

2. Синтезовані регулятори СПР методом УХП дають можливість зробити базовою швидкодією кінцеву координату регулювання, якій підпорядковується швидкодія внутрішнього контуру.

3. Наявність внутрішнього зворотного зв'язку за ЕРС, а також дія струмообмеження не вносить суттєвого погіршення в функціонування такої СПР.

*1. Лебедев Б.Д. и др. Управления вентиляльными электроприводами постоянного тока. М., 1970. 2. Осичев А.В., Котляров В.О., Марков В.С. Стандартные распределения корней в задачах синтеза в электроприводе // Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика: Тр. конф. Харьков, 1997. С.104–109. 3. Лозинский О.Ю., Марущак Я.Ю. Лозинский А.О. Некоторые аспекты формирования управляющих воздействий в электро-механических системах // Электротехника. 1999. № 5. С.52–56. 4. Марущак Я.Ю. Метод синтеза регулятора струму // Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика: Вестн. ХГПУ (спец. вып.). Харьков, 1998. С.193–195.*

**УКД 621.314.014**

**Мещан И.В.**

Запорожский государственный технический университет

## **ХАРАКТЕРИСТИКИ СУЩЕСТВУЮЩИХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ НАГРЕВА СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ**

© Мещан И.В., 2000

**Розглянуто існуючі та перспективні електричні нагрівачі для очистки стрілочних переводів від снігу та льоду, проаналізовано різні способи нагрівання. Запропоновано використання індукційного нагрівання стрілочних переводів і на підставі проведених експериментальних досліджень доводяться переваги цього способу над нагріванням за допомогою ТЕНів.**

Бесперебойная работа железнодорожного транспорта в зимних условиях в значительной степени зависит от надежной защиты путей от снега и образующегося льда, а также от своевременной их очистки.

В настоящее время стрелочные переводы очищают специальными станциопорными пневматическими устройствами для обдува стрелок с дистанционным управлением. Применяют также газо- и электрообогревательные устройства.

Электрообогревательные устройства, являющиеся наиболее компактными и удобными в эксплуатации, работают по принципу косвенного нагрева рельсов. Тепло, выде-

ляемое на омическом сопротивлении через контакт между рельсом и нагревателем, передается в рельс.

Длина стрелочных переводов в зависимости от их конструкции составляет 6...8 м. До настоящего времени применялись трубчатые, стержневые и подошвенные нагреватели. Основные их характеристики приведены в табл.1–3.

Указанные нагреватели не препятствуют работе автоматической локомотивной сигнализации и применяются для участков с рельсовыми цепями и токами кодирования 25,75 и 50 Гц.

Потребляемая мощность определяется климатическими условиями и достигает 13...30 кВт на один стрелочный узел.

Трубчатые и стержневые нагреватели устанавливаются, как правило, с внутренней стороны шейки рельса.

Подошвенные нагреватели устанавливаются под подошвой рельса. Допускается устанавливать ТТЭПы и СТЭПы на наружной стороне шейки рельса, а СТЭНы на внутренней стороне подошвы рельса.

Таблица 1

**Трубчатые нагреватели (ТТЭН)**

Тип Нагревателя	Погонная мощность, кВт/м	Длина нагревателей, м		Длина отгибаемой части, м	Диаметр ТЭНов, мм
		В развернутом виде	Прямого участка		
ТЭН – 240В 13/1 – П220	0,5	2,4	2,0	0,2*2	13
ТЭН – 240 13/1,6 – Е220	0,8	2,4	2,0	0,2*2	13
ТЭН – 335Т 16/3,15 – Е220	1,0	3,35	2,9	0,25*2	16

Таблица 2

**Стержневые нагреватели (СТЭН) (производство комбината КВХ – ГДР)**

Тип нагревателя	Погонная мощность	Длина нагревателя	Сечение мм×мм	Длина кабеля, состыкованного с нагревателем, м
КВХ – ГДР 3,2/1,0	0,33	3,2	5,5×11,5	3,0
КВХ – ГДР 4,0/1,3	0,33	4,0	5,5×11,5	3,0
КВХ – ГДР 3,2/1,6	0,5	3,2	5,5×11,5	3,0
КВХ – ГДР 4,0/2,0	0,5	4,0	5,5×11,5	3,0

Таблица 3

**Подошвенные нагреватели (ПТЭН)**

Тип нагревателя	Мощность нагревателя, кВт	Размеры, мм		
		Длина	Ширина	Толщина
ЭПС – 200	0,2	350	125	10
ЭПС – 300	0,3	330	145	10

Для обеспечения хорошего теплового контакта между рельсом и ТЭНов последний должен быть жестко механически соединен с рельсом. Это приводит к тому, что нагреватели испытывают значительные динамические нагрузки во время движения составов, что вызывает быстрое их разрушение, в том числе нарушение изоляции. Кроме этого, во избежание хищения нагревателей их приходится в теплое время года снимать, а при похолодании вновь устанавливать.

Таблица 4

**Рекомендуемые нагрузки устройств электрообогрева  
в различных климатических зонах**

Климатические зоны	Типы нагревателей	Суммарная мощность ТЭНов, кВт			Рекомендуемые температуры нагрева рельсов, °С
		Стрелочные переводы типа		Крестовина с подвижными сердечниками	
		P50	P65		
Украина, западная часть Европейской территории СНГ	ТЭН – 240В 13/1 – П220	6,0	8,0	6,0	15–20
	ЭПС – 220	4,0	4,8	4,0	
	КВХ – ГДР 3,2/1,0	4,0	5,2	4,0	
	КВХ – ГДР 4,0/1,3				
Центральная часть Европейской территории СНГ, Дальний Восток	ТЭН – 240 13/1,6 – С220	8,4	10,4	6,0	20–25
	ТЭН – 240 В 13/1 П220				
	ЭПС – 200, ЭПС – 300	5,0	6,0	5,0	
	КВХ – ГДР 3,2/1,6	6,4	8,0	6,4	
Северная часть Европейской территории СНГ, Урал, Сибирь	ТЭН – 240 13/1,6 – С220	9,6	12,8	9,6	25–30
	ТЭН – 335Т 16/3,15 – С220				
	ЭПС – 300	6,0	7,2	6,0	

После объединения ГДР и ФРГ и распада Советского Союза в Украину перестали поступать нагреватели, а собственное производство в Фастове имеет низкое качество и не удовлетворяет потребность. Таким образом, на Украине стрелочные переводы к настоящему времени остались без обогревателей. Сложное финансовое положение не даст возможности покупать нагреватели за рубежом.

В то же время технический потенциал страны позволяет разрабатывать и выпускать собственные обогревающие устройства. Упомянутые выше нагреватели обладают рядом существенных недостатков. Существуют также способы обогрева, действующие на других принципах. В табл.5 приведены различные способы обогрева, их достоинства и недостатки. В таблице не приведены способы обогрева или очистки рельсов, которые или обладают

существенными недостатками или находятся на уровне технической идеи (инфракрасный обогрев, пневматическая, механическая или химическая очистка).

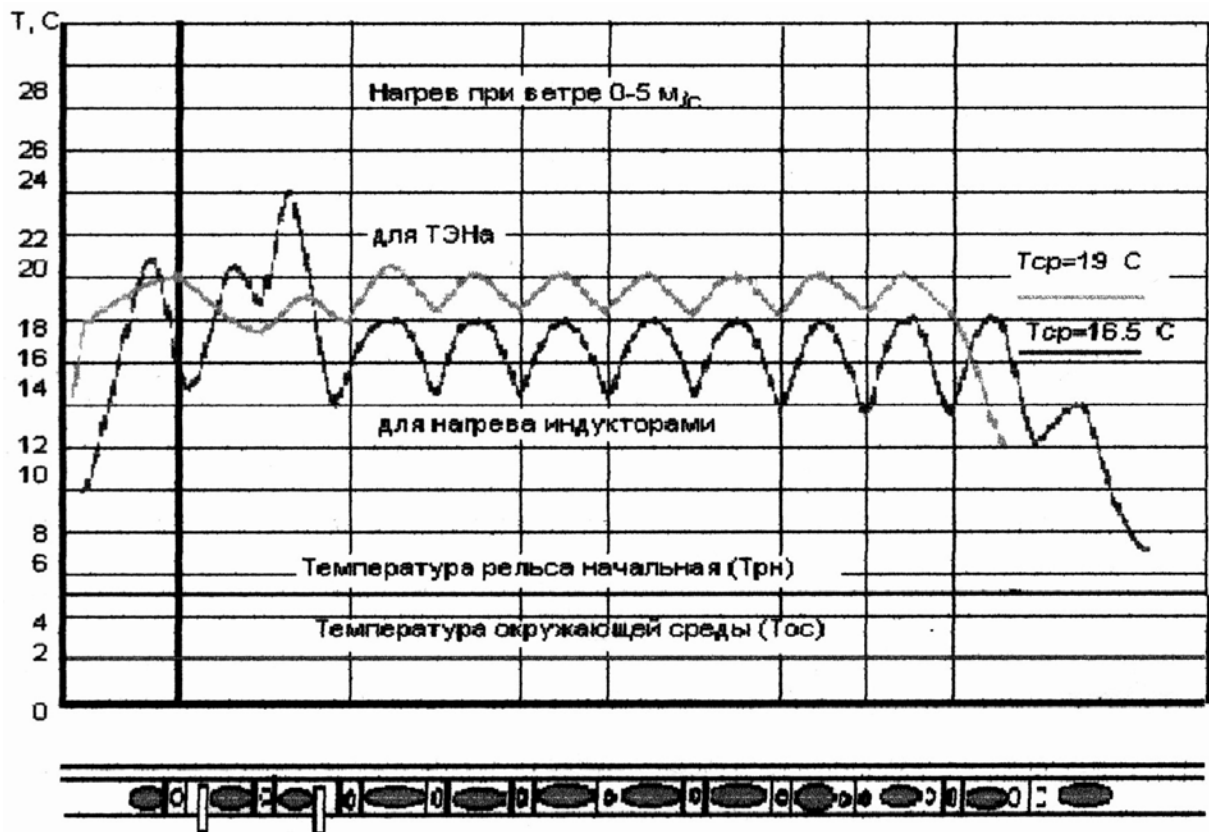
Таблица 5

### Предполагаемые способы обогрева

Способ обогрева	Достоинства	Недостатки
Омический косвенный с помощью нагревателей	<p>Конструкции нагревателей известны. Есть длительный опыт эксплуатации. На железной дороге есть готовые источники питания. Отработана технология эксплуатации. К существующим источникам питания возможно подключать вновь разработанные нагреватели.</p> <p>Нагреватели можно использовать в других областях для обогрева различных объектов, например, помещений, теплиц и т.д.</p>	<p>Низкий КПД способа, определяемым контактным способом передачи тепловой энергии от нагревателя к рельсу. Сложно обеспечить хороший тепловой контакт. Рассеивание части тепловой энергии со свободной поверхности нагревателя в воздух.</p> <p>Короткий срок службы, определяемый механическим воздействием подвижного состава через рельсы на нагреватель.</p> <p>Поставки существующих нагревателей прекращены. Для разработки новых необходимо найти новые материалы для нагревателя, изоляции и корпуса, обеспечивающие более длительный срок эксплуатации и повышение КПД.</p>
Высокочастотный непосредственный	<p>Нагрев только поверхности рельса за счет поверхностного эффекта при прохождении через рельс тока высокой частоты.</p> <p>Высокий КПД способа.</p> <p>Не требуется отдельный нагревательный индуктор. Возможны постоянный, периодический или импульсный нагревы.</p> <p>Обеспечивается регулирование мощности в зависимости от погодных условий</p>	<p>В данной области способ нагрева не отработывался и не использовался.</p> <p>Отсутствует высокочастотный источник питания.</p> <p>Не исследованы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вопросы изоляции высокочастотной цепи от земли;</li> <li>- влияние высокочастотной цепи на рельсовые цепи автоматики;</li> <li>- функциональные связи между током частоты и необходимой мощностью;</li> <li>- распределение температуры нагрева по периметру сечения рельса.</li> </ul>
Высокочастотный косвенный индукционный	<p>Нет электрической связи между рельсом и индуктором (источником питания). Возможно сконцентрировать нагрев в заданном месте рельса.</p> <p>Возможны постоянные, периодические или импульсный нагрев.</p>	<p>Наличие индуктора.</p> <p>Не исследовано влияние высокочастотного магнитного поля индуктора на рельсовые цепи автоматики.</p>

Из приведенных наиболее перспективным, на наш взгляд, является прямой нагрев рельса токами высокой частоты, а там, где это невозможно из – за конструктивных особенностей стрелочных узлов, косвенный высококачественный нагрев с помощью индукторов. Применение частот для нагрева на уровне 10 кГц и выше по нашему мнению позволяет исключить их влияние на рельсовые цепи автоматически, работающие на частотах 25...75 Гц.

Преимущество индукционного обогрева стрелочных переводов над нагревом с помощью ТЭНов подтвердило проведенное автором испытание опытного образца индукционного нагревателя. Испытание проводилось согласно методике испытаний, разработанной в ВНИИ “Преобразователь”. Место испытаний – станция “Днепрострой 2” г. Запорожье, тип перевода Р 50 ?... На стрелочном переводе, обогреваемом ТЭНами, ТЭНы установлены в месте сочленения подошвы и шейки рамного рельса с внутренней стороны. На стрелочном переводе, обогреваемом индукционным способом, индукторы закреплены с внешней стороны на шейке рельса. Согласно методике испытаний проводились замеры распределения температуры вдоль головки рамного рельса. Испытания проводились при различных погодных условиях. На рис.1 показано распределение температур при отсутствии солнца и при слабом ветре 0...5 м/с. В результате средняя установившаяся температура для нагрева ТЭНами +19 °С (соответственно превышение температуры +14 °С) и при нагреве индукторами +16,5 °С (превышение температуры 11,5 °С). Для получения одинакового превышения температуры необходимо увеличить мощность при нагреве индукторами на 17,5 %.



**Рис.1.** Сравнительный анализ распределения температур на головке рамного рельса при нагреве ТЭНами и индукторами при отсутствии солнца и при слабом ветре 0...5 м/с.

На рис.2 показано распределение температур при солнце и среднем ветре 7...12 м/с. В результате испытаний получены превышения для ТЭНов +10,5 °С и для индукционного нагрева +8,5 °С. Для получения одинакового превышения температуры необходимо увеличить мощность при нагреве индукторами на 16,5 %.

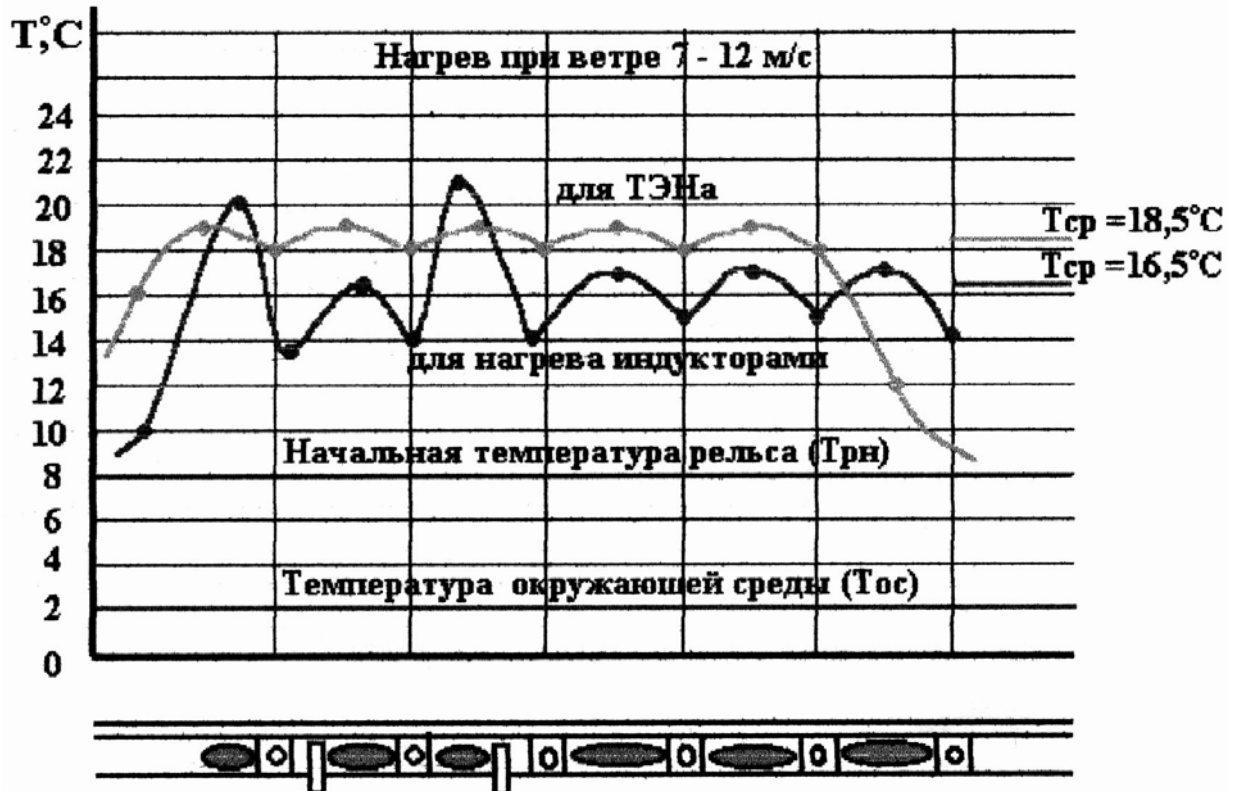


Рис.2. Сравнительный анализ распределения температур на головке рамного рельса при нагреве ТЭНами и индукторами при солнце и среднем ветре 7...12 м/с.

При обогреве одной стороны стрелочного перевода ТЭНами в течение трех часов было затрачено 6,75 кВт·ч электроэнергии, а при обогреве индукционным способом затрачено 2,9 кВт·ч. Т.о. затраты электроэнергии при нагреве ТЭНами в 2,33 раза больше по сравнению с нагревом индукционным способом. С учетом необходимой корректировки мощности индукционного способа нагрева на 17,5 %, разница в потреблении электроэнергии составит 1,98 раза.

1. Железные дороги / М.М.Филипов, М.М. Уздин, Ю.В.Ефименко. М., 1991.
2. Бабат Г.И. Индукционный нагрев металлов и его промышленное применение. М.; Л., 1965.
3. Пате бюлетни 1991–1998 гг.
4. Промышленная собственность (Украина) 1993–1998 гг.
5. Яковлев В.Ф. Автоматизация производственных процессов путевого хозяйства и строительства. М., 1989.
6. Симон А.А. Современные стрелочные переводы. М., 1993.
7. Кувалдин А.Б. Индукционный нагрев ферромагнитной стали. М., 1988.