

## Паспорт качества электроэнергии электроагрегата дизельного, модель ЭДД-400-4 на базе двигателя DOOSAN DP158LDF

В данном паспорте представлены реальные технические данные, указанного выше электроагрегата, в сравнении с требованиями международного стандарта ИСО 8528-1:1993 «*Электрогенераторные установки переменного тока с поршневыми двигателями внутреннего сгорания. Применение, технические характеристики и параметры*», а также требованиями ГОСТ Р 53174-2008 «*Национальный стандарт Российской Федерации. Установки электрогенераторные с дизельными и газовыми двигателями внутреннего сгорания. Общие технические условия*»

Технические данные получены с помощью прибора «Анализатор качества электроэнергии С.А 8230» серийный №182970НМН, версия программного обеспечения 102183, номер в государственном реестре средств измерений 28710-09. Измерения проводились в соответствии с требованиями ГОСТ Р 53178-2008 «*Установки электрогенераторные с бензиновыми, дизельными и газовыми двигателями внутреннего сгорания. Методы испытаний*».

Таблица 1. Результаты испытаний

Наименование показателя	Норма для электрогенераторных установок типов			Результаты испытаний
	Тип согласно ИСО 8528-1:1993			
Согласно требованиям ГОСТ Р 53174-2008	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>	Модель электроагрегата <b>ЭДД-400-4</b>
1. Установившееся отклонение напряжения при неизменной симметричной нагрузке, %, не более	±5	±2,5	±1	<b>0,03</b>
2. Переходное отклонение напряжения, % не более				
- при сбросе 100% симметричной нагрузки	±35	±25	±20	<b>+2,5</b>
- при набросе 100% симметричной нагрузки	-25	-20	-15	<b>-14,2</b>
3. Время восстановления напряжения при сбросе-набросе 100% симметричной нагрузки, с	10	6	4	<b>2,8</b>

4. Переходное отклонение частоты, % не более				
- при сбросе 100% симметричной нагрузки	18	12	10	<b>1,0</b>
- при набросе 100% симметричной нагрузки	-15	-10	-7	<b>-6,6</b>
5. Время восстановления частоты при сбросе-набросе 100% симметричной нагрузки, с	10	5	3	<b>2,4</b>
6. Установившееся отклонение частоты при неизменной симметричной нагрузке, %, не более	2,5	1,5	0,5	<b>0,3</b>
7. Установившееся отклонение частоты при изменении нагрузки, %, не более	3,5	2	2	<b>0,1</b>
8. Коэффициент амплитудной модуляции	С	0,3	0,3	<b>Не измерялся</b>
9. Статизм по частоте, % не более	8	5	3	<b>0</b>
10. Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения, %, не более	16	10	5	<b>1,0</b>
11. Коэффициент небаланса линейных напряжений при несимметричной нагрузке фаз	С (устанавливается по соглашению между изготовителем и потребителем)	10	5	<b>3,39</b>
Примечание - Нормы по всем показателям для электрогенераторных установок класса G4 устанавливаются по соглашению между изготовителем и потребителем.				

**По результатам испытаний дизельная генераторная установка**

**ЭДД-400-4 соответствует классу «G3».**

Исходя из требований к качеству электроэнергии различных потребителей, ГОСТом установлено 4 класса применения электроагрегатов.

### **1. Класс применения G1**

Данный класс рассчитан на потребителей, для которых важными являются только основные характеристики напряжения и частоты. Пример - Системы общего применения (освещение, нагреватели и прочие простые электрические нагрузки)

### **2. Класс применения G2**

Данный класс рассчитан на потребителей, у которых требования к характеристикам напряжения электроагрегатов соответствуют характеристикам напряжения систем электроснабжения коммерческих предприятий. При переключении нагрузок допускаются временные установленные отклонения напряжения и частоты. Пример - Системы освещения: насосы, вентиляторы и подъемники.

### **3. Класс применения G3**

Данный класс рассчитан на потребителей, которые предъявляют жесткие требования к характеристикам напряжения, частоты и форме кривой напряжения. Пример - Средства дистанционной связи и тиристорные системы управления.

Следует учитывать возможность влияния на форму кривой напряжения при работе на выпрямительную нагрузку и нагрузку, управляемую тиристорами.

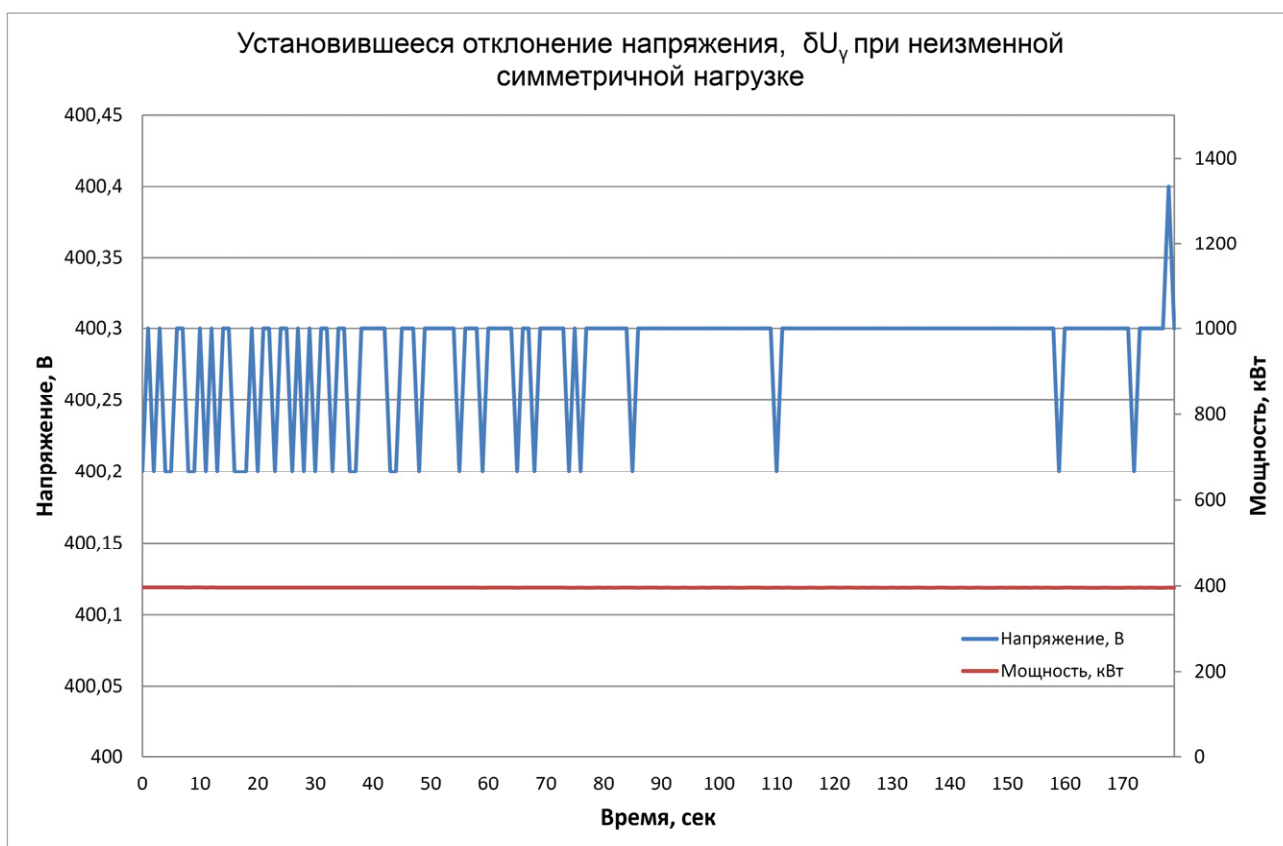
### **4. Класс применения G4**

Данный класс рассчитан на потребителей, которые предъявляют жесткие требования к характеристикам напряжения, частоты и форме кривой напряжения. Пример - Системы обработки данных или вычислительные системы.

## Детализация.

**Пункт 1.** Установившееся отклонение напряжения при неизменной симметричной нагрузке  $\delta U_y, \%$  вычисляют по формуле:

$$\delta U_y = \frac{U_{max} - U_{min}}{2U_r} * 100$$
 , где  $U_{max}, U_{min}$  – наибольшее и наименьшее значения напряжения соответственно, В,  $U_r$  – номинальное значение напряжения, В. Измерения проводились при неизменной симметричной нагрузке, равной 100% от номинальной.

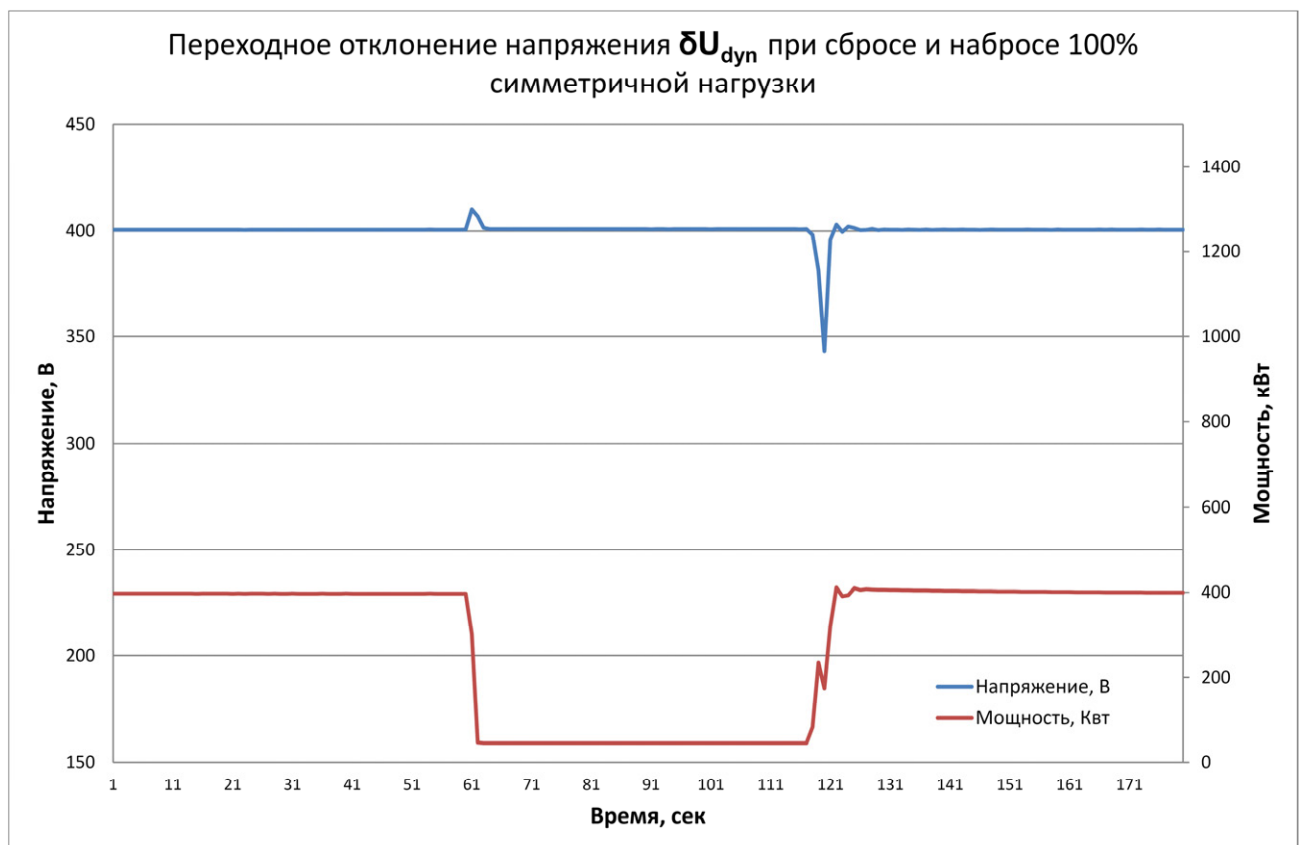


В данном случае мы имеем,  $U_{max} = 400,4\text{В}$ ,  $U_{min} = 400,2\text{В}$ ,  $U_r = 400,0\text{ В}$ , отсюда получаем  $\delta U_y = 0,025\%$ .

**Пункт 2.** Переходное отклонение напряжения при набросе и сбросе 10%↔100% симметричной нагрузки определяют по формуле:

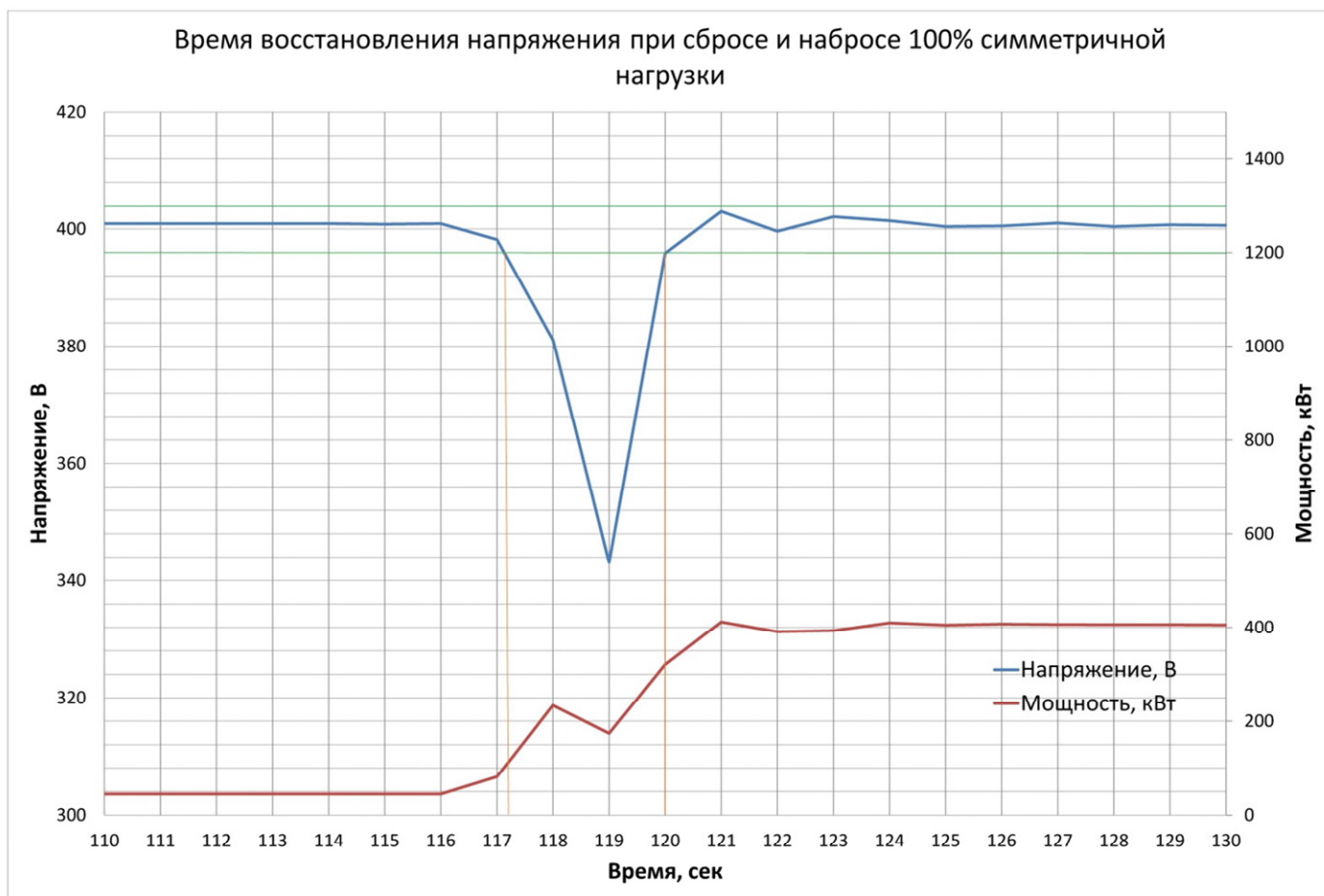
$$\delta U_{dyn}^- = \frac{U_{dyn,min} - U_r}{U_r} * 100, \quad \delta U_{dyn}^+ = \frac{U_{dyn,max} - U_r}{U_r} * 100, \quad \text{где } U_{dyn,min} (U_{dyn,max})$$

– максимальное и минимальное значения соответственно, зарегистрированные при переходном процессе, В,  $U_r$  – номинальное значение напряжения, В.



В данном случае мы имеем,  $U_{dyn,min} = 343,1\text{В}$ ,  $U_{dyn,max} = 410,1\text{В}$ ,  $U_r = 400,0\text{В}$ , отсюда получаем  $\delta U_{dyn}^- = -14,2\%$ ,  $\delta U_{dyn}^+ = +2,5\%$ .

**Пункт 3.** Время восстановления напряжения при сбросе, набросе 100% симметричной нагрузки. Зону допустимых значений напряжения принимаем равной  $\pm 1\%$  от  $U_r$ , т.е. от 396,0В до 404,0В, тогда согласно приведенной осциллограмме имеем время восстановления напряжения равным **2,8 сек** (берется максимальное время при сбросе/набросе).



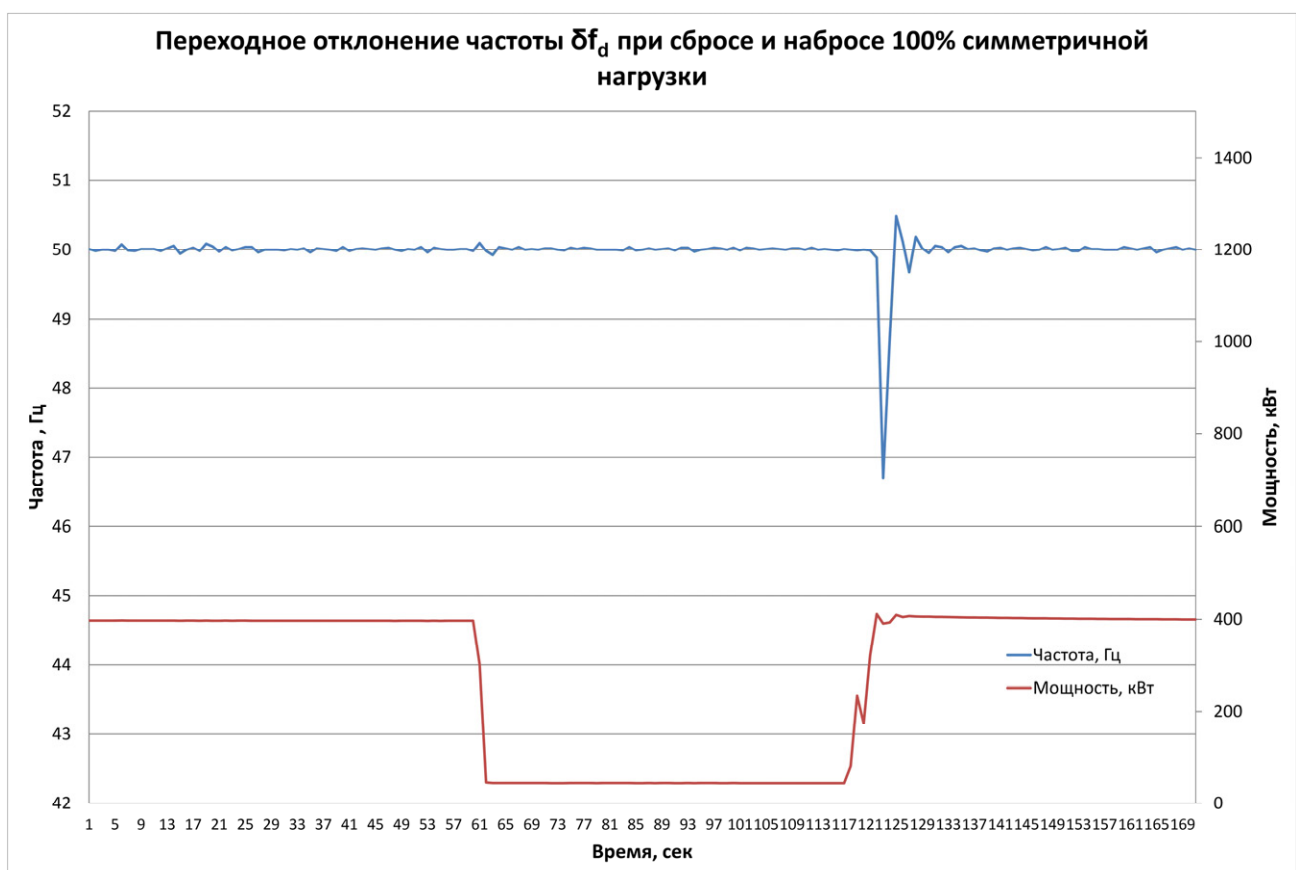


**Пункт 4.** Переходное отклонение частоты при набросе и сбросе 100% симметричной нагрузки определяют по формуле:

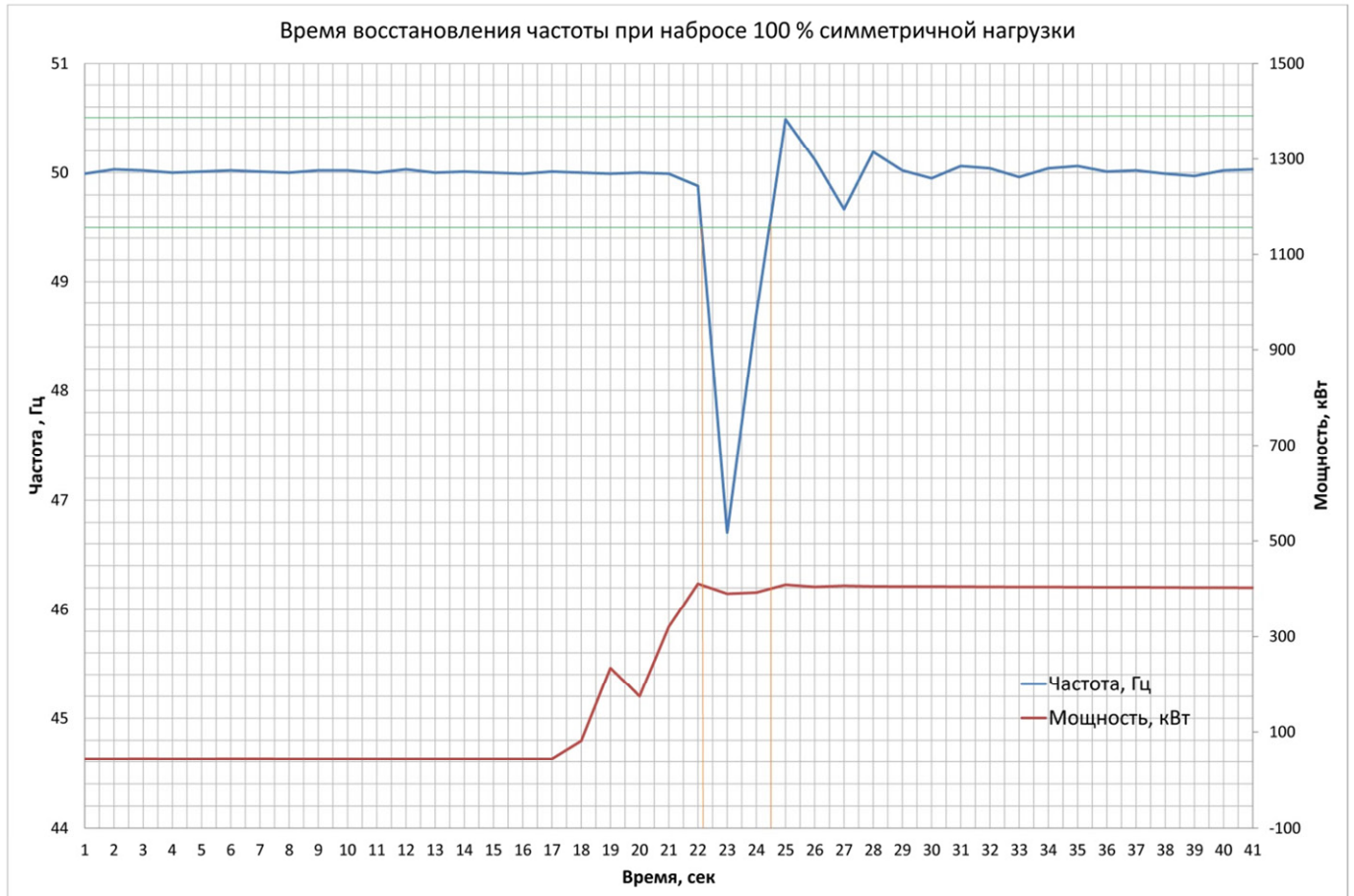
$$\delta f_d^- = \frac{f_{d,min} - f_{arb}}{f_r} * 100 \quad , \quad \delta f_d^+ = \frac{f_{d,max} - f_{arb}}{f_r} * 100,$$

где  $f_{d,min}, f_{d,max}$  – максимальное и минимальное значения частоты соответственно, выходящие за пределы допустимых значений, Гц,  $f_{arb}$  – фактическое значение установившейся частоты, Гц, равное при набросе нагрузки номинальной частоте, при сбросе – номинальной частоте с учетом статизма по частоте и допустимого значения установившегося отклонения частоты при неизменной нагрузке,  $f_r$  – номинальное значение частоты, Гц.

В данном случае имеем:  $f_{d,min} = 46,70$  Гц,  $f_{d,max} = 50,49$  Гц,  $f_{arb} = 50,00$  Гц,  $f_r = 50$  Гц, отсюда имеем:  $\delta f_d^- = -6,6\%$ ,  $\delta f_d^+ = +1,0\%$ .



**Пункт 5.** Время восстановления частоты при набросе 100% симметричной нагрузки.



В данном случае имеем: зона допустимых значений установившегося значения частоты  $\pm 1\%$  от частоты фактической мощности  $f_{arb}=50,0$  равна  $49,5 \div 50,5$  Гц, из графика находим  $t_{f,in} = 2,4$  сек.



**Пункт 6.** Установившееся отклонение частоты при неизменной симметричной нагрузке  $\delta f_y, \%$  вычисляют по формуле:

$$\delta f_y = \frac{f_{max} - f_{min}}{2f_r} * 100$$
 , где  $f_{max}, f_{min}$  – наибольшее и наименьшее значения частоты соответственно, Гц,  $f_r$  – номинальное значение частоты, Гц.



В данном случае мы имеем,  $f_{max} = 49,9$  Гц,  $f_{min} = 50,18$  Гц,  $f_r = 50,0$  Гц, отсюда получаем  $\delta f_y = 0,28\%$ .

**Пункт 7.** Установившееся отклонение частоты при изменении нагрузки.

Установившееся отклонение частоты при изменении нагрузки  $\delta f_y$ , % вычисляют по формуле:

$$\delta f_y = \pm \frac{f_{st,max} - f_{st,min}}{2f_r} * 100$$
 , где  $f_{st,max}, f_{st,min}$  – наибольшее и наименьшее значения частоты соответственно, Гц при 10% и 100% нагрузке,  $f_r$  – номинальное значение частоты, Гц.

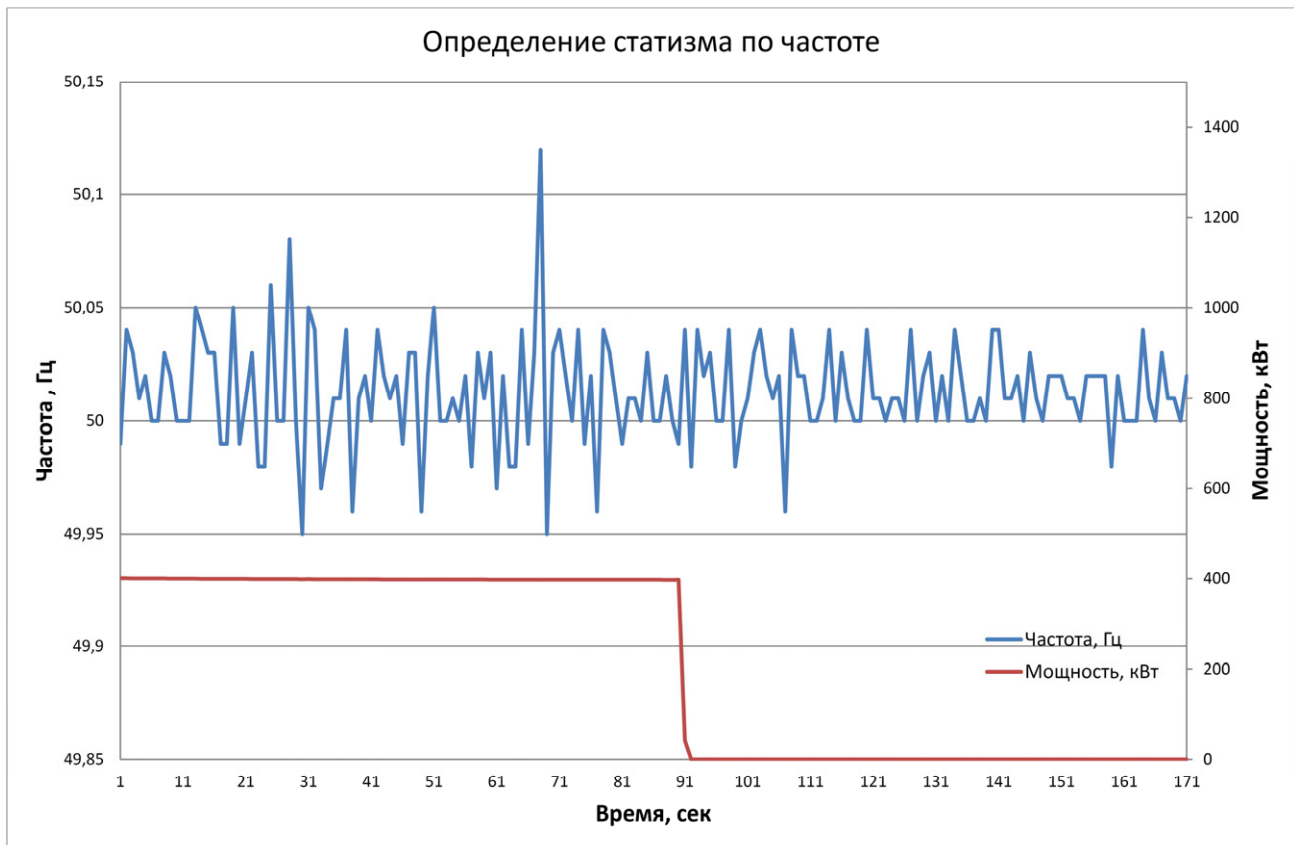
В данном случае имеем:  $f_{st,min} = 49,96$  Гц,  $f_{st,max} = 50,04$  Гц,  $f_r = 50$  Гц, отсюда имеем:  $\delta f_y = 0,08\%$ .



**Пункт 8.** Коэффициент амплитудной модуляции.

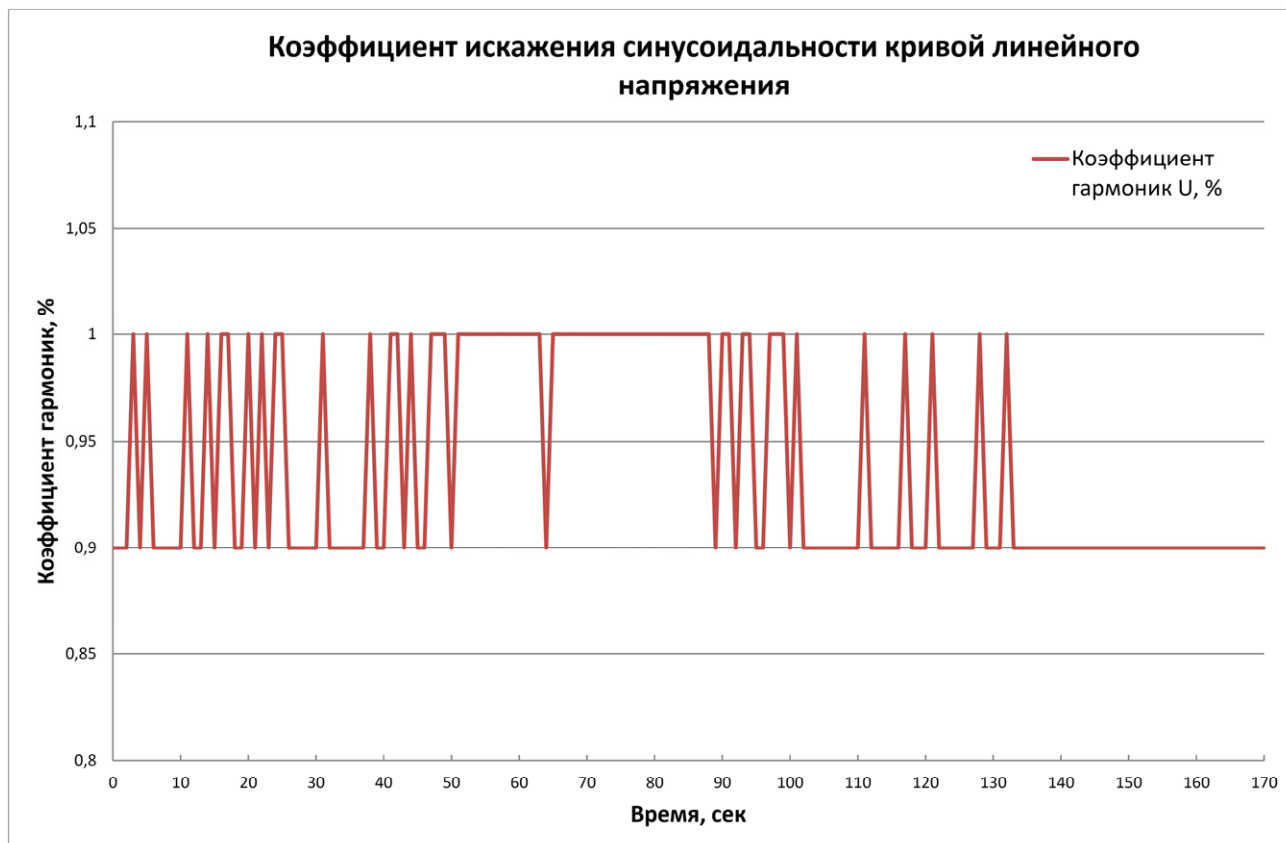
Не измерялся.

**Пункт 9.** Статизм по частоте вычисляют по формуле  $\delta f_{st} = \frac{f_{i,r} - f_r}{f_r} * 100$ , где  $f_{i,r}$  = частота в установившемся режиме холостого хода



В данном случае имеем:  $f_{i,r} = 50,011$  Гц,  $f_r = 50,013$  Гц, отсюда получаем  $\delta f_{st} = 0,004\%$ . Статизм отсутствует.

**Пункт 10.** Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения.



Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения измеряется в режиме Х.Х. Из приведенного графика имеем  $U_{thd}=1,0\%$ .

**Пункт 11.** Коэффициент небаланса линейных напряжений при несимметричной нагрузке фаз.

Коэффициент небаланса фазных (линейных) напряжений определяют по формуле:  $K_{неб} = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_r} * 100$ , где  $U_{max}$  и  $U_{min}$  наибольшее и наименьшее из измеренных фазных (линейных) напряжений при симметричной нагрузке, равной 25% от номинальной и разбалансированной нагрузке при той же мощности - размыкании одной из фаз.

В данном случае мы имеем:

Линейные напряжения			Фазные напряжения		
U-V	U-W	V-W	U-N	V-N	W-N
3-х фазная симметричная нагрузка, 25% от номинальной					
400,7	398,5	400,3	231,4	230,4	230,4
Разбалансированная нагрузка - разомкнута фаза "U"					
401,5	390,5	392,5	231,3	228,2	223,6

Получаем:

$$K_{неб,фазн} = 3,39, \quad K_{неб,лин} = 2,55$$

### Заключение.

По результатам испытаний дизельная генераторная установка **ЭДД-400-4** соответствует классу применения «**G3**».