



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ИНТЕГРАЛ»-  
УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ ХОЛДИНГА «ИНТЕГРАЛ»  
**Открытое акционерное общество «ЭЛЕКТРОМОДУЛЬ»**  
(ОАО «ЭЛЕКТРОМОДУЛЬ»)  
Беларусь, 222310, г. Молодечно, В. Гостинец, 143  
Отдел маркетинга и сбыта: тел: (0176) 58-13-79  
Факс: (0176) 74-71-97 E-mail: [elmodul@tut.by](mailto:elmodul@tut.by)

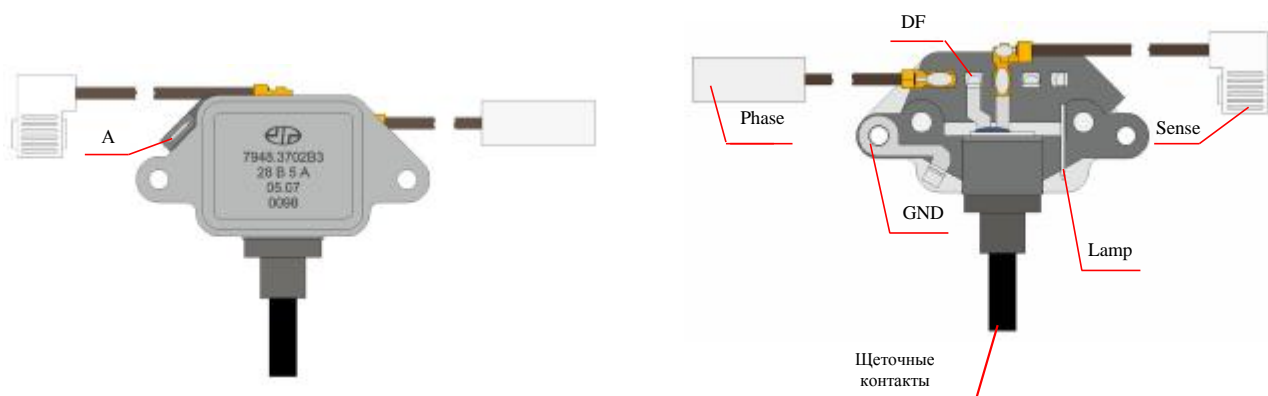
### РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ 7948.3702В3 В ЩЕТОЧНОМ УЗЛЕ ЩУ-11

Регулятор напряжения 7948.3702В3 в щеточном узле ЩУ-11 (далее регулятор) предназначен для автоматического регулирования напряжения в генераторных установках переменного тока серии 7762.3701 или других генераторных установках с идентичными габаритно-присоединительными требованиями для монтажа регулятора оснащенных выпрямителем на силовых лавинных (ограничительных) диодах с уровнем ограничения напряжения от 35 до 42 В, мощностью до 5000 Вт, с номинальным напряжением 28 В автотранспортных средств.

Регулятор изготавливают в климатическом исполнении О2 ГОСТ 15150.

*Регулятор выполнен на микросхеме IK8006 IK Semicon*

Расположение и назначение выводов регулятора напряжения



вид со стороны выводов

| Обозначение вывода | Функциональное назначение вывода | Подключение вывода в генераторе (в бортовой сети) |
|--------------------|----------------------------------|---|
| «Sense»            | Вход                             | Выход выпрямителя                                 |
| «Phase»            | Вход                             | Вывод фазной обмотки                              |
| «Lamp»             | Вход                             | Контрольная лампа                                 |
| «DF»               | Выход                            | Обмотка возбуждения                               |
| «GND»              | Общая шина                       | Общая шина (корпус) генератора                    |
| «А»                | Вход                             | Выключатель возбуждения генератора                |
| Щеточные контакты  | Выход                            | Контактные кольца ротора (обмотка возбуждения)    |

#### Требования к конструкции

Габаритные и присоединительные размеры приведены в приложении А.

Масса регулятора в составе щеточного узла не более 70 г.

Давление щеток на контактные кольца генератора при приемке и поставке находится в пределах 2,70 – 4,45 Н.

## Требования по стойкости к внешним воздействующим факторам

Регулятор устойчив к воздействию механических факторов, приведенных в таблице 1.

Таблица 1

| Воздействующий фактор и его характеристики              | Значение характеристики |
|---|-------------------------|
| Синусоидальная вибрация с параметрами:                  |                         |
| - диапазон частот, Гц                                   | 50 ... 300              |
| - амплитуда ускорения, м/с <sup>2</sup>                 | 300                     |
| - амплитуда перемещения для частоты перехода 50 Гц, мм  | 2,0                     |
| - длительность испытания, ч                             | 8                       |
| Механический удар многократного действия с параметрами: |                         |
| - ударное ускорение, м/с <sup>2</sup>                   | 150                     |
| - длительность действия ударного ускорения, мс          | 6,0                     |
| - общий объем испытаний, ударов                         | 10 000                  |

Регулятор устойчив к воздействию климатических факторов, приведенных в таблице 2.

Таблица 2

| Воздействующий фактор и его характеристики                    | Значение характеристики |
|---|-------------------------|
| Атмосферное пониженное давление:                              |                         |
| - рабочее, кПа  | 56                      |
| Повышенная температура среды:                                 |                         |
| - рабочая не менее, °С  | 100                     |
| - предельная, °С  | 115                     |
| Пониженная температура среды:                                 |                         |
| - рабочая, °С   | минус 45                |
| - предельная, °С  | минус 48                |
| Повышенная предельная температура корпуса регулятора, °С      | 125                     |
| Смена температур:   |                         |
| - от повышенной предельной температуры корпуса регулятора, °С | 125                     |
| - до пониженной предельной температуры среды, °С              | минус 48                |
| Повышенная относительная влажность                            | 90 %                    |
| - при температуре окружающей среды 40 °С                      |                         |

Регулятор устойчив к воздействию топливно-смазочных материалов и соляного тумана.

## Основные электрические параметры при приемке и поставке

Таблица 3

| Наименование параметра, единица измерения             | Обозначение параметра             | Норма    |          | Режим измерения            | Примечание    |
|---|-----------------------------------|----------|----------|----------------------------|---------------|
|   |                                   | не менее | не более |                            |               |
| Напряжение настройки, В                               | U <sub>Н</sub>                    | 28,40    | 28,80    | T <sub>К</sub> = 25 °С     | 1, 3, 4, 5, 6 |
| Диапазон регулирования, мВ                            |                                   |          |          |                            | 2, 7          |
| - от Q <sub>КОМ</sub> = 10% до Q <sub>КОМ</sub> = 90% | ΔU <sub>РЕГ</sub> <sup>НАГР</sup> |          | /- / 500 | N = 6000 мин <sup>-1</sup> |               |
| - N от 2500 до 10000 мин <sup>-1</sup>                | ΔU <sub>РЕГ</sub> <sup>N</sup>    |          | 200      | I <sub>Н</sub> = 5 А       |               |

| Наименование параметра,<br>единица измерения  | Обозначение<br>параметра | Норма       |             | Режим<br>измерения   | Примечание   |
|---|--------------------------|-------------|-------------|--|--------------|
|   |                          | не<br>менее | не<br>более |  |              |
| Порог индикации "Высокое напряжение", В   | $U_{\text{ПОР В}}$       | 28,8        | 32,5        | $F_{\text{W}} = 350 \text{ Гц}$  | 2, 6, 7, 10  |
| Остаточное напряжение, В  | $U_{\text{ОСТ}}$         |             | 0,60        | $U_{\text{ВХ}} = 24,0 \text{ В},$<br>$I_{\text{ВЫХ}} = 5 \text{ А}$    | 1, 8, 10     |
| Прямое напряжение диода, В  | $U_{\text{ПР}}$          |             | 0,95        | $I_{\text{ПР}} = 3,0 \text{ А}$  | 1, 8, 10     |
| Входной ток, мА   | $I_{\text{ВХ}}$          |             | 5,0         | $U_{\text{ВХ}} = 24,0 \text{ В}$                                       | 2, 8, 9      |
| Ток утечки выхода (транзистора), мА   | $I_{\text{УТ ТР}}$       |             | 0,5         | $U_{\text{ВХ}} = 40,0 \text{ В},$<br>$U_{\text{ВЫХ}} = 36,0 \text{ В}$ | 2, 8, 10, 12 |
| Ток утечки выхода (диода), мА   | $I_{\text{УТ Д}}$        |             | 0,5         | $U_{\text{ВХ}} = 40,0 \text{ В},$<br>$U_{\text{ВЫХ}} = 0,0 \text{ В}$  | 2, 8, 10, 11 |
| Частота коммутации выходного транзистора, Гц  | $F_{\text{КОМ}}$         | 360         | 440         |  | 2, 10        |
| Частота тока фазы перехода из режима подмагничивания в режим фазной регулировки, Гц | $F_{\text{ВН}}$          | 53          | 63          |  | 2, 10        |
| Частота тока фазы перехода в режим регулирования (выключение сигнализации), Гц      | $F_{\text{WP}}$          | 70          | 80          |  | 2, 10        |
| Цикл коммутации выходного транзистора в режиме подмагничивания                      | $Q_{\text{КОМ}}$         | 12%         | 16%         | $U_{\text{ВХ}} = 24,0 \text{ В}$                                       | 2, 10        |
| Коэффициент температурной зависимости напряжения настройки, мВ/°С                   | $a_{\text{УН}}$          | -16,0       | -6,0        |  | 2, 10        |
| Сопrotивление "клемма-щетка", МОм   | $R_{\text{Кл-Щ}}$        |             | 25,0        | $I = 1,0 \text{ А}$  | 2            |

Примечания:

1. Контролируется при приемке и поставке
2. Обеспечивается при производстве регуляторов и контролируется при проведении периодических испытаний
3. Величина напряжения настройки при других температурах корпуса регулятора приведена в таблицах 4, 5.
4. Цикл коммутации выходного транзистора регулятора  $Q = 50 \pm 1,5 \%$
5. Выходной ток (выход регулятора в открытом состоянии)  $I_{\text{ВЫХ}} = 50 \pm 5 \text{ мА}$
6. Время измерения не более 10 с
7. Температура окружающей среды  $T_{\text{C}} = 25 \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$
8. Температура окружающей среды  $T_{\text{C}} = 25 \pm 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$
9. Зажигание выключено
10. Зажигание включено
11. Ток, протекающий по цепи выход регулятора – общая шина питания
12. Ток, протекающий по цепи выход регулятора – шина питания.

Значение напряжения настройки  
при различных температурах корпуса регулятора

Таблица 4

| Температура<br>корпуса<br>регулятора<br>°C | Напряжение<br>настройки<br>В |       |       |
|--|------------------------------|-------|-------|
|  | Мин.                         | Тип.  | Макс. |
| 10   | 28,49                        | 28,77 | 29,04 |
| 11   | 28,48                        | 28,75 | 29,02 |
| 12   | 28,48                        | 28,74 | 29,01 |
| 13   | 28,47                        | 28,73 | 28,99 |
| 14   | 28,47                        | 28,72 | 28,98 |
| 15   | 28,46                        | 28,71 | 28,96 |
| 16   | 28,45                        | 28,70 | 28,94 |
| 17   | 28,45                        | 28,69 | 28,93 |
| 18   | 28,44                        | 28,68 | 28,91 |
| 19   | 28,44                        | 28,67 | 28,90 |
| 20   | 28,43                        | 28,66 | 28,88 |
| 21   | 28,42                        | 28,64 | 28,86 |
| 22   | 28,42                        | 28,63 | 28,85 |
| 23   | 28,41                        | 28,62 | 28,83 |
| 24   | 28,41                        | 28,61 | 28,82 |
| 25   | 28,40                        | 28,60 | 28,80 |
| 26   | 28,38                        | 28,59 | 28,79 |
| 27   | 28,37                        | 28,58 | 28,79 |
| 28   | 28,35                        | 28,57 | 28,78 |
| 29   | 28,34                        | 28,56 | 28,78 |
| 30   | 28,32                        | 28,55 | 28,77 |
| 31   | 28,30                        | 28,53 | 28,76 |
| 32   | 28,29                        | 28,52 | 28,76 |
| 33   | 28,27                        | 28,51 | 28,75 |
| 34   | 28,26                        | 28,50 | 28,75 |
| 35   | 28,24                        | 28,49 | 28,74 |
| 36   | 28,22                        | 28,48 | 28,73 |
| 37   | 28,21                        | 28,47 | 28,73 |
| 38   | 28,19                        | 28,46 | 28,72 |
| 39   | 28,18                        | 28,45 | 28,72 |
| 40   | 28,16                        | 28,44 | 28,71 |

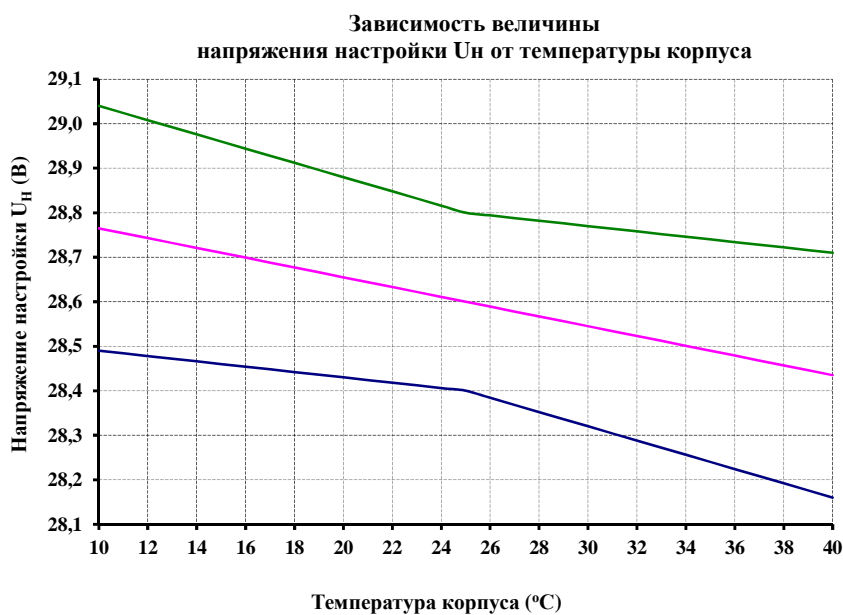
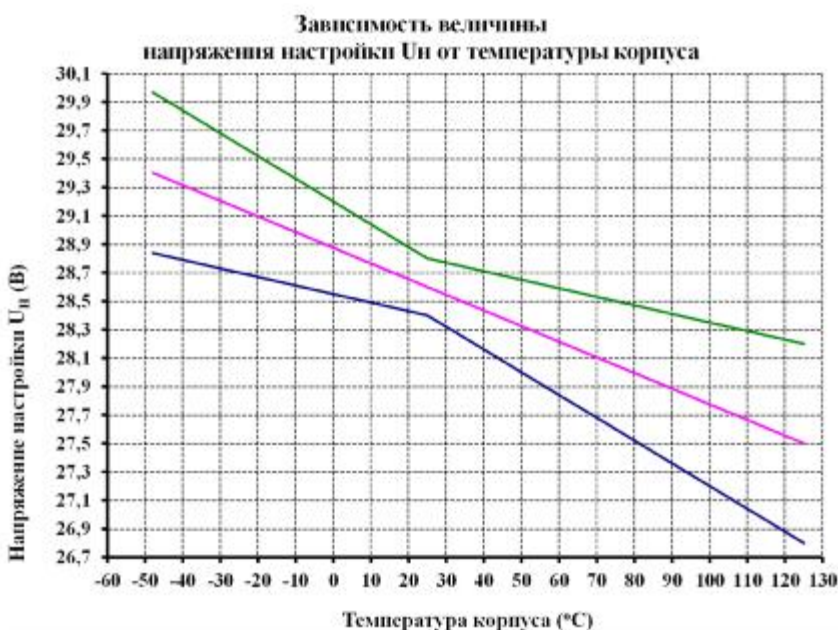


Таблица 5

| Температура корпуса регулятора °С | Напряжение настройки В |       |       |
|-----------------------------------|------------------------|-------|-------|
|                                   | Мин.                   | Тип.  | Макс. |
| -48                               | 28,84                  | 29,40 | 29,97 |
| -45                               | 28,82                  | 29,37 | 29,92 |
| -42                               | 28,80                  | 29,34 | 29,87 |
| -40                               | 28,79                  | 29,32 | 29,84 |
| -30                               | 28,73                  | 29,21 | 29,68 |
| -20                               | 28,67                  | 29,10 | 29,52 |
| -10                               | 28,61                  | 28,99 | 29,36 |
| 0                                 | 28,55                  | 28,88 | 29,20 |
| 10                                | 28,49                  | 28,77 | 29,04 |
| 20                                | 28,43                  | 28,66 | 28,88 |
| 25                                | 28,40                  | 28,60 | 28,80 |
| 30                                | 28,32                  | 28,55 | 28,77 |
| 40                                | 28,16                  | 28,44 | 28,71 |
| 50                                | 28,00                  | 28,33 | 28,65 |
| 60                                | 27,84                  | 28,22 | 28,59 |
| 70                                | 27,68                  | 28,11 | 28,53 |
| 80                                | 27,52                  | 28,00 | 28,47 |
| 90                                | 27,36                  | 27,89 | 28,41 |
| 100                               | 27,20                  | 27,78 | 28,35 |
| 110                               | 27,04                  | 27,67 | 28,29 |
| 115                               | 26,96                  | 27,61 | 28,26 |
| 120                               | 26,88                  | 27,56 | 28,23 |
| 125                               | 26,80                  | 27,50 | 28,20 |



Предельно-допустимые значения электрических параметров и режимов эксплуатации

Таблица 6

| Наименование параметра, режима, единица измерения | Обозначение параметра | Значение параметра и режима | Примечание |
|---|-----------------------|-----------------------------|------------|
| Выходной ток, А<br>при $T_K$ от минус 48 до 50 °С | $I_{\text{ВЫХ ПД}}$   | 6,5                         | 1          |
| Выходной ток, А<br>при $T_K = 125$ °С             | $I_{\text{ВЫХ ПД}}$   | 4,5                         | 1          |
| Температура корпуса регулятора, °С                | $T_K$                 | 125                         | 2          |

Примечания:

1.  $T_K$  – температура корпуса регулятора.
2. В диапазоне от 50 до 125 °С значение предельно-допустимого выходного тока определяется выражением  $I_{\text{ВЫХ ПД}} = 6,5 - 26,7 \cdot 10^{-3}(T_K - 50)$ , А
3. Регулятор работает в установившемся тепловом режиме

Требования к надежности.

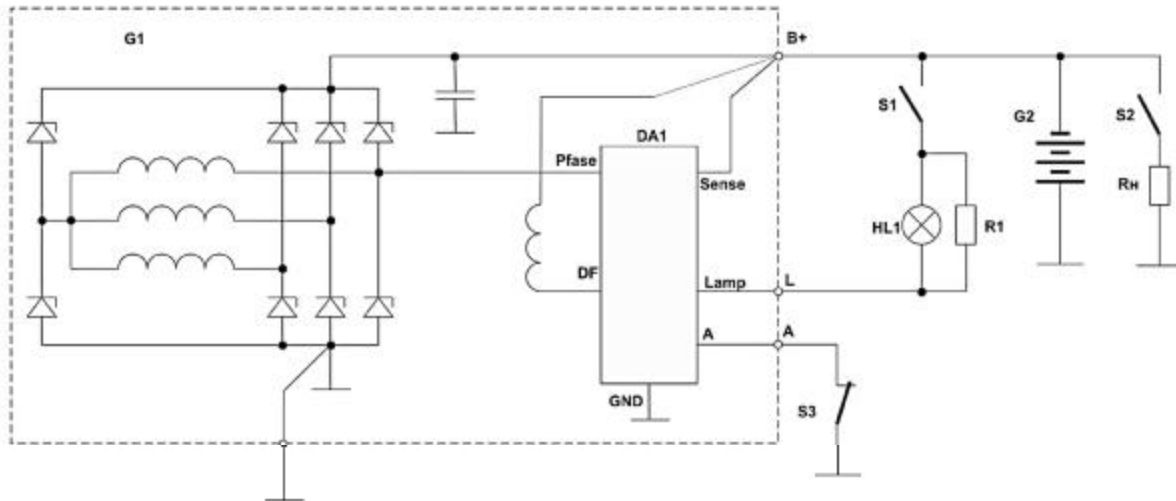
90% наработка регулятора до отказа не менее 10 000 моточасов (250 000 км. пробега автомобиля) при гарантийной наработке – не менее 4 000 моточасов (100 000 км. пробега автомобиля).

Гарантийный срок эксплуатации 18 месяцев при пробеге не более 100000 км.

Гарантийный срок хранения не менее 3 лет.

## Описание принципа работы регулятора

### Схема включения регулятора



Типовая схема включения регулятора напряжения

- DA1 - регулятор напряжения 7948.3702B3 в щеточном узле ЩУ-11
- G1 - генератор серии 7762.3771
- G2 - аккумуляторная батарея (типовой представитель)
- R1 - резистор сопротивлением 200 Ом  $\pm$  5 %, мощностью не менее 10 Вт
- S1, S2 - контакты замка зажигания
- S3 - выключатель возбуждения генератора
- HL1 - контрольная лампа А24-1,2

#### *Ждущий режим*

При выключенном ключе зажигания регулятор напряжения находится в режиме ожидания. При этом коммутационный транзистор регулятора закрыт, обмотка возбуждения отключена от источника питания, ток в обмотке возбуждения равен нулю. Регулятор напряжения потребляет по входной цепи (вывод "B+") ток не превышающий 5 мА. Регулятор ожидает замыкание контакта S1 ключа зажигания, это состояние может длиться неограниченно долгое время.

#### *Режим подмагничивания*

При включении ключа зажигания (контакта S1) регулятор переходит в режим подмагничивания обмоткой возбуждения магнитной системы генератора. При этом загорается сигнальная лампа HL1 и коммутационный транзистор регулятора начинает поочередно переходить в открытое и закрытое состояния с частотой  $F = 360-440$  Гц, цикл коммутации  $Q_{\text{КОМ}}$  (отношение промежутка времени в течении которого транзистор находится в открытом состоянии к периоду коммутации) коммутационного транзистора равен 12-16 %. Через небольшой промежуток времени ток в обмотке возбуждения плавно нарастает до уровня 0,8-1,5 А, обеспечивая магнитную индукцию, необходимую для намагничивания магнитной системы генератора. Регулятор контролирует частоту тока фазы  $F_w$ . Регулятор находится в режиме подмагничивания до тех пор, пока частота тока фазы прямо пропорционально зависящая от частоты вращения ротора генератора не достигнет значения частоты перехода  $F_{\text{WH}} = 53-63$  Гц, после этого регулятор переходит в режим фазной регулировки.

#### *Режим возбуждения*

В режиме фазной регулировки коммутационный транзистор полностью открыт ( $Q_{\text{КОМ}} = 100\%$ ), регулятор контролирует частоту и величину фазного сигнала, при достижении частоты  $F_{\text{WP}} = 70-80$  Гц и величины фазного напряжения 10-14 В отключается сигнальная лампа HL1 и регулятор переходит в режим регулирования. Частота вращения ротора генератора нарастает и нарастает напряжение на выходе генератора. Режим возбуждения заканчивается при входе напряжения на вы-

ходе генератора  $U_p$  в зону регулирования регулятора  $U_H - 0,5\Delta U_p$ , при этом переключение коммутационного транзистора возобновляется.

#### *Запуск генератора в «аварийном» режиме*

При обрыве цепи сигнальной лампы или перегорании лампы и при отсутствии шунтирующего сопротивления генератора запускается в аварийном режиме. При начале вращения ротора генератора в фазных обмотках статора за счет остаточной магнитной индукции начинает генерироваться ток, регулятор контролирует частоту этого тока и при достижении частоты 200 Гц коммутационный транзистор открывается ток возбуждения нарастает и нарастает напряжение выходе генератора. Режим возбуждения заканчивается при входе напряжения на выходе генератора  $U_p$  в зону регулирования регулятора  $U_H - 0,5\Delta U_p$ , при этом переключение коммутационного транзистора возобновляется.

#### *Режим регулирования в диапазоне малой и средней мощности*

Регулятор напряжения реализует алгоритм широтно-импульсного регулирования с линейно зависимым от величины входного напряжения циклом коммутации при постоянной частоте переключения коммутационного транзистора. После возбуждения генератора, регулятор путем изменения среднего значения тока возбуждения (тока в обмотке возбуждения) выводит напряжение на выходе генератора в зону регулирования  $U_H \pm 0,5\Delta U_p$ . Однако в диапазоне частоты тока фазы  $F_{W1} < F_W < F_{W2}$  (72-210 Гц) при значительном скачкообразном увеличении тока нагрузки напряжение на выходе генератора в первый момент уменьшается до уровня поддерживаемого аккумуляторной батареей, затем увеличивается до уровня обеспечиваемого генератором при имеющейся частоте вращения ротора генератора.

#### *Режим регулирования в диапазоне полной мощности*

При высокой частоте вращения ротора генератора, когда частота тока фазы  $F_W > F_{W2}$  функция LRC не работает. В этом частотном диапазоне все изменения тока нагрузки генератора компенсируются аналоговым каналом регулирования регулятора. Напряжение на выходе генератора поддерживается в зоне регулирования  $U_H \pm 0,5 \Delta U_H$ , при изменении температуры напряжение на выходе изменяется в соответствии с таблицами 4 и 5.

#### *Развозбуждение генератора*

В штатном режиме работы генератора выключатель возбуждения замкнут. При запуске двигателя на время работы ЭФУ выключатель возбуждения размыкается генератор находится в невозбужденном состоянии. После окончания работы ЭФУ выключатель возбуждения замыкается и генератор возбуждается.

### Указания по применению и эксплуатации

Не допускается превышение предельно-допустимых режимов эксплуатации.

При монтаже щеточного узла в генератор должно быть обеспечено:

- перпендикулярность оси щеточных каналов поверхности контактных колец ротора генератора;
- расположение щеток в пределах поверхности контактных колец.

При монтаже щеточного узла в генератор не допускается:

- ударные усилия, прилагаемые к корпусу, выводам регулятора и щеткам щеточного узла;
- изгиб и деформация корпуса и выводов регулятора;
- нарушение защитного покрытия корпуса регулятора;
- воздействие статического электричества на выводы регулятора, его корпус и щеточные контакты.

Чистота обработки поверхности контактных колец ротора должна обеспечивать коэффициент трения щеток не превышающий 0,22.

Монтаж регулятора в генератор должен быть произведен таким образом, чтобы регулятор обдувался воздухом. Обдув должен обеспечить максимальную температуру корпуса регулятора не превышающую 125 °С во всех режимах работы.

При проведении технологических испытаний в процессе производства генераторов должно быть обеспечено подключение и отключение генератора к контактам испытательного оборудования должно осуществляться при нулевой частоте вращения ротора генератора и при обесточенном состоянии контактов.



# Приложение А

