



**С. А. Астапчик, П. С. Гурченко, А. А. Шипко**

# **ИСТОРИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА В БЕЛАРУСИ**



Павел Гурченко

**История и направления развития  
исследований и технологий  
индукционного нагрева в Беларуси**

«Издательский дом “Белорусская наука”»

2015

УДК 621.78.012.5(476)

**Гурченко П. С.**

История и направления развития исследований и технологий  
индукционного нагрева в Беларуси / П. С. Гурченко —  
«Издательский дом “Белорусская наука”», 2015

ISBN 978-985-08-1913-0

Показаны основные этапы внедрения технологий индукционного нагрева на минских тракторном и автомобильном заводах, других предприятиях республики начиная с 1940-х годов. С 1950-х годов научные основы нагрева сталей и сплавов токами высокой частоты разрабатывались в Физико-техническом институте Академии наук БССР, где была создана одна из главных научных школ СССР этого направления. Наиболее масштабное внедрение таких технологий велось в 80–90-е годы XX в. на Минском автозаводе, продолжается в настоящее время в Физико-техническом институте НАН Беларуси, где образован Научно-исследовательский центр индукционных технологий и проблем термической обработки. Названы фамилии многих крупных ученых и инженеров – энтузиастов скоростного нагрева деталей и полуфабрикатов из сталей, чугунов, цветных сплавов; приведены некоторые примеры эффективных отечественных разработок; сформулированы направления развития технологий индукционного нагрева. Предназначена для ученых и инженеров, работающих в области технологий скоростного нагрева металлов и сплавов, а также для тех, кто интересуется историей развития таких технологий в Республике Беларусь.

УДК 621.78.012.5(476)

ISBN 978-985-08-1913-0

© Гурченко П. С., 2015

© Издательский дом “Белорусская  
наука”, 2015

## Содержание

Введение	7
Минский тракторный завод – первое предприятие Беларуси, освоившее нагрев ТВЧ	8
Конец ознакомительного фрагмента.	11

**Станислав Александрович Астапчик  
Павел Семенович Гурченко  
Алексей Алексеевич Шипко  
История и направления развития  
исследований и технологий  
индукционного нагрева в Беларуси**

© Астапчик С. А., Гурченко П. С., Шипко А. А., 2015

© Оформление. РУП «Издательский дом «Беларуская навука», 2015

\* \* \*

## Введение

Оборудование и технологии нагрева деталей токами высокой частоты (под закалку, отпуск, обработку давлением, пайку) относятся к наиболее энергозатратному виду производства на предприятиях машиностроения – термическому. На заводах машиностроения Беларуси насчитывается около 2000 нагревательных и термических печей, их коэффициент полезного действия редко превышает 10 %, а возраст «средней» печи составляет более 30 лет. Темп же ввода в эксплуатацию более современных печей составляет около 10 шт. в год. Вместе с тем индукционные технологии термической обработки и нагрева под обработку металлов давлением – эффективное средство модернизации термических производств.

Индукционный нагрев токами высокой частоты стальных и чугунных изделий с каждым годом занимает все более важное место в технологии современного машиностроения благодаря своим неоспоримым преимуществам. При нагреве под ковку и штамповку решающие преимущества индукционного нагрева заключаются в возможности значительного повышения скорости нагрева и отсутствии длительного периода разогрева оборудования (первые заготовки разогреваются до заданной температуры уже через 3–5 мин после включения оборудования без необходимости разогрева многотонной массы печей, так как нагреву подвергаются только сами обрабатываемые изделия). По этой же причине нет ограничений и потерь, связанных с жаропрочностью, жаростойкостью и теплопроводностью материалов нагревательных устройств. При индукционном нагреве благодаря высоким скоростям нагрева отсутствуют окалина и угар металла на обрабатываемых изделиях.

Поверхностная закалка при индукционном нагреве более экономична и менее трудоемка и по качеству упрочнения не уступает, а в ряде случаев и превосходит процессы печной обработки. При закалке ТВЧ (токами высокой частоты) вместо цементации в сотни раз сокращается длительность процесса, резко уменьшаются термические деформации, трудоемкость и стоимость упрочнения, в десятки раз снижаются затраты электроэнергии, отпадает необходимость использования природного газа, минеральных масел, асбеста, жаропрочных и жароупорных материалов, устраняются выбросы в окружающую среду вредных веществ и продуктов их распада. Загрузка и выгрузка изделий в индукционных нагревателях автоматизируются, и они встраиваются в автоматизированные комплексы при высокой культуре производства.

Об истории развития технологий индукционного нагрева в нашей стране авторы уже рассказывали в статьях [1, 2] и в докладе на Международной научно-технической конференции «Со временные методы и технологии создания и обработки материалов» в Физико-техническом институте НАН Беларуси [3]. В настоящей работе мы постарались обобщить ранее опубликованные материалы, назвать имена замечательных людей – первопроходцев освоения индукционных технологий, рассказать о годах расцвета их деятельности в республике, привести хронологию развития исследований и разработок, сформулировать направления дальнейших работ.

## **Минский тракторный завод – первое предприятие Беларуси, освоившее нагрев ТВЧ**

Технологии индукционного нагрева на МТЗ, как, впрочем, и на МАЗе, во времена Советского Союза были освоены благодаря специалистам ВНИИ ТВЧ (Всесоюзного научно-исследовательского института токов высокой частоты). Уже во второй половине 1930-х годов В. П. Вологдиным, М. Г. Лозинским, Г. И. Бабатом создавались первые установки. Затем сразу после войны был создан Всесоюзный НИИ ТВЧ, который оказал серьезную помощь трактористам в освоении индукционных технологий (Н. П. Глуханов, А. Н. Шамов, С. Е. Рыскин, С. Н. Перовский, В. Г. Шевченко и др.). Во ВНИИ ТВЧ прошли обучение практически все специалисты службы ТВЧ МТЗ. Поэтому уже в 1946 г., когда готовилось производство трактора «Кировец Д-35», был предусмотрен нагрев ТВЧ деталей двигателя и для пайки резцов [1].

Первые закалочные станки на МТЗ заработали 65 лет назад, когда были закалены детали пускового двигателя, а в 1950 г. – создан участок ТВЧ. Организационных изменений было много, но наиболее крупным подразделением была БЛЭН – базовая лаборатория электронагрева, одна из 54, созданных в БССР по решению Совнархоза (1959 г.). В ней тогда работало 75 человек, из которых 45 – ИТР (инженерно-технические работники). Затем было существенное сокращение, но об этом ниже. Назовем некоторые вехи развития работ.

Хроника развития технологий индукционного нагрева на МТЗ:

1946 г. – под производство трактора «Кировец Д-35» предусмотрено применение ТВЧ для закалки деталей двигателя, коленвала, пайки резцов;

1948 г. – начало применения индукционного нагрева на Минском тракторном заводе при закалке деталей пусковых двигателей, затем дизеля и деталей трактора;

1950 г. – создан участок ТВЧ, преобразованный затем в цех ТВЧ (1952 г.), отделение электронагрева (1954 г.), лабораторию электронагрева (1956 г.), базовую лабораторию электронагрева (1959 г.), проблемную лабораторию электронагрева (1976 г.), проектно-технологический отдел электронагрева ТВЧ (1988 г.); после существенного сокращения отдел вошел составной частью в общий термический отдел (1996 г.);

1950 г. – начало освоения поверхностной закалки газопламенным нагревом шеек коленчатого вала дизеля Д-35;

1951 г. – нагреву ТВЧ подвергали ведущие звездочки, цилиндры, валы, шлицевые втулки, вилки КПП (коробки перемены передач) трелевочного трактора КТ-12, производство которого было передано с ленинградского Кировского завода;

1952 г. – внедрение автоматических и полуавтоматических установок ТВЧ;

1954 г. – начало подготовки производства по применению индукционного нагрева в кузнечном производстве;

1956 г. – освоена ВЧ (высокочастотная) закалка распредвала и гильзы цилиндров;

1957 г. – получено первое авторское свидетельство на изобретение автоматического устройства для закалки колец тяги;

1959 г. – начало работ по созданию централизованной преобразовательной подстанции (мощность станка увеличена до 250 кВт), первая разработка блока автоматического регулирования напряжения, проведены опыты по поверхностной закалке бортовых шестерен;

1960 г. – закалка ТВЧ деталей из легированных сталей со спрейерным охлаждением маслом, широкое внедрение нагрева ТВЧ в кузнице;

1965 г. – начало подготовки производства по термообработке деталей оборонной техники;



1966 г. – начало разработки технологии «чулочной» закалки задней полуоси трактора сложной формы;

1967 г. – начало использования индукционного нагрева под горячую резку дисковыми пилами (вместо резцов) вращающихся труб (в несколько раз повышена стойкость инструмента);

1974 г. – внедрение в производство установки для индукционного нагрева стержневой заготовки торсиона подвески сидения; под получение сферического набора металла на конце заготовки;

1975 г. – термообработка дисков турбин дробебетных машин, звездочек конвейеров, тяговых конвейерных цепей и других деталей вспомогательного оборудования;

1979 г. – ВЧ закалка гнезд клапанов головок блока;

1984 г. – нагрев заготовки полуоси с последующей высадкой двух участков с одного нагрева;

1987 г. – создание тиристорного АРН (автоматического регулирования напряжения) МТЗ;

1990 г. – начало применения ЭВМ в делопроизводстве, а затем – в проектировании оснастки;

1993 г. – состоялась встреча ветеранов – энтузиастов индукционного нагрева Минского тракторного завода;

2005–2010 гг. – создание установки для термической обработки балки плуга (филиал МТЗ, г. Сморгонь).

Начиная с четырех простейших деталей в 1949 г., в 1990-е годы обрабатывались уже сотни наименований деталей в 20 цехах, а мощность оборудования достигала 20 тыс. кВт. Как видно из вышеприведенного, сначала это были шейки коленвала, звездочки, втулки, цилиндры, а позже – детали оборонной техники из легированных сталей, полуоси сложной формы, диски турбин дробебетных машин, конвейерные цепи и т. п. детали. В основном использовали машинные генераторы мощностью до 100 кВт и частотой 8 кГц. Поэтому уже в 1959 г. потребовалось создание централизованной преобразовательной подстанции, при этом мощность станка была увеличена до 250 кВт. Затем быстро появились ламповые генераторы частотой 66 кГц.

Приведем примеры разработок Минского тракторного завода, предоставленные нам Л. С. Космовичем и В. С. Барановым.

Весьма удачной разработкой наших первопроходцев является блок автоматического регулирования напряжения [4] (рис. 1).



Рис. 1. Блок автоматического регулирования напряжения АРН (МТЗ)

Он был создан в 1987 г. на основе разработки инженера Я. Е. Добиса (1959 г.) и представляет собой тиристорный электронный регулятор, которым были укомплектованы все машинные генераторы (преобразовательные подстанции) ТВЧ МТЗ и автоматические регуляторы напряжения ВНИИ ТВЧ, выпускаемые впоследствии электротехнической промышленностью СССР. Он получил медаль ВДНХ и до настоящего времени применяется на машинных преобразователях МТЗ, заводе шестерен, МАЗе. Позволяет с точностью до 1 % поддерживать

напряжение на шиносборке преобразовательной подстанции. Документация передана 24 предприятиям и организациям. Применяется на большинстве машинных преобразователей МТЗ и других предприятий.

А вот следующая история просто уникальна. Сейчас это может вызвать улыбки, когда новейшие транзисторные генераторы имеют частоту до 70 кГц, а тогда... В 1958 г. В. С. Барановым, Л. С. Космовичем, Е. С. Лисковым были начаты эксперименты по закалке бортовых шестерен [5]. Завершены работы были в 1975 г. при содействии М. Н. Бодяко и С. А. Астапчика (рис. 2). Это был предварительный подогрев детали в шахтной печи, а затем в течение 5 с одновременный нагрев мощностью 1000 кВт на частоте 8 кГц всей зубчатой поверхности. Для этого и понадобилось параллельно включить 10 преобразователей по 100 кВт каждый. Правда, включать их можно было только по выходным, иначе останавливалось производство. Все получилось, твердость хорошая, результаты стендовых испытаний хорошие. Но цементация оказалась сильнее и процесс не пошел. Это ли сейчас главное. Главное – смелость и большое творческое желание осилить эту «неподъемную» деталь.

## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.