спектр вибрации, полученный по вибрационным сигналам, снятым с корпуса работающего генератора, включает в себя основную гармонику с частотой 100 Гц и ряд гармонических составляющих, кратных основной гармонике. Так, при проведении сервисного обслуживания турбогенераторов блока № 4 Гусиноозерской ГРЭС (2014 г.), блока № 1 Гомельской ТЭЦ-2 (2011 г., 2012 г.), блока № 15 Луганской ТЭС (2014 г.) и блока № 3 Зуевской ГРЭС (2013 г.), были выполнены измерения вибраций корпусов статоров. Было установлено, что в режимах, отличных от номинальных, вибрация была максимальной, особенно в средних сечениях корпусов. В табл. 1 представлены данные испытаний корпуса статора турбогенератора ТГВ-300-2У3 блока № 3 Зуевской ГРЭС. На рис. 1 приведена схема размещения контрольных датчиков с левой стороны «Л».

Датчики 1П – 9П правой части расположены симметрично.

Таблица 1

Вибрация корпуса статора ТГ блока № 3 Зуевской ГРЭС ТГВ-300-2У3

Мощность ТГ	Величина вибрации, 2А, мкм																	
	Номер точки																	
	1Л	2Л	3Л	4Л	5Л	6Л	7Л	8Л	9Л	1П	2П	3П	4П	5П	6П	7П	8П	9П
$P = 288 \text{ МВт}, Q = 60 \text{ МВАр}$	10	13	11	23	33	26	25	40	26	19	28	17	41	48	40	39	47	38
$P = 220 \text{ МВт}, Q = 52 \text{ МВАр}$	11	15	11	26	34	27	29	42	29	23	29	16	43	51	43	41	53	46
$P = 154 \text{ МВт}, Q = 52 \text{ МВАр}$	15	15	9	28	37	31	31	45	33	28	34	14	49	59	47	47	57	50



Рис. 1. Расположение точек измерения вибрации со стороны левой части корпуса ТГ (если смотреть со стороны контактных колец)

При исследованиях также было отмечено ослабление запрессовки шихтованных пакетов и более частое разрушение изоляции обмотки статора пазовой и лобовых частей, разрушение системы крепления сердечника статора к корпусу [3].

Для определения причин увеличения вибрации в ненормальных режимах рассмотрим изменения действия вихревых токов, которые наводятся в сердечнике статора и в элементах его крепления к корпусу ТГ. Эти токи, которые наводятся потоками рассеяния в элементах системы крепления шихтованного сердечника статора к корпусу, а, следовательно, и величина действующих на стяжные призм ТГ электромагнитных сил, зависят от степени насыщенности спинки

сердечника. Значение потока рассеяния на единицу поверхности (потока, который вытесняется из сердечника в зону крепления к корпусу) может быть представлено [1, 2], Вб/м:

$$\Phi_{dis} = \frac{\mu_0 \cdot I_s \cdot \tau}{\pi} \cdot \left[1 + \left(\frac{R_s}{R_k} \right)^{2\delta} \right] \cdot \left[1 - \left(\frac{R_s}{R_k} \right)^{2\delta} \right]^{-1}, \quad (1)$$

где $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м – магнитная постоянная; H_s – амплитуда тангенциальной составляющей напряженности на поверхности спинки статора, А/м; R_s – наружный радиус спинки сердечника статора, м; τ – полюсное деление, м; R_k – внутренний радиус корпуса статора, м; $2p$ – число полюсов.

Т.о., поток, вытесняемый из сердечника, прямо пропорционален напряженности магнитного поля в спинке сердечника, которая, в свою очередь, зависит от индукции, т.е. от режима работы генератора [3].

При изменении режима работы изменяется температура активных и конструктивных частей статора, что влияет на их линейные размеры. Коэффициент линейного расширения стали составляет 0,12 – 0,15 мм на 1 °С [4]. При увеличении температуры сердечника статора на 30 °С, его линейные размеры увеличатся только на 0,04 % от начального значения. Поэтому

тепловым расширением линейных размеров призм, пакетов сердечника, системы крепления можно пренебречь. Также в расчетах можно пренебречь влиянием нагрева на сопротивление контуров замыкания вихревых токов [5].

Допустимые ненормальные режимы работы ТГ регламентированы инструкцией по эксплуатации и определяются по диаграмме допустимых нагрузок, [5]. Поэтому выбираем для характеристики режимов работы активную мощность (P), реактивную мощность (Q) и линейное напряжение обмотки статора (U_s). Определим аналитическую связь указанных параметров с величиной ЭМС, действующих на элементы крепления. Последовательность аналитического расчета электромагнитных сил подробно изложена в [2].

Амплитуда индукции магнитного поля на наружной линии спинки сердечника статора может быть определена:

$$B_s = \frac{E_r}{2 \cdot \sqrt{2} \cdot \pi \cdot f \cdot \omega_s \cdot k_0 \cdot S_s} \cdot k_c, \quad (2)$$

$$E_r = \sqrt{\left(\frac{U_s}{\sqrt{3}} + x_\sigma \cdot I_s \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) \right)^2 + \left(x_\sigma \cdot I_s \sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) \right)^2}$$

При расчете значений напряженности в спинке сердечника и стяжных призм, индукции в поверхностном слое активной стали используются характеристики намагничивания соответствующих материалов, которые выбираются по таблицам [5], однако для решения поставленной задачи целесообразно представить их в виде функциональных зависимостей.

Амплитуда напряженности магнитного поля на поверхности спинки сердечника статора связана с величиной индукции нелинейной зависимостью и в диапазоне значений индукции 0,6 – 1,7 Тл с достаточной точностью аппроксимируется полиномом 6-й степени:

$$H_s = f(B_s) = \sum_{n=0}^6 h_n \cdot B_s^n. \quad (4)$$

Определяем амплитуду напряженности на верхней линии спинки сердечника статора, затем, находим значения магнитного потока, сцепленного с контуром элементов крепления и поверхности спинки, определяем наводимые им на призмах ЭДС. При расчете сопротивления контура формирования вихревого тока Z_k необходимо учитывать, что сопротивление призм Z_p и крайнего пакета зависит от степени насыщения материала.

Однако, принимая во внимание, что сопротивление контура замыкания вихревых током приблизительно на 80 % определяется значением сопротивления элементов крепления, в дальнейших расчетах сопротивления крайних пакетов сердечника считаем постоянными, влиянием насыщения активной стали на значение сопротивления контура Z_k пренебрегаем.

Относительная магнитная проницаемость материала призм μ_p также нелинейно зависит от напряженности и может быть представлена:

где f – частота тока сети; k_0 – обмоточный коэффициент; ω_s – число витков обмотки статора; S_s – сечение спинки статора; k_c – коэффициент, который характеризует неравномерность распределения индукции в спинке статора; E_r – ЭДС, которая наводится магнитными потоками рассеяния спинки сердечника статора в стяжных призмах в ненормальных режимах работы:

$$E_r = \sqrt{\left(\frac{U_s}{\sqrt{3}} + x_\sigma \cdot I_s \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) \right)^2 + \left(x_\sigma \cdot I_s \sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) \right)^2}$$

Угол между векторами напряжения и тока статора, а так же ток статора, A :

$$\varphi = \arccos\left(\frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}\right); \quad I_s = \frac{1}{U_s} \cdot \sqrt{\frac{P^2 + Q^2}{3}}. \quad (3)$$

С учетом (3), значение результирующей ЭДС в спинке статора и в элементах его крепления к корпусу:

$$\mu_p = \sum_{n=0}^6 m_n \cdot H_s^n. \quad (5)$$

Изменение магнитной проницаемости μ_p от напряженности для Ст 3, из которой выполняют призмы крепления, рассмотрено в интервале 100 – 1250 А/м.

Амплитуда индукции, которая соответствует значению напряженности H_s на поверхности спинки сердечника, может быть представлена:

$$B_{s, \max} = \sum_{n=0}^3 b_n \cdot H_{s, \max n}. \quad (6)$$

При исследовании зависимости величины ЭМС в различных режимах изменяем значение одного из параметров (P , Q , U_s) в пределах, определяемых диаграммой мощностей и типовой инструкцией по эксплуатации, в то время, как два других параметра не меняются.

Для проведения расчетов введем безразмерную величину ε_N , которая представляет собой отношение изменений ЭМС к изменению физических величин (P , Q , U_s) в одном из ненормальных режимов N : 70, 50 и 30 % нагрузки генератора от номинальной (100 %):

$$\varepsilon_N = \frac{(F_B - F_N) / F_b}{(N_B - N_N) / N_b}, \quad (7)$$

где N_B , N_N , N_b – верхнее граничное, нижнее граничное и базовое значения выбранного параметра N (P , Q или U_s), зависящего от режим работы ТГ; F_B , F_N , F_b – верхнее граничное, нижнее граничное и базовое значения ЭМС.

Примем изменения значения параметров, которые характеризуют изменения режимов (P , Q , U_s):

- 1) $P_N = 0$ МВт, $P_B = P_b = 300$ МВт;
- 2) $Q_N = -80$ МВАр, $Q_B = Q_b = 186$ МВАр;
- 3) $U_N = 0,95$ кВ, $U_B = U_b = U_{sN} = 20$ кВ.

Для проверки аналитически полученных результатов решаем поставленную задачу также численными методами, на разработанной математической модели с использованием пакета MathCAD-2000 Professional. Исследуем элемент крепления (призму), которая длительное время находилась в работе, в связи с чем металл был выработан: величины боковых зазоров крепления призмы принимаем равными 0,435 мм (данные, получены на турбогенераторах, который работает на блоке № 2 Змиевской ТЭС, [6]).

Выполним разложение распределения ЭМС, ее радиальной и тангенциальной составляющих в ряд Фурье:

$$F(\theta) = F_{\cos\theta} + \sum_{v=1}^N F_{v,m} \cdot \sin(v\theta) + \sum_{v=1}^N F_{v,m} \cdot \cos(v\theta),$$

где θ – угол нагрузки ТГ, эл. град; v – номер гармоники; $F_{v,m}$ – амплитуда v -ой гармоники ЭМС:

$$F_{v,m} = \sqrt{(F_{v,m}^s)^2 + (F_{v,m}^c)^2}, \text{ Н}$$

φ_v – фаза v -ой гармоники ЭМС

$$\varphi_v = \arctg\left(\frac{F_{v,m}^c}{F_{v,m}^s}\right),$$

где $F_{v,m}^s, F_{v,m}^c$ – коэффициенты ряда Фурье для нечетных и четных гармонических составляющих v -го порядка, изменяющихся от 1 до v .

Результаты расчета ЭМС, наведенных вихревыми токами в элементах крепления сердечника статора к корпусу, полученные аналитически и численными методами для различных режимов работы ТГ, приведены в табл. 2 и на рис. 2.

Сравнение результатов аналитических расчетов и результатов, полученных численными методами, (табл. 2, рис. 2), позволяет сделать вывод, что полученные результаты достаточно близки. Это подтверждает достоверность проведенных расчетов.

Таблица 2

Результаты расчета ЭМС, действующих на элементы крепления сердечника статора к корпусу, полученные аналитически и численными методами для различных режимов работы ТГ

Влияние активной мощности			Влияние реактивной мощности			Влияние напряжения		
P , МВт	Величина амплитуды первой гармоники ЭМС, Н		Q , МВАр	Величина амплитуды первой гармоники ЭМС, Н		U_s , кВ	Величина амплитуды первой гармоники ЭМС, Н	
	Аналитический расчет	Численный расчет		Аналитический расчет	Численный расчет		Аналитический расчет	Численный расчет
0	104,8	179	-80	107,3	163,6	19	132,4	173,7
150	141,5	179	0	115,7	174,2	19,5	135	185
100	145,2	189	186	145,2	189	20	145,2	189
ε_N	0,03	0,053	ε_O	0,183	0,094	ε_P	1,763	1,619

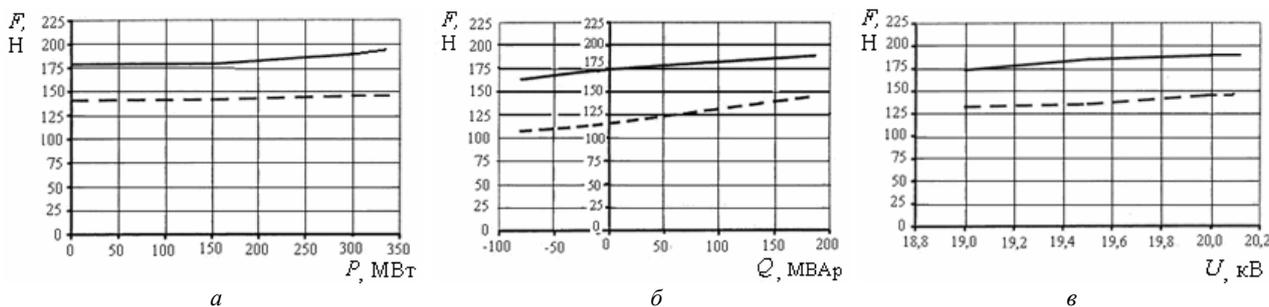


Рис. 2. Зависимость электромагнитных сил, действующих на систему крепления сердечника статора к корпусу от активной мощности (а), реактивной мощности (б) и напряжения статора (в) для различных режимов работы турбогенератора аналитическим и численным методами (--- данные аналитического расчета; — данные, полученные численными методами)

Выводы.

1. Результаты аналитических и численных расчетов показали, что при номинальных режимах работы ТГ (в пределах диаграммы нагрузок) величина ЭМС, действующих на элементы крепления сердечника статора, изменяется мало. Однако, при расчетах ЭМС в ненормальных режимах, ее изменение значительно. Так, для ТГ мощностью 300 МВт, максимальное изменение ЭМС отмечено при изменении реактивной мощности от наибольшего значения (+186 МВАр) до предельного значения потребляемой реактивной мощности (-80 МВАр), что составляет 13 % (по результатам численных расчетов).

2. Получены количественные характеристики изменение ЭМС в зависимости от величины активной P , реактивной мощности Q и от напряжения статора U_s . Установлено, что при ненормальных режимах работы ТГ, изменение величины этих сил практиче-

ски не зависит от активной и реактивной мощности: при изменении P и Q на 1 % изменение ЭМС составляет лишь сотые и десятые доли процента, соответственно. Зависимость величины ЭМС от напряжения более значительно, носит квадратичный характер (при изменении U_s на 2 % ЭМС возрастает приблизительно на 4 %).

3. При эксплуатации ТГ в ненормальных режимах износ систем крепления сердечника статора ТГ к корпусу более значителен, чем при их работе в номинальных режимах. Это необходимо учитывать при установлении датчиков контроля состояния ТГ в режиме on-line, при составлении графиков проведения ремонтных работ и определения их объемов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васковський Ю.М., Мельник А.М. Електромагнітні вібродбуджуючі сили турбогенератора в маневрених режи-

- мах роботи // Технічна електродинаміка. – 2016. – №2. – С. 35-41. doi: 10.15407/techned2016.02.035.
2. Кузнецов Д.В. Исследование электромагнитных сил, действующих на стержневые призмы сердечника статора турбогенератора // Электричество. – 2006. – №10. – С. 42-48.
 3. Моделирование электромагнитных полей в электрических устройствах / Под ред. А. Степанова, Р. Сикоры. – Киев: Техника, 1990. – 188 с.
 4. Griscenko M, Vitols R. Stator core vibration and temperature analysis of hydropower generation unit at 100 Hz frequency // Proceedings of 14th International Scientific Conference Engineering for Rural Development. – 20-22 May, 2015, Jelgava, Latvia. – pp. 383-388.
 5. Shevchenko V.V., Strokous A.V. Forecasting the operating resource of turbogenerators on vibration control data // Norwegian Journal of development of the International Science. – 2017. – vol.1. – no.10. – pp. 78-83.
 6. Минко А.Н., Гордиенко В.Ю. Турбогенераторы с оптимальными массогабаритными параметрами взамен отработавших свой ресурс без разрушения исходного фундамента // Энергетика та електрифікація. – 2011. – №6. – С. 37-42.

REFERENCES

1. Vaskovskiy Yu.M., Melnyk A.M. The electromagnetic vibration disturbing forces of turbogenerator in maneuverable operating conditions. *Technical Electrodynamics*, 2016, no.2, pp. 35-41. (Ukr). doi: 10.15407/techned2016.02.035.
2. Kuznetsov D.V. Investigation of electromagnetic forces acting on the coupling prisms of the stator core of the turbogenerator. *Electricity*, 2006, no.10, pp. 42-48. (Rus).
3. Stepanov A., Sikora R. *Modelirovanie elektromagnitnyh polej v elektricheskikh ustrojstvakh* [Modeling of electromagnetic fields in electrical devices]. Kiev, Tehnika Publ., 1990. 188 p. (Rus).
4. Griscenko M, Vitols R. Stator core vibration and temperature analysis of hydropower generation unit at 100 Hz frequency. *Proceedings of 14th International Scientific Conference Engineering for Rural Development*. 20-22 May, 2015. Jelgava, Latvia, pp. 383-388.
5. Shevchenko V.V., Strokous A.V. Forecasting the operating resource of turbogenerators on vibration control data. *Norwegian Journal of development of the International Science*, 2017, vol.1, no.10, pp. 78-83. (Rus).
6. Minko A.N., Gordienko V.Yu. Turbogenerators with the optimal mass-size parameters in place of the exhausted resources without destroying the original foundation. *Energetic and electrification*, 2011, no.6, pp. 37-42. (Rus).

Поступила (received) 10.05.2018

Шевченко Валентина Владимировна¹, к.т.н., доц.,

Минко Александр Николаевич², к.т.н.,

Строкоус Антон Викторович¹,

¹Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт»,

61002, Харьков, ул. Кирпичева, 2,

тел/phone +380 50 4078454, +380 50 3016623,

e-mail: zurbagan8454@gmail.com, anton220579@gmail.com

²Частная научно-производственная фирма «Анкор-

Теплоэнерго»,

61105, Харьков, ул. Киргизская, 19, корпус 1,

тел/phone +380 97 7924889, e-mail: alexandr.minko@i.ua.

V.V. Shevchenko¹, A.N. Minko², A.V. Strokous¹

¹National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»,

2, Kyrpychova Str., Kharkiv, 61002, Ukraine.

²Private Scientific and Production Company «Ankor-Teploenergo»,

19, Kirgizska Str., build 1, Kharkiv, 61105, Ukraine.

Analysis of electromagnetic vibration forces in the elements of the turbogenerator stator fastening to the case in non-nominal operation modes.

Purpose. The purpose of the paper is to determine the value of additional electromagnetic forces (EMF) that are created by the fluxes of scattering of the back of the turbogenerator (TG) stator core in the elements of its fastening to the case when operating in non-nominal modes according to the vibration control data. **Methodology.** The paper used the theory of electromagnetic fields, the method of polynomial approximation, mathematical modeling in the MathCAD-2000 professional package and the provisions of the general theory of electrical machines. **Results.** Analytical and numerical calculations of additional EMF values are performed, which were created by the leakage fluxes of the back of the stator core in the elements of fastening of the TG to the case when operating in non-nominal modes, which is determined by the need for night unloading of the power system. The values of these TG forces are established with a change in the output and consumption of reactive power and with a change in voltage. **Originality.** For the first time for TGs operating in non-nominal modes, the estimation and calculation of additional EMF in the elements of the TG core fastening to the case are carried out, which are created by the leakage fluxes of the back of the stator core and supplement the action of the basic EMF. The definition of these forces is relevant, because turbogenerators of TPPs in Ukraine with a capacity of 200-300 MW are maneuvering capacities and solve the problem of maintaining the power factor of the power system. **Practical value.** It was found that if the TGs often operate in non-nominal modes, the wear of the stator core fastening systems to the case is more significant than in the case of their operation only in nominal modes. The obtained data will allow to more accurately determine the scope of repair work, draw up schedules for their implementation, determine the locations of the sensors for monitoring, and can be used at the design stage of new machines. References 6, tables 2, figures 2.

Key words: turbogenerator, load mode, non-nominal mode, electromagnetic force, reactive power, stator core fastening unit.