

V. ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье были проанализированы наиболее важные узлы синтезатора частот на основе ФАПЧ, вносящие наибольший вклад в результирующее значение фазового шума. Предложена архитектура ГУН с низким уровнем фазовых шумов, многомодульный делитель частот, перестраиваемая схема накачки заряда с встроенной коррекцией протекаемого тока. Диапазон перестройки синтезатора равен 40%. Показатель качества системы ФАПЧ равен -232.5 дБ, что является хорошим показателем, учитывая низкую частоту сравнения. Увеличенное энергопотребление связано с наличием трех корректирующих ОУ в схеме накачки заряда. Данный синтезатор частот предназначен для внедрения в современные высокостабильные, мобильные и энергоэффективные системы связи, проектируемые на основе интегральных технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tiebout M. Low power VCO design in CMOS // Springer, 2006. 126 p.
2. Wang D., Zhang K., Zou X. Wideband Q-VCO using tail current shaping based automatic amplitude control // Microelectronics journal. 2012. 367 p.
3. Jafari B., Sheikhaei S. Low phase noise LC VCO with sinusoidal tail current shaping using cascade current source // International journal of electronics and communications. Vol. 83. 114 p.
4. Ghaderi N., Denghani A. A novel high swing, low power charge pump circuit with excellent current matching // Iranian conference on electrical engineering. 2016.
5. Xu Z., Jian H., Chang F. A 70–78-GHz integrated CMOS frequency synthesizer for W-Band satellite communications. Microwave theory and techniques. 2011. Vol. 59., no2.
6. Razavi B. Design of Monolithic Phase-Locked Loops and Clock Recovery Circuits-A Tutorial.
7. Gao X., Klumperink A.M. Jitter analysis and a benchmarking figure of merit for phase locked loops. IEEE transactions on circuits and systems. 2009. Vol.56, no.2.
8. Zhang Z., et al. 1.25-to-6.25 GHz -237.2-dB FOM wideband self-biased PLL for multi-rate serial link data transmitter. IEICE electronics express. Vol.41
9. W. Bae, et al. A 7.6 mW, 414 fs RMS-Jitter 10 GHz Phase-Locked Loop for a 40 Gb/s Serial Link Transmitter Based on a Two-Stage Ring Oscillator in 65 nm CMOS. IEEE J. Solid-State Circuits. 2016. Vol. 51.
10. S.-Y. Cho, et al.: A 5-GHz subharmonically injection-locked all digital PLL with complementary switched injection. IEEE ESSCIRC. 2015. 384 p.
11. C. Chiang, et al. A digital bang-bang phase-locked loop with bandwidth calibration. IEEE ASSCC. 2015. 173 p
12. K.-Y. J. Shen, et al. A 0.17-to-3.5 mW 0.15-to-5 GHz SoC PLL with 15dB build-in supply noise rejection and self-bandwidth control in 14nm CMOS. ISSCC Dig. Tech. Papers. 2016. 330 p.

УДК 536.521

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСТОЯННОЙ ВРЕМЕНИ ПИРОМЕТРА ПД-10

В. А. Захаренко, Я. Р. Веприкова, Д. В. Кузнецов

Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

Аннотация. В статье приводятся результаты исследования постоянной времени оптоволоконного пирометра ПД-10. Приведена функциональная схема прибора. Изложены экспериментальные данные о быстродействии пирометра с фильтром и без него. Предложен способ борьбы с уровнем шума и увеличения быстродействия пирометра.

Ключевые слова: абсолютно черное тело, температура расплавов, коэффициент черноты, постоянная времени, пирометр.

DOI: 10.25206/2310-4597-2019-1-133-136

I. ВВЕДЕНИЕ

В современной металлургической промышленности технологические процессы литья, проката,ковки контролируются в основном путём измерений такого параметра как температура в связи с необходимостью обеспечения и контроля заданных температурных режимов. Особую роль при этом играют точные температурные измерения в процессах литья стали, так как чем ниже температура стали при заливке в формы и чем скорей

происходит охлаждение отливки, тем плотней металл. [1, 2]. Кроме того, при соблюдении правильного температурного режима литья стали, можно избежать перегрева металла в плавильных печах. Это позволит сократить продолжительность плавки, избежать затрат на ремонт печи, а также снижаются расходы электроэнергии, топлива и огнеупоров.

Пережог стали наблюдается при таких высоких нагревах сплава, когда последний близок к точке начала плавления. В этом случае по границам зерен сплава начинается оплавление основной фазы и возможных примесей (эвтектик) и проникновение к ним кислорода (из воздуха), дающего с металлом и примесями неметаллические (окисные) включения или оболочки, разобщающие связь между зернами и этим сильно снижающие прочность и пластичность металла. При сильном пережоге такие неметаллические пленки вокруг зерен можно видеть на полированном шлифе даже без травления. Такие пленки уже нельзя удалить из металла термической обработкой, и пережженный металл становится непоправимым браком, годным лишь в переплавку [3].

Температура стали при розливе влияет на количество брака литых изделий. В табл. 1 приведены сведения о влиянии температуры, разливаемой стали на качество изделий.

ТАБЛИЦА 1
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ РАЗЛИВАЕМОЙ СТАЛИ НА КАЧЕСТВО КОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ
ИЗ ХРОМО НИКЕЛЕВОЙ СТАЛИ

Температура при разливке	Количество изделий, %		
	1-й сорт	2-й сорт	3-й сорт
Очень высокая	70	20	10
Высокая	51	34	15
Пониженная	20	20	60

При высокой температуре стали уменьшается образование настывлей в разливочных ковшах и количество ненормально залитых слитков.

Температура при заливке оказывает прямое влияние на прочностные свойства и износостойчивость. В настоящее время при выплавке чёрных металлов за счёт недостоверности и инерционности процесса контроля температур расплавов получается около 5% брака. Стоимость литья из чёрных металлов составляет 70–80 рублей за килограмм. Соответственно за тонну 70–80 тысяч рублей. А стоимость литья из цветных металлов составляет 400–500 рублей за килограмм. За тонну 400–500 тысяч рублей. А также из-за перегрева или недогрева ухудшается качество получаемых из расплава деталей.

На основе анализа данных литературы можно сделать следующие выводы:

- Понижение температуры при заливке и уменьшение толщины стенки отливки из углеродистых и мелколегированных конструкционных сталей способствуют измельчению зерна и утонению межкристаллитных прослоек. Это понижает пластические характеристики и несколько повышает прочностные свойства металла.
- Изменяется в зависимости от температуры при заливке твердость. Уменьшение пластичности и увеличение прочности с понижением температуры заливаемой стали сохраняется и после термообработки.
- В условиях медленной кристаллизации и постепенного последующего остывания горячо залитой стали на границах крупных зерен выделяется больше твердых карбидов, которые ослабляют межзеренную связь и снижают показатели механических свойств.

В настоящее время в заводской практике в основном применяют метод контактных измерений температуры расплавов, а для высокотемпературных процессов используются разовые термоэлектрические преобразователи кратковременного погружения. Процессы скоростного индукционного нагрева и задачи автоматического поддержания заданных температур металлов делают малоприменимыми применение контактных средств, а тем более одноразовых.

Кроме того, необходимо повышать быстродействие измерений, особенно для индукционных печей малых объёмов как для задач автоматизации управления нагревом, так и для задачи обнаружения температурных полок, характеризующих эвтектики.

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Для определения быстродействия пирометра ПД-10 были проведены исследования постоянной времени в целых и его отдельных узлах. На рис. 1 приведена структурная схема пирометра.

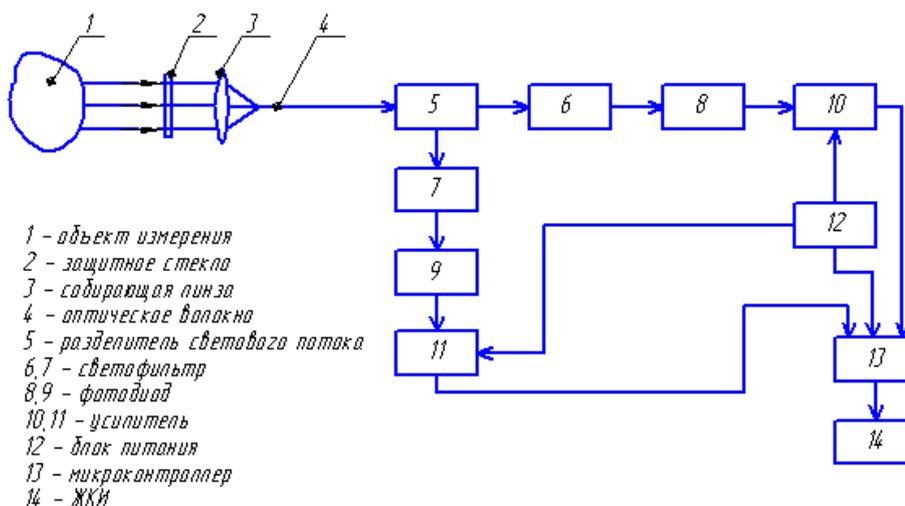


Рис. 1. Структурная схема пирометра

III. ТЕОРИЯ

В настоящее время в радиотехнике постоянной времени характеризует длительность протекания переходного процесса, обычно это промежуток времени, в течение которого реакция схемы на единичный скачок достигает 0,63 от своего первоначального значения.

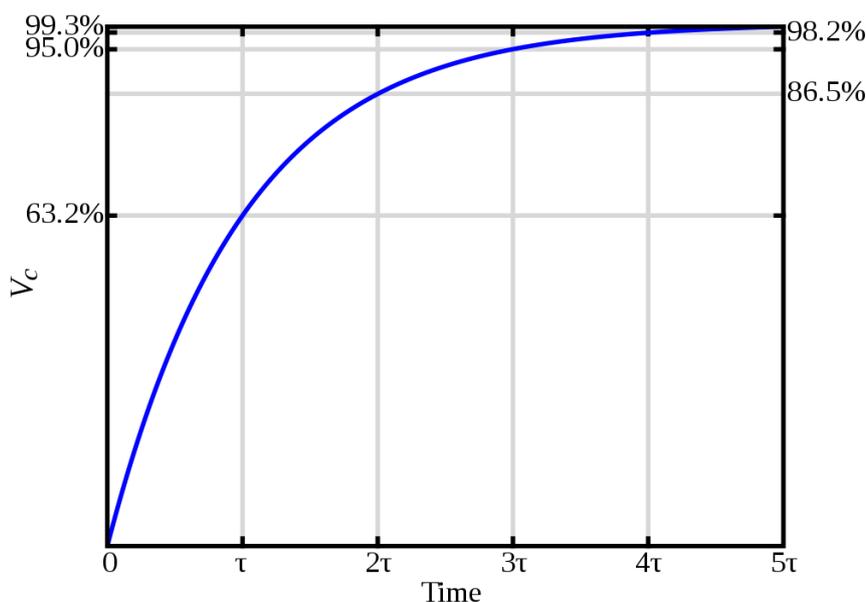


Рис. 2. Определение постоянной времени

IV. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Для проведения эксперимента была создана схема, состоящая из пяти параллельно включенных светодиодов типа BL-L5131RAB с длиной волны равной 940 нм и пирометром ПД-10, изготовленным на АО НПП «Эталон». Максимум длины волны светодиодов был выбран исходя из чувствительности пирометра.

К полученному излучателю был подключен генератор высоких частот NF WF1943B. От генератора подавались прямоугольные импульсы. Частоту подаваемого сигнала повышали до тех пор, пока не зафиксировали на осциллограмме завал меандров. Функциональная схема экспериментальной установки представлена на Рис. 3.

Эксперимент проводился с фильтром и без. Фильтрация обеспечивалась конденсатором емкостью 0,1 мкФ. В результате серии экспериментов выяснили, что постоянная времени с фильтром составляет 2 мс, а без фильтра 0,4 мкс. При этом уровень шума был соизмерим с сигналом.

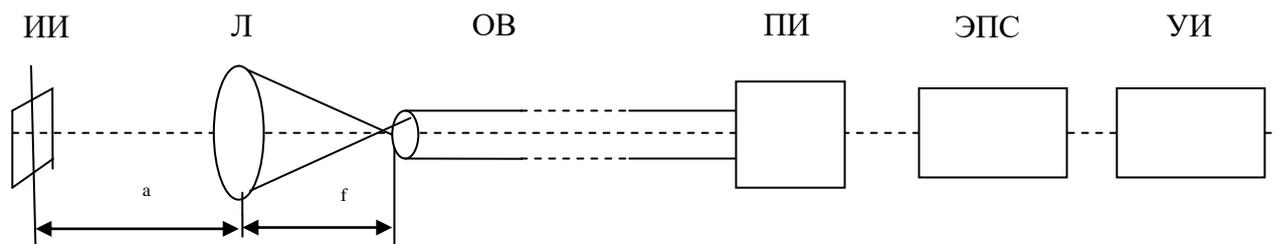


Рис. 3. Функциональная схема измерений оптоволоконного пирометра

ИИ – источник излучения с генератором высоких частот; Л – линза; a – расстояние от источника излучения до линзы; f – фокусное расстояние линзы; ОВ – оптическое волокно; ПИ – приемник излучения с электронной схемой усиления и цифровой обработки сигнала; ЭПС – электронный преобразователь сигнала; УИ – устройство индикации

V. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

По паспортным данным пирометра ПД-10 быстродействие прибора составляет 2 мс, что подтвердилось в результате эксперимента. А также выяснили, что без конденсатора уровень шума равен уровню получаемого сигнала. Поэтому необходимо уменьшать емкость до тех пор, пока уровень шума станет намного меньше уровня сигнала. При этом достигнуть максимального быстродействия.

VI. ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы можно сделать следующие выводы: паспортные значения пирометра подтвердились, необходимо найти компромисс между быстродействием и уровнем шума.

Для уменьшения постоянной времени и уровня шумов необходимо провести следующую модернизацию пирометра: уменьшить емкость конденсатора фильтра, создать новое программное обеспечение, в котором внутренняя фильтрация сведена к минимуму.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов А. Н., Неделькович Л., Джурджевич М. [и др.]. Расчет температуры ликвидус стали // *Сталь*. 1996. № 3. С. 15–19.
2. Жуков Л. Ф., Гончаров А. Л., Бунза А. Б. [и др.]. Термоэлектрический и оптический периодический контроль температуры металла // *Литье-2013: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф.* 2013. С. 80–81.
3. Лахтин Ю. М., Леонтьева В. П. *Материаловедение: учебник для высших технических учебных заведений*. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1990. 528 с.

УДК 621.315.592

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ПОДВИЖНОСТИ ДЫРОК В КАРБИДЕ КРЕМНИЯ

И. В. Иванов¹, А. Г. Козлов²

¹Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, г. Омск, Россия

²Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты моделирования подвижности дырок в трёх поли типах карбида кремния (SiC): 3С, 4Н и 6Н. Рассмотрены два подхода: использование температурно-зависимой модели Caughey-Thomas и применение модели Анога. Используются параметры моделей, приведённые в литературе. Показано, что существующая модель подвижности дырок в 3С-SiC может быть значительно усовершенствована. Предложены новые параметры модели Анога, позволяющие более точно моделировать подвижность дырок в 3С-SiC в широком диапазоне температур (100...1000 К). Кроме того, представлены температурные зависимости относительной погрешности моделирования подвижности для трёх рассмотренных политипов. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании карбидокремниевых электронных приборов.