



The main type of generators with extended frequency range from 20 to 80 kHz, which enables to replace electron-tube generators, is described. The advantages of such generators are noted, the main characteristics are given.

И. Х. ИСАЕВ, директор ООО «Термолит»,  
г. МЕЛИТОПОЛЬ, Украина, тел./факс: +38(0619)42-50-16

УДК 621.74

## ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ ТРАНЗИСТОРНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ ДЛЯ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА И ЗАКАЛКИ

С появлением силовых биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT) появилась возможность создания на их базе мощных, высокоэффективных генераторов, обладающих значительными преимуществами по сравнению с теми, которые построены на генераторных лампах. Этот новый тип генераторов с расширенным частотным диапазоном от 20 до 80 кГц позволяет заменить ламповые генераторы. Наиболее важными преимуществами таких генераторов по сравнению с ламповыми являются более высокая экономичность, надежность, срок службы, компактность и мобильность.

Наряду с экономией электроэнергии при внедрении современного высокочастотного транзисторного генератора (ВТГ) существенно повышаются производительность, качество продукции, культурный уровень производства и сокращаются расходы на обслуживание.

**ООО «Термолит» разработал и серийно изготавливает высокочастотные транзисторные генераторы серии ВТГ мощностью 20 до 80 кВт и частотой 22, 44, 66 кГц. ВТГ предназначены для использования в качестве источников питания индукционных закалочных и нагревательных установок.**

Серия транзисторных генераторов ВТГ представляет собой новое поколение высокочастотных генераторов для индукционного нагрева в диапазоне частот 20–80 кГц с инвертором на IGBT транзисторах.

Оригинальные технические решения и современная элементная база позволили нашему предприятию создать модельный ряд высокоэкономичных, универсальных в применении ВТГ. Применяемая в генераторах микропроцессорная система автоматически поддерживает параметры нагрева в заданном диапазоне частот, а также осуществля-

ет функции защиты генераторов в аварийных режимах.

При разработке генераторов было уделено большое внимание надежности работы, контролю параметров и эффективной системе защит. ВТГ имеет защиты от пропадаания воды в системе водоохлаждения, повышения температуры на силовых элементах, короткого замыкания витков индуктора, сквозных токов транзисторов, внутренних коротких замыканий, превышения максимальных токов выпрямителя и инвертора. Отключение установки во всех этих случаях осуществляется автоматически путем снятия импульсов управления с транзисторов.

Программирование режимов нагрева позволяет повысить функциональность, за счет реализации функции автоподстройки частоты, автоматических режимов нагрева с установкой времени нагрева, мощности и скорости.

Преимущество микропроцессорной системы управления индукционным нагревом состоит в следующем: при смене индуктора оператору не нужно проводить дополнительных подстроек с помощью резонансных конденсаторов и индуктивностей. Функция автоподстройки частоты преобразования на резонанс и регулировка тока индуктора в широких пределах обеспечивают возможность без дополнительных настроек подключать к генератору



Испытание ВТГ (нагрев под закалку)



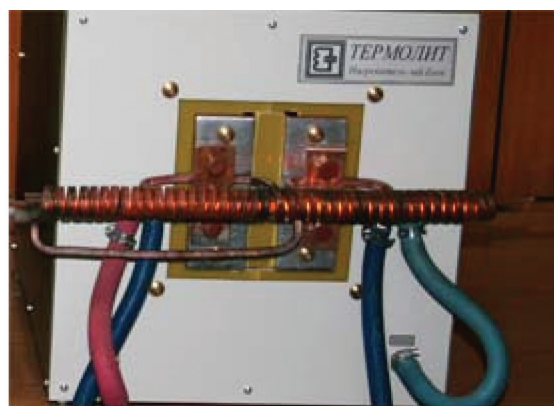
Нагрев заклёпок



Нагрев звеньев



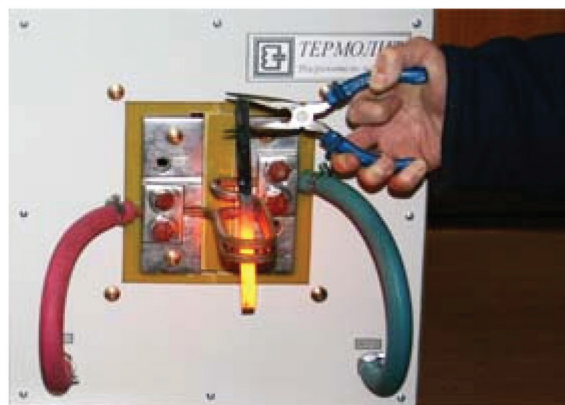
Нагрев осей под закалку



Нагрев проволоки



Нагрев шестерён под закалку



Сквозной нагрев

индукторы для различных технологических процессов нагрева. Конструкция и форма индукторов зависят от геометрии закаливаемых деталей, индукторы могут быть совмещены со спреером или выполнены отдельно.

Конструктивно ВТГ состоят из высокочастотного генератора с микропроцессорной системой управления и жидкокристаллическим дисплеем отображения информации, а также из нагревательного блока. В нижней части шкафа ВТГ расположена двухконтурная система водоохлаждения с теплообменником.

В выносном нагревательном блоке находятся согласующий трансформатор с резонансными кон-

денсаторами. Напряжение генератора подается на первичную обмотку трансформатора по ВЧ-кабелю длиной от 2,0 до 2,5 м, а к выходу нагревательного блока подключаются разные индукторы.

Малые габаритные размеры и масса ВТГ обеспечивают мобильность при использовании на разных производственных участках, а также позволяют встраивать нагревательные блоки в залочные станки при организации непрерывно-последовательных процессов закалки.

Опыт внедрения и эксплуатации высокочастотных технологических установок индукционного нагрева и закалки с ВТГ показал, что новые транзисторные источники питания не только экономич-

**Основные характеристики ВТГ**

Наименование параметров	ВТГ-20-66	ВТГ-40-66	ВТГ-80-66
Максимальная потребляемая мощность, кВт	21	42	85
Максимальная выходная мощность, кВт	20	40	80
Номинальное напряжение на входе, 50Гц, В	380	380	380
Максимальный ток на входе, А (не более)	55	80	160
Напряжение на выходе (действующее значение), В:			
номинальное значение	200	200	400
диапазон изменения	100 – 200	100 – 200	150 – 400
Номинальная частота напряжения на выходе, кГц	66	66	66
Коэффициент полезного действия не менее, %	95	95	95
Уровень шума, дБ (не более)	20	20	20
Номинальный расход охлаждающей воды, м <sup>3</sup> /ч	1,8	2,2	3
Номинальное давление охлаждающей воды на входе, кгс/см <sup>2</sup>	2 – 4	2 – 4	2 – 4
Мощность отводимых водой потерь, кВт (не более)	2	3	5
Габаритные размеры генератора, мм:			
ширина	520	520	520
глубина	750	750	750
высота	1450	1450	1450
Габаритные размеры нагревательного блока, мм:			
ширина	410	410	410
глубина	600	600	600
высота	450	450	450
Масса, кг (не более)	180	190	220

нее, меньше и легче, но имеют еще и более гибкую систему управления. В совокупности все эти преимущества дают новые возможности – реализовать разнообразные энергосберегающие технологии с применением индукционного нагрева.

**Высокочастотные транзисторные генераторы предназначены для:**

- поверхностной закалки деталей типа вал, вал шестерня, зубчатое колесо, шток, звено;
- закалки внутренних поверхностей отверстий стальных деталей;
- пайки твердыми припоями твердосплавных пластин металлорежущего инструмента;
- нагрев заготовок перед пластической деформацией прессованием, штамповкой, прокаткой;
- горячей посадки подшипников, деталей мощных двигателей и разного оборудования;
- использования в качестве источников питания к индукционным лабораторным печам;
- термообработки сварных швов;
- нагрева перед сваркой труб большого диаметра, и многих других технологий индукционного нагрева.

ВТГ является альтернативой и полной заменой известным ламповым высокочастотным генераторам ТВЧ типа ВЧГ2-60 / 0.066, ВЧГ2-100 / 0.066.

**Преимущества высокочастотных генераторов ВТГ:**

- *Высокий КПД (94 – 97 %).*
- *Мгновенная готовность к работе.*
- *Малые габаритные размеры.*
- *Простота монтажа и техобслуживания.*
- *Простота управления.*
- *Наличие сервисных функций – таймер, педаль управления.*
- *Автоматическое определение частоты контура нагрузки.*
- *Нелимитированная частота включений – отключений.*
- *Эффективная защита элементов генератора.*
- *Высокая степень защиты шкафа IP 54.*
- *Отсутствие быстроизнашиваемых элементов.*
- *Возможность изготовления мобильной установки.*
- *Короткий срок изготовления до 30 дней.*
- *Низкая цена генератора – сравнима со стоимостью генераторной лампы.*

Продукция сертифицирована и имеет Сертификат качества, Сертификат Соответствия (на соответствие требованиям безопасности согласно ТУ от УкрСЕПРО), сертификаты ГОСТ Р, Разрешение на применение Ростехнадзора, Разрешение на применение Проматомнадзора Республики Беларусь.