



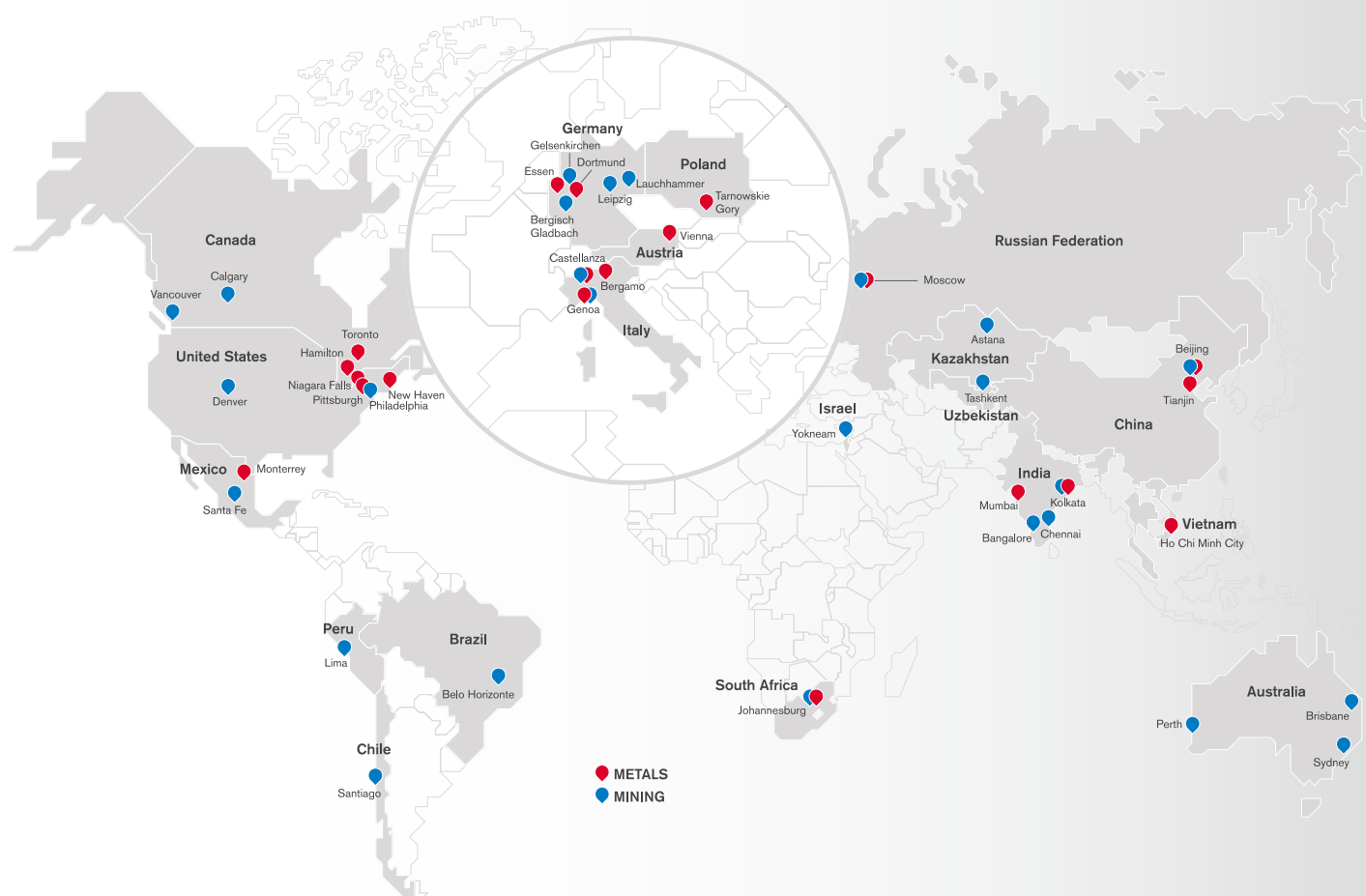
ЛИНИИ ТЕРМООБРАБОТКИ

для горячедеформированных материалов

TENOVA LOI THERMPROCESS

Tenova LOI Thermprocess - ваш глобальный партнер в мире промышленных печей. Наши заказчики ценят сочетание ноу-хау и профессионализма, за которыми стоят более чем вековой опыт создания печей и сотни реализованных проектов. Мы предлагаем передовые технологические процессы, высококачественные продукты и услуги, а также широкий спектр индивидуальных решений в области нагрева и термообработки металлов.

Компания Tenova LOI Thermprocess входит в состав группы Tenova Group, насчитывающей более 2500 прогрессивных специалистов в 19 странах на 5 континентах. При разработке оборудования и создании новых технологий и услуг Tenova тесно сотрудничает со своими заказчиками из горно-металлургической промышленности, позволяя им снижать затраты, экономить энергию, сокращать воздействие на окружающую среду и улучшать условия работы персонала.



Tenova и LOI – технологические лидеры на рынке нагревательных печей с 1957 года

НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ ПЕЧИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ УГЛЕРОДИСТЫХ, НЕРЖАВЕЮЩИХ И КРЕМНИСТЫХ СТАЛЕЙ:

Tenova LOI Thermprocess и Tenova Italmimpianti – мировые лидеры рынка нагревательных печей длинномерного и плоского проката, а также продукции кузнечно-прессового производства.

Техническое лидерство Italmimpianti и LOI основано на их богатом опыте, подтверждением которого являются сотни построенных агрегатов, среди которых:

- Толкательные печи для блюмовых, слябовых и сортовых заготовок, а также поковок
- Печи с шагающими балками для толстолистного проката, в особенности при необходимости последующей закалки

- Печи с роликовым подом для слябов, трубного и листового проката
- Печи с шагающим подом, кольцевые печи и камерные печи/печи с выкатным подом для блюмов и поковок

Печи с роликовым подом

Особые исполнения позволяют выполнять нагрев нержавеющей стали до температуры 1 250 °C.



Камерные печи и печи с выкатным подом

Предназначены для нагрева массивных блоков или слитков перед ковкой и/или прокаткой



Толкательные печи с выдвижным подом

Для поковок, отличающиеся высокой эффективностью использования топлива и низкими выбросами NOx в сочетании с полной автоматизацией технологического процесса и перемещения материалов.

Кольцевые печи

Для производства труб. Надежность печей обеспечивается проверенной конструкцией роликов и направляющих.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМООБРАБОТКИ ДЛЯ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА И ПОКОВОК

Новые марки материалов и постоянное повышение требований к прочности, стойкости к коррозии и обрабатываемости обусловлены стремлением рынка к бережливому производству стальных конструкций. Tenova LOI Thermprocess — мировой лидер в сегменте промышленных

термических печей для листового проката и поковок. Наши печи работают по всему миру. Наши специализированные и математически оптимизированные системы нагрева и охлаждения обеспечивают:

- точно рассчитанные характеристики материалов и соответствие требованиям к

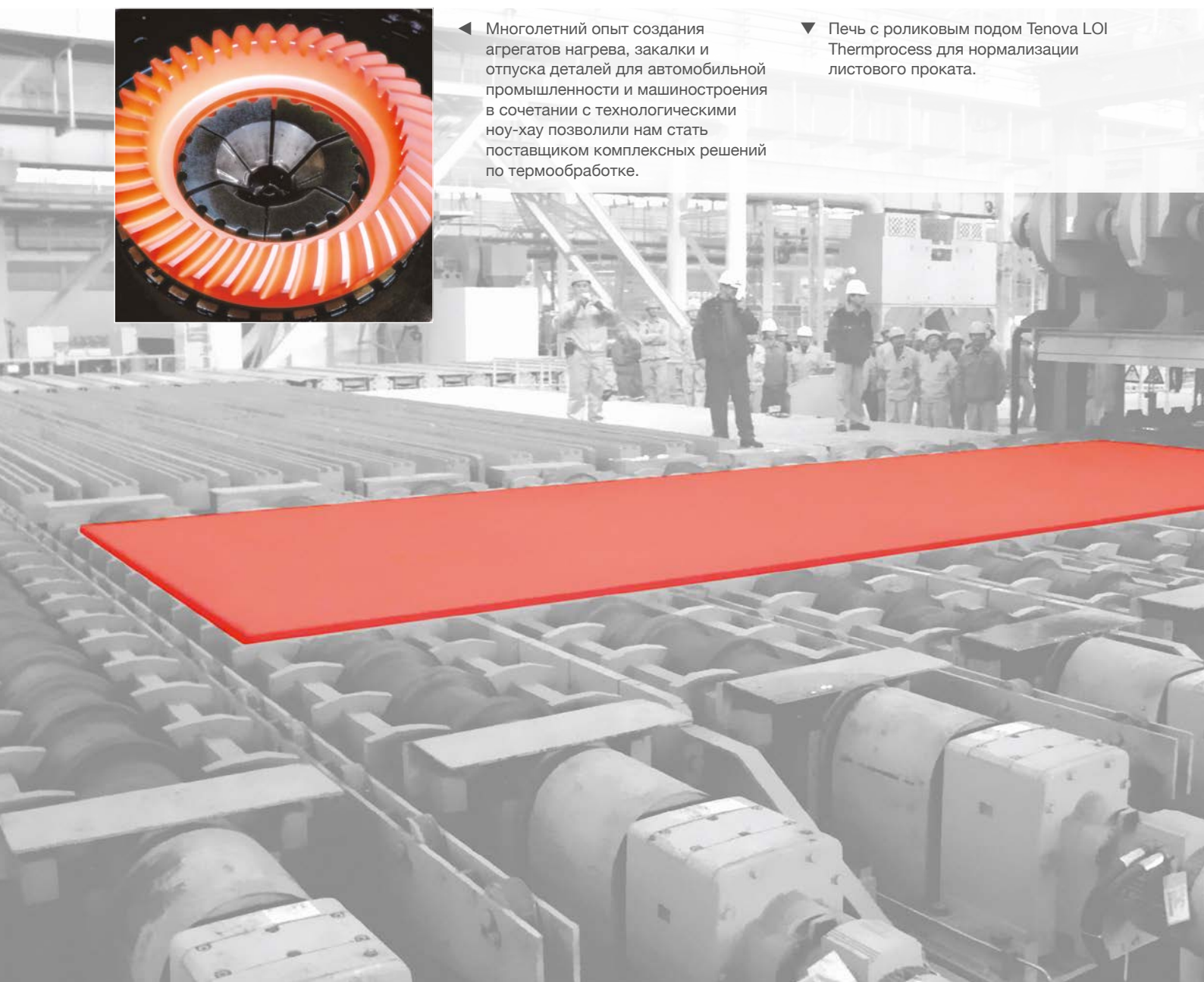
превращениям микроструктуры по диаграммам превращения аустенита;

- равномерность распределения температуры по заготовкам;
- пониженный уровень остаточных напряжений и отсутствие нарушений формы материалов, а также заданное качество поверхности.

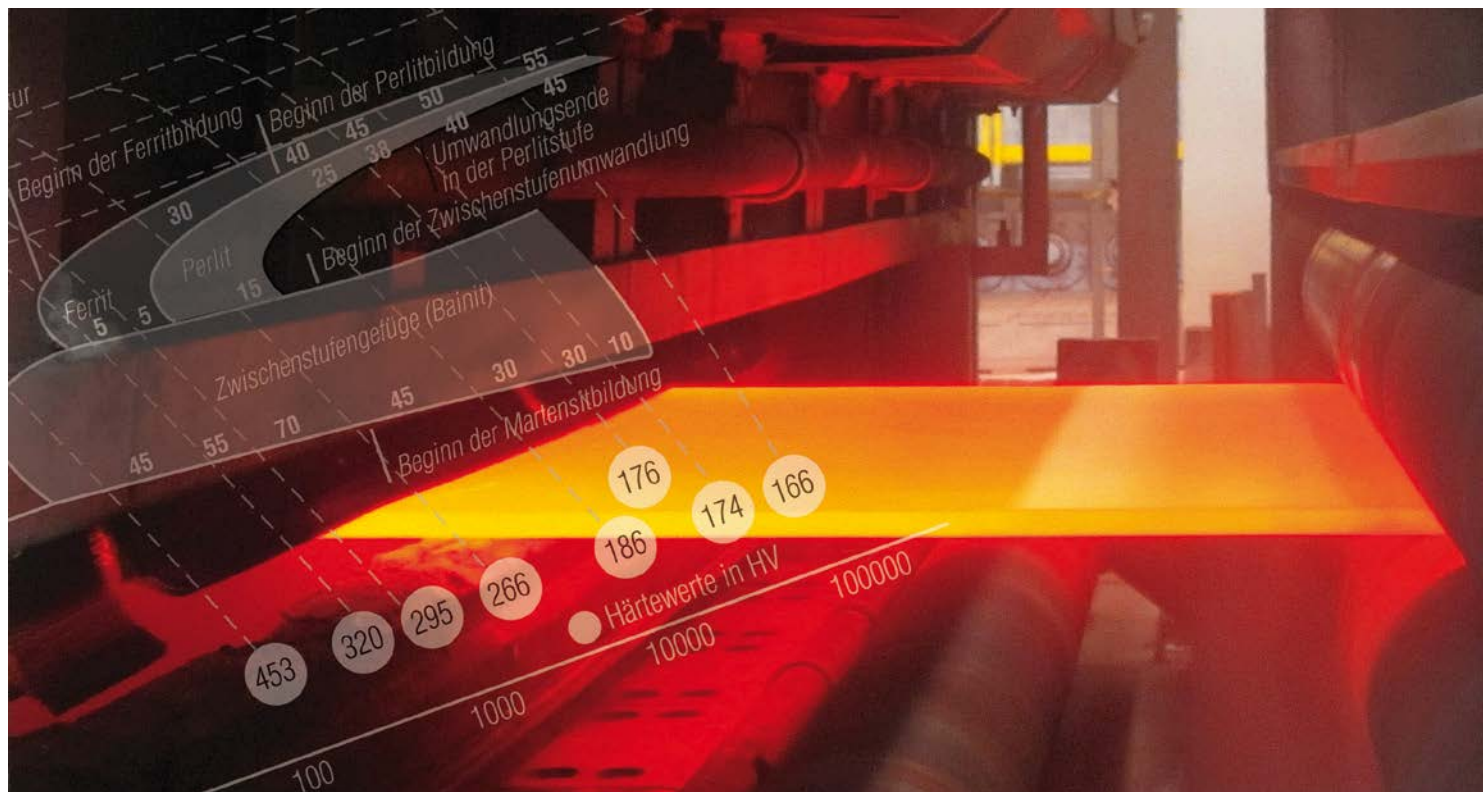


◀ Многолетний опыт создания агрегатов нагрева, закалки и отпуска деталей для автомобильной промышленности и машиностроения в сочетании с технологическими ноу-хау позволили нам стать поставщиком комплексных решений по термообработке.

▼ Печь с роликовым подом Tenova LOI Thermprocess для нормализации листового проката.



Закалка и отпуск толстолистного проката (Q&T)



ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ

Множество реализованных проектов

С 1990-х годов Tenova LOI Thermprocess занимает в данном сегменте лидирующие позиции, о чем свидетельствуют более 30 агрегатов закалки и более 50 печей, введенных в эксплуатацию по всему миру.

Возможность производства листового проката шириной до 4,9 м, толщиной от 2 до 150 мм и более и длиной до 25 м.

Линии термоупрочнения, нормализации и отпуска Tenova LOI Thermprocess Q&T - идеальное решение как для крупных компаний, так и для мелкосерийного производства.

Поставка комплексных решений

Комплексные технологические ноу-хау, конструктивные решения, автоматизация, математические модели, планирование и монтаж, а также модернизация, обслуживание и иные услуги. Разработанная нами технология закалки и отпуска постоянно дорабатывается и оптимизируется с учетом ужесточающихся требований к безопасности, качеству и универсальности производства листового проката.

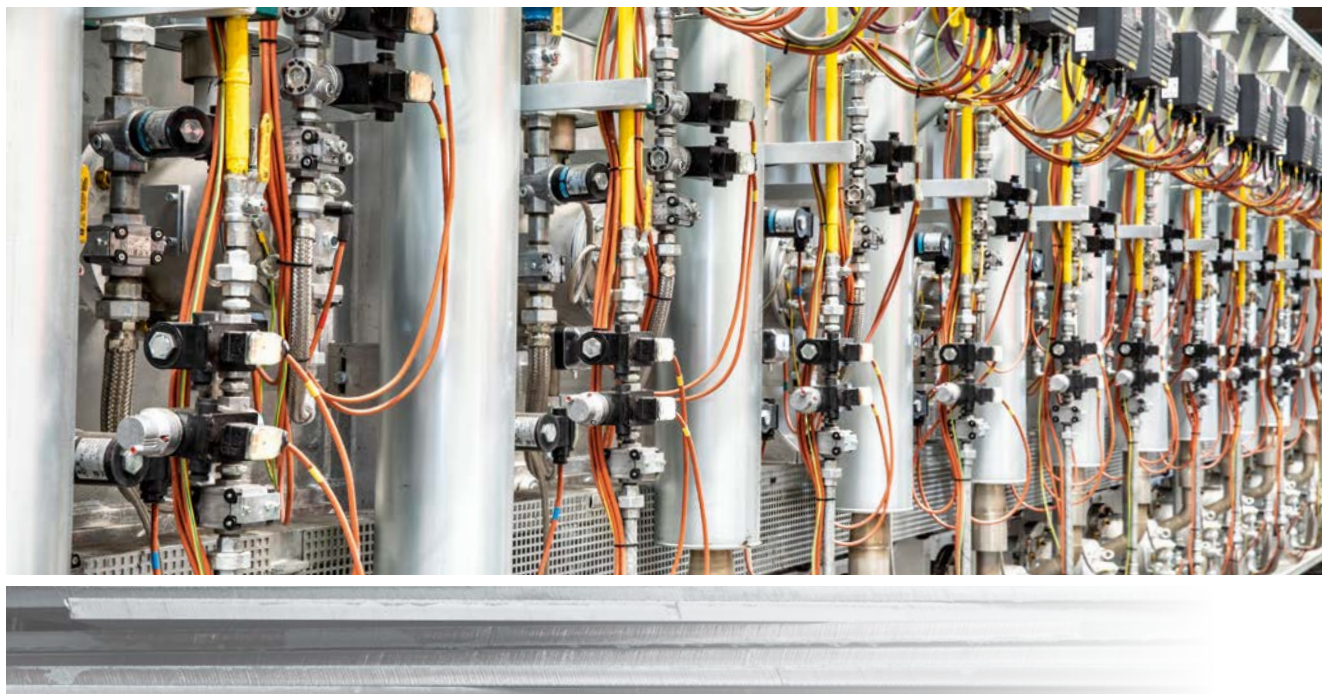
Уникальные, функциональные и интеллектуальные технологии

В числе данных технологий следует отметить iQuench[®] с математической моделью закалки MQM третьего поколения и

▲ Стационарные и непрерывные системы охлаждения, в том числе на базе технологии iQuench[®], обеспечивают требуемые планшетность листа и микроструктуру по диаграммам превращения аустенита за счет математически оптимизированного охлаждения.

моделью планшетности листа PFM, а также технологию закалки интенсивной конвекцией НСТ, обеспечивающие высочайшую надежность производственного процесса.

Печи нормализации с роликовым подом (NF)



ПЕЧИ НОРМАЛИЗАЦИИ

Наши печи нормализации — идеальное дополнение к агрегатам закалки и отпуска в свете растущего спроса на данный вид термообработки. Нормализация — простейший способ влияния на характеристики углеродистых сталей. При термообработке листового проката материал в печи нагревается до температуры нормализации, что ведет к полному переходу в раствор углерода, который при комнатной температуре присутствует в металле в форме карбидов.

Печи Tenova LOI оснащаются системами как прямого (горелочные устройства), так и косвенного нагрева (радиантные трубы). Печи нормализации с роликовым подом и косвенным нагревом (NF) оснащены системой защитной атмосферы, обеспечивающей высочайшие достижимые показатели качества. Применение азота препятствует образованию окалины на поверхности металла. При этом за счет высокой скорости посадки и выдачи материала расход азота и потери тепла сведены к минимуму.

- ▲ В наших печах применяются сверхсовременные рекуперативные горелки, отличающиеся высоким КПД сжигания топлива, низким расходом энергоресурсов и пониженным уровнем выбросов двуокси углерода.
- ▼ На фотографии показан типовой агрегат закалки и отпуска листового проката в составе роликовой нагревательной печи, агрегата водяной закалки, а также печей отпуска и нормализации. Агрегаты термообработки LOI Thermprocess разрабатываются в соответствии с постоянно ужесточающимися требованиями заказчиков к безопасности, качеству и универсальности.



Стационарные и непрерывные агрегаты закалики



◀ Высокопроизводительный агрегат непрерывной закалики толстолистного проката.

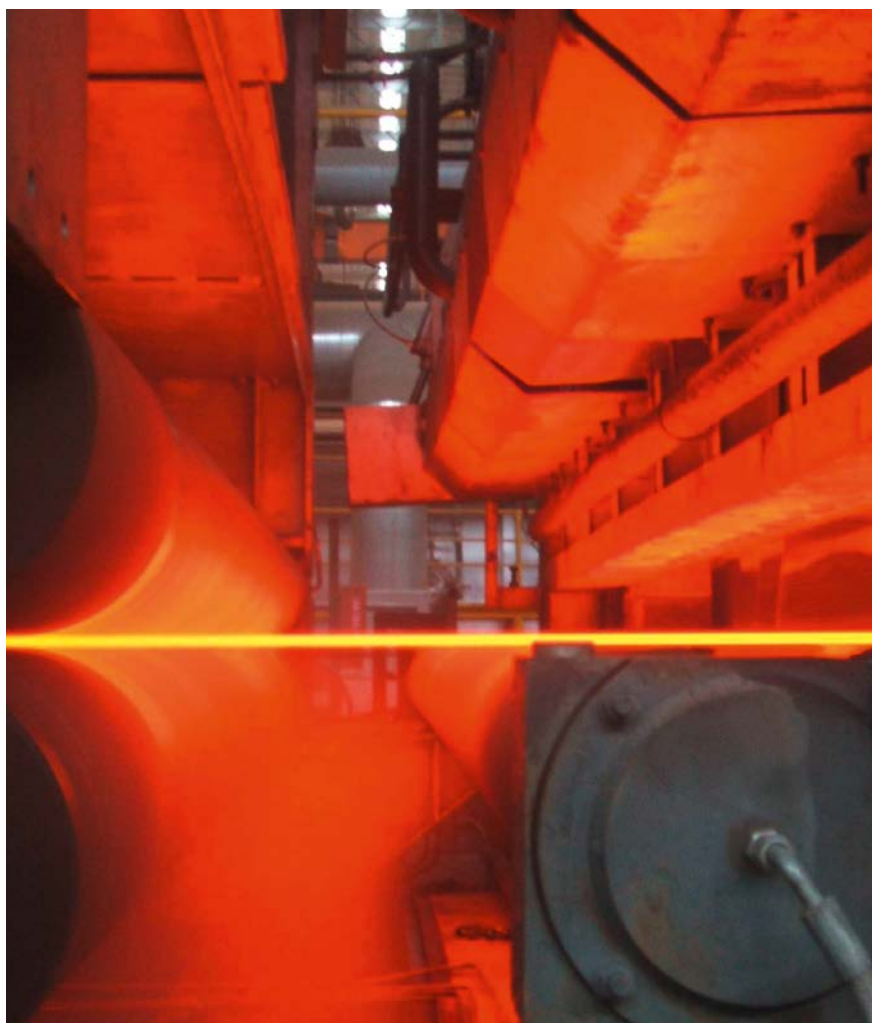
АГРЕГАТ ЗАКАЛКИ

Агрегат закалики — ключевой элемент линии закалики и отпуска листового проката LOI.

Tenova LOI Thermprocess предлагает стационарные (производительность до 10 т/ч) и непрерывные (до 100 т/ч и выше) агрегаты закалики.

Стационарный агрегат способен выполнять закалику одного листа одновременно. Благодаря малой длине установка данного типа может работать, например, совместно с качающимися печами роликового типа LOI, для перемещения листа.

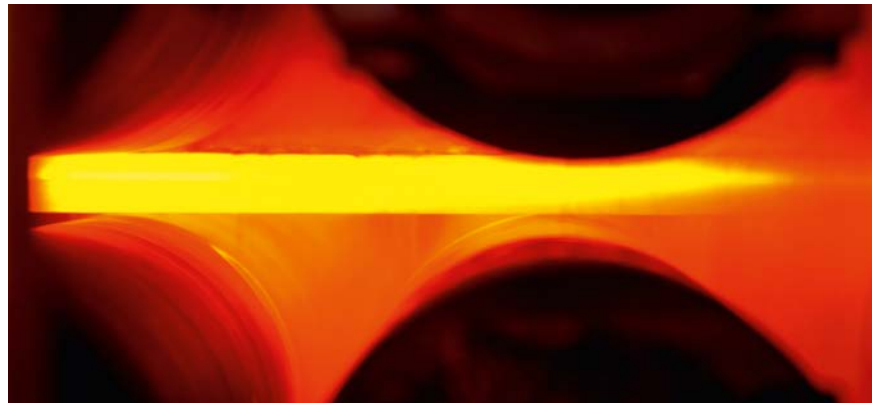
Ключевые преимущества агрегата непрерывной закалики — высокие производительность, воспроизводимость результатов и равномерность охлаждения. Закалка позволяет добиться требуемых механических характеристик металла при значительно меньшем расходе легирующих элементов. Так, индивидуальные режимы охлаждения со скоростью до 200 К/с позволяют получать, сочетать в материале высокие показатели свариваемости, прочности, гибкости и планшетности. Для сталей с пластичностью, обусловленной мартенситным превращением, предусматриваются особые градиенты охлаждения.



iQuench®

iQuench®

Оптимизируемая под индивидуальные задачи технология iQuench® Tenova LOI Thermprocess, в которой сочетаются уникальные мощные математические модели материалов и полная автоматизация процессов, дает возможность вести закалку в полном диапазоне теплопередачи. Последовательно расположенные секции охлаждения оснащены сложной запатентованной системой форсунок, в которой сочетаются устройства щелевого, полнопроходного и плоского типов, а также с полным конусом распыления. Точная регулировка в зависимости от расхода и давления воды, а также расстояние до



материала обеспечивают наилучшие достижимые механические характеристики и планшетность материала. Благодаря динамическому регулированию параметров в режиме реального времени и основанным на

математических моделях процессах охлаждения наши линии закалки и отпуска на базе технологии iQuench® обеспечивают более узкое поле допусков, чем предусмотренное стандартами ASTM.

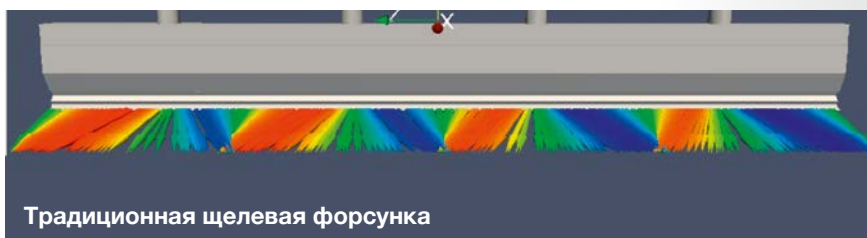


СИСТЕМА ЩЕЛЕВЫХ ФОРСУНОК LOI

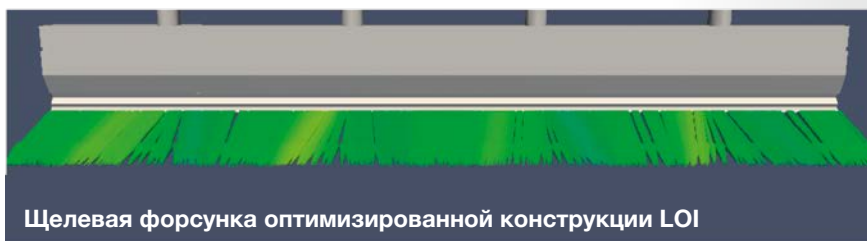
Запатентованная система щелевых форсунок LOI, расположенных по специально конфигурируемой схеме в последовательных секциях охлаждения, обеспечивает равномерный расход по всей ширине материала.

Сочетание высокоточного оборудования и интеллектуальных моделей делает технологию iQuench® настоящим шедевром инженерного искусства.

Параметры системы охлаждения ► автоматически регулируются в режиме реального времени, что гарантирует не только исключительные механические характеристики, но и высокие показатели планшентности, даже на тонколистовом материале.



Традиционная щелевая форсунка

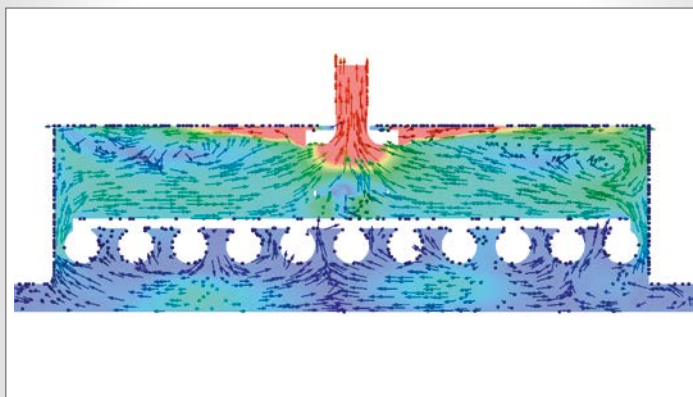


Щелевая форсунка оптимизированной конструкции LOI



Печи отпуски с роликовым подом (TF)

ТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕНСИВНОЙ КОНВЕКЦИИ (НСТ)



В основе технологии НСТ — сочетание горелок прямого нагрева и системы горизонтальной циркуляции, распределяющей смешанную атмосферу отходящих и технологических газов посредством конвекции. Интенсивная конвекция обеспечивает равномерность распределения температуры $\pm 3^\circ\text{K}$ даже при температуре металла 200°C .

температуры, ведь грань между успешной обработкой и браком ничтожно мала.

Печи отпуски с роликовым подом (TF) Tenova LOI Thermprocess воплощают в себе новейшие технологии, которые отличаются малым временем выхода на рабочие режимы и жесткие допуски по температуре. Печи с интенсивной конвекцией (НСТ) рассчитаны на температуру в пределах от 175 до 750°C . Повышенная теплопередача обеспечивает:

- малую продолжительность нагрева;
- исключительную равномерность распределения температуры;
- высокую точность поддержания температуры и малую длину печи без ущерба для производительности.

ПЕЧИ ОТПУСКА

Отпуск углеродистых сталей является завершающим этапом термообработки, который

значительно влияет на итоговые характеристики материала. Наиболее важный фактор на данном этапе — точность регулирования

▼ Линия закалки и отпуска с печами нормализации и отпуска и установкой закалки.



Кольцевые печи



КОЛЬЦЕВЫЕ ПЕЧИ

Tenova LOI Thermprocess - крупнейший в мире поставщик кольцевых печей для различных технологических задач и типоразмеров продукции (диаметр до 67 м). Высокоэффективные системы отходящих газов для специализированных печей, в том числе предназначенных для нагрева поковок, проектируются на основании газодинамических расчетов и лабораторных испытаний.



▲ Кольцевая печь с различными зонами Tenova LOI Thermprocess для газового науглероживания элементов редукторов и закалки/отпуска стали.

ЛИНИИ ТЕРМООБРАБОТКИ ДЛЯ ПОКОВОК

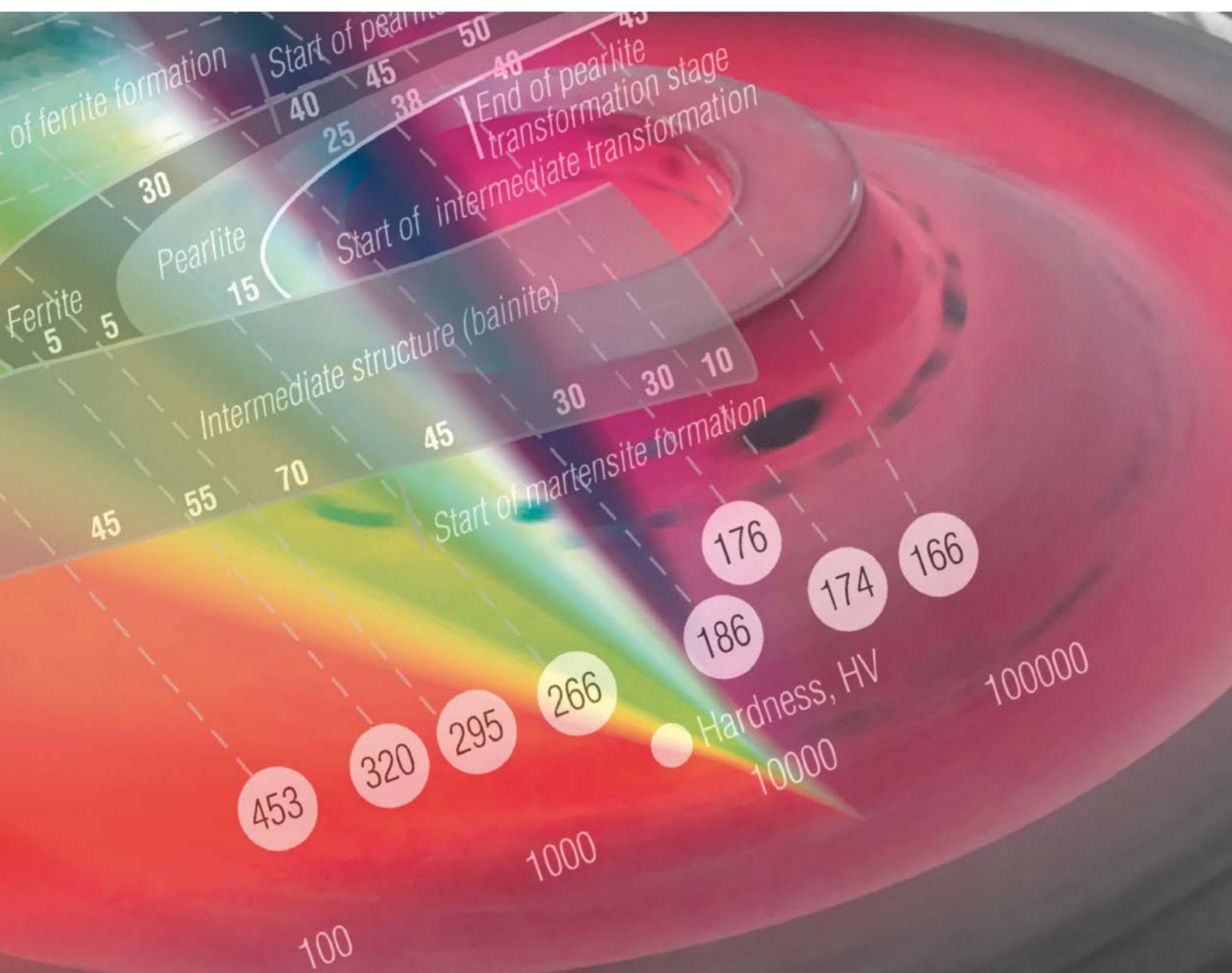
Линии непрерывной термообработки предназначены для улучшения механических характеристик поковок. Они обеспечивают продолжительную и безопасную эксплуатацию готовых изделий, сортамент которых варьируется от железнодорожных колес для скоростного движения до нефтегазовой арматуры. Так как выход из строя даже одного изделия может повлечь за собой катастрофические

последствия, воспроизводимость технологических параметров в узком поле допусков играет важнейшую роль. Tenova LOI Therm-process – это:

- высочайшие воспроизводимые показатели качества, обеспечиваемые ультрасовременной производственной технологией;
- глубокое понимание процессов термообработки и математических моделей,

гарантирующее эффективную штатную эксплуатацию оборудования;

- первоклассное надежное оборудование с большим ресурсом;
 - комплексная визуализация и подробное документирование процессов.
- ▼ Ключ к контролю микроструктуры металла - режим его охлаждения. Состояние металла определяется диаграммами превращения аустенита, подобными представленной ниже.



Линии непрерывной термообработки железнодорожных колес для скоростного движения

Разрабатываемые Tenova LOI высокоавтоматизированные линии термообработки железнодорожных колес для скоростного движения сочетаются со вспомогательными системами перемещения материалов и контроля качества. Конфигурация линий термообработки, габаритные размеры печей и количество установок закалки подбираются

исходя из конкретных потребностей заказчика.

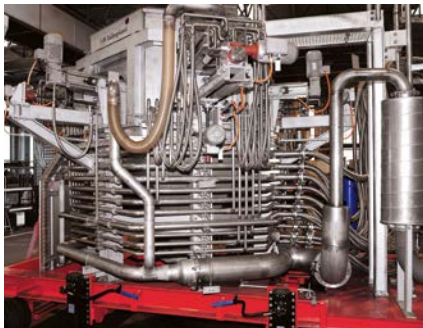
На примере ниже показана одна линия в составе печи аустенизации, двух печей отпуска (суммарной длиной около 100 м) и восьми проходных тележек. Работа линии практически синхронизирована с кузнечным прессом, что

позволяет обеспечивать типовую производительность до 70 колес в час.

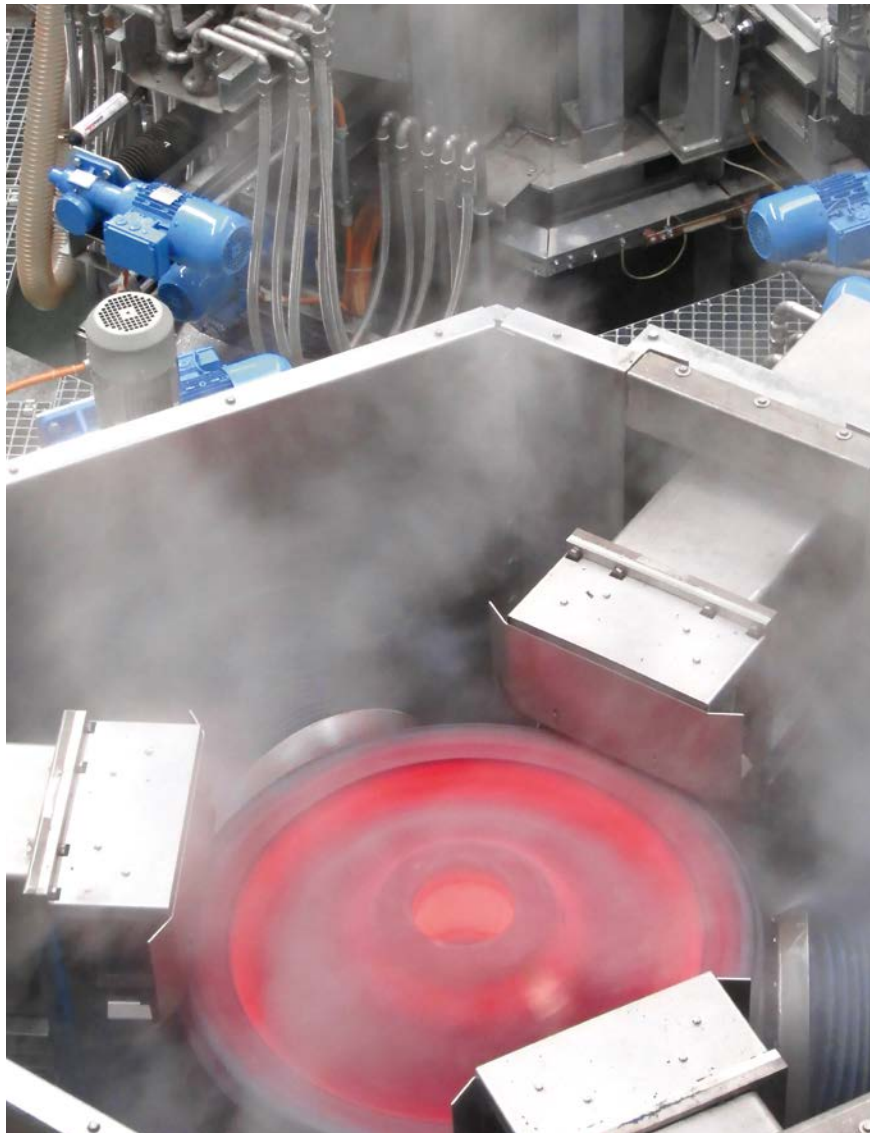
▼ Печи аустенизации/отпуска, проходных тележек и кузнечный пресс в составе одной технологической линии. Габаритные размеры печей и количество проходных тележек подбираются исходя из конкретных потребностей заказчика.



Компактный закалочный стол



Для обеспечения длительного срока эксплуатации кованого колеса необходим сложный процесс закалки с системой специализированных форсунок, подающих воду на поверхность колеса с определенным расходом, значение которого зависит от положения колеса и времени.



ЗАКАЛОЧНЫЙ СТОЛ

Залог длительного срока эксплуатации железнодорожного колеса - мелкозернистая перлитная структура на определенную глубину контактирующей с рельсом поверхностью.

Чтобы ее добиться, необходим сложный процесс закалки с системой специализированных форсунок, подающих воду на поверхность колеса с определенным расходом, значение которого зависит от положения колеса и времени. Компактные

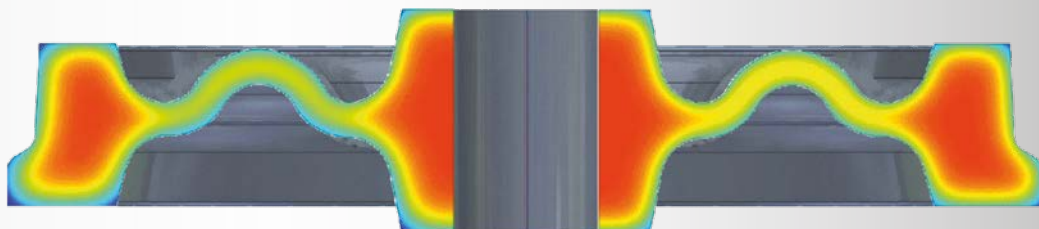
закалочные столы отличаются высокой универсальностью и адаптируемостью

к требуемым характеристикам колес в широком диапазоне.

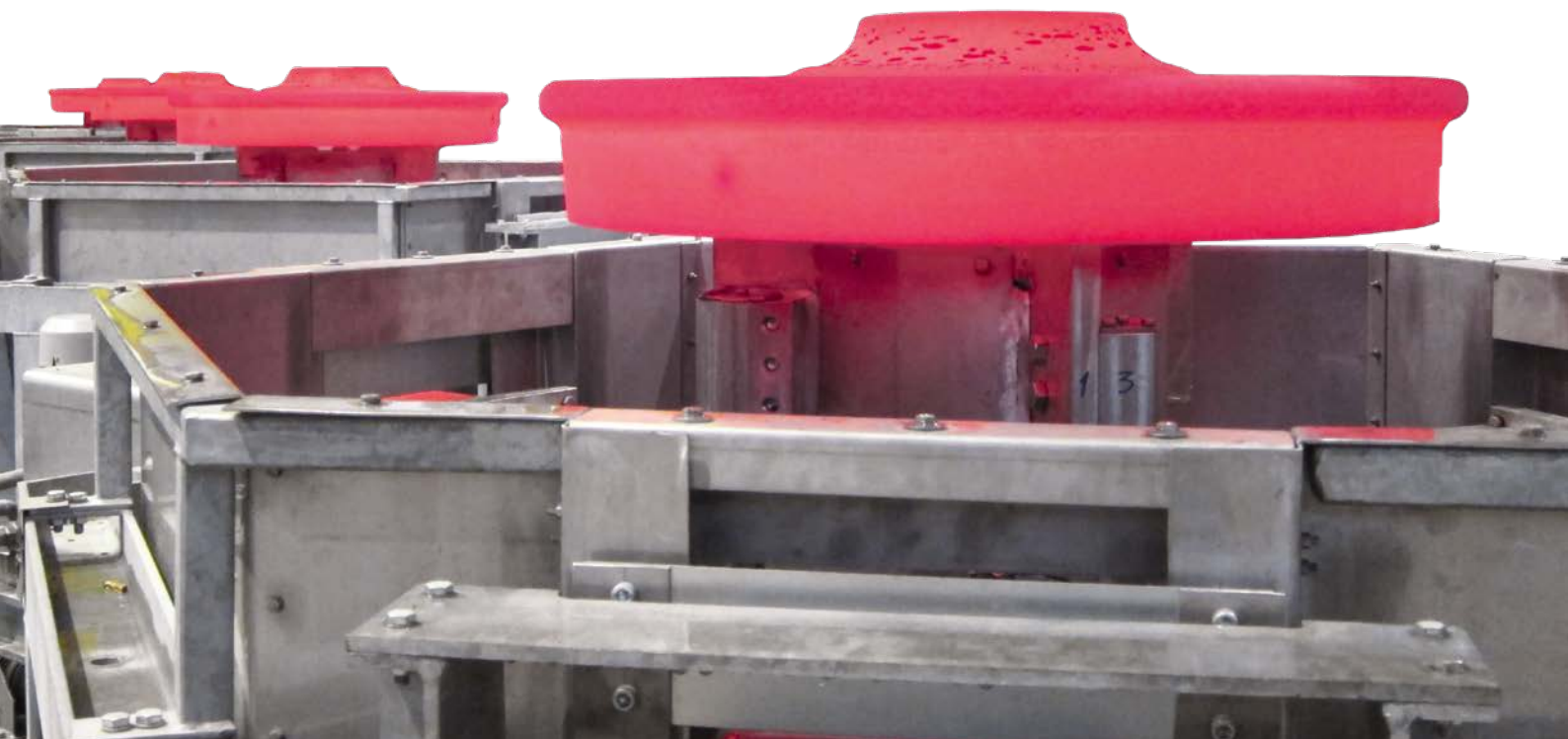
ПРОЦЕСС ЗАКАЛКИ

Залог длительного срока эксплуатации железнодорожного колеса – мелкозернистая перлитная структура на определенную глубину контактирующей с

рельсом поверхностью. Применяемая математическая модель адаптирует процесс закалки к конкретному типу колес.



Закалка – принципиальные решения



▲ Полная автоматизация обеспечивает
▼ высокую стабильность
технологического процесса и
максимальное задействование
производственных мощностей.

Линии непрерывной термообработки железнодорожных колес для скоростного движения Tenova LOI отличаются высокой степенью автоматизации. Перемещение проходящих обработку колес полностью автоматизировано и управляется АСУ ТП, объединяющей несколько

ПЛК (программируемых логических контроллеров) технологического и транспортного назначения. Комплексная визуализация и широкий спектр функций документирования – от отображения уставок до отслеживания фактической температуры металла и контроля

посада металла – обеспечивают полный оперативный контроль над технологическим процессом. Мы гарантируем исключительную равномерность термообработки, превосходящую требования всех международных стандартов (например, EN 13262).

Математическая модель закалки MQM для железнодорожных колес и толстолистового проката

ЦИФРОВОЕ РЕШЕНИЕ

На многих ручных и полуавтоматических агрегатах результаты закалки до сих пор определяются квалификацией персонала. Разработка так называемых технологических «рецептов» (режимов) для новой продукции и этапа пуска производства позволяет значительно сократить потери времени и материала. Другим существенным вспомогательным фактором являются индивидуальные расчетные модели. Однако преобразование технологических параметров в технологические режимы все еще ведется методом проб и ошибок.

Tenova LOI Thermprocess предлагает цифровое решение этой задачи - математическую модель закалки (MQM). Расчет параметров закалки по заданным алгоритмам обеспечивает полное соответствие предъявляемым требованиям. Все параметры оборудования рассчитываются компьютерной системой. Для приведения технологических параметров, определяемых математическими и физическими расчетами, к параметрам оборудования в модели

применяется соответствующая агрегату обширная база технологических данных. При этом весь процесс происходит без какого-либо вмешательства человека. Другими словами, интеллектуальная модель закалки MQM позволяет эксплуатировать оборудование в полностью автоматическом режиме.

МОДЕЛЬ MQM ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ

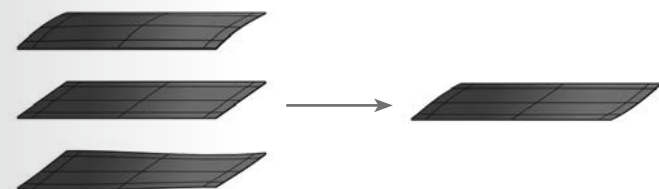
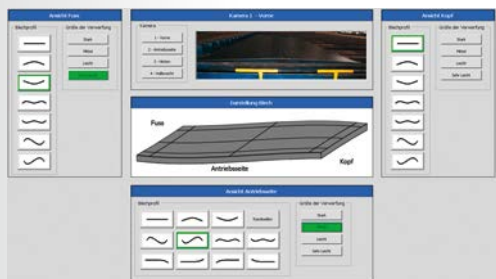
- Расчет и имитационное моделирование технологических

режимов, микроструктуры и механических характеристик

- Моделирование и оптимизация процесса закалки
- Динамическое регулирование параметров для повышения однородности механических характеристик (твердости, относительного удлинения и т. д.) на основе расчетных структур (мартенситной, бейнитной и/или ферритно-перлитной)

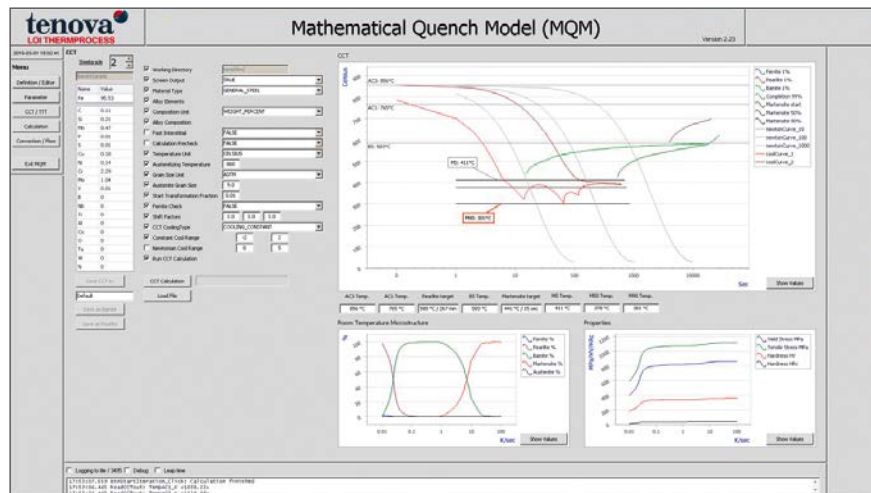


МОДЕЛЬ ПЛАНШЕТНОСТИ PFM



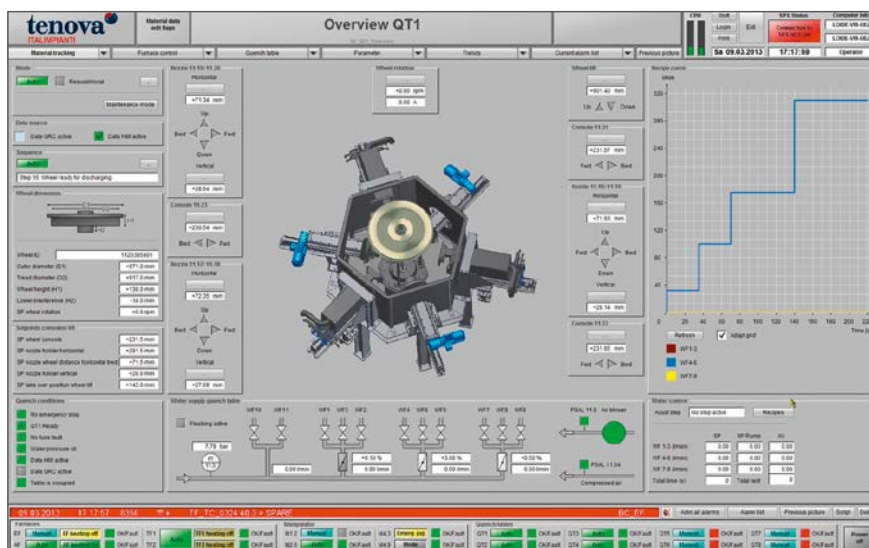
Модель PFM определяет технологические режимы по результатам оптической оценки планшетности листового проката

- Оптическая оценка материала с разных углов
- Оценка отклонения от планшетности при помощи интуитивно простого диалогового окна
- Встроенные системы камер
- Корректирующие мероприятия с учетом вида и размера дефекта
- Формирование новых технологических режимов на основе:
 - базовых настроек
 - эмпирических результатов расчета самообучающегося в процессе работы алгоритма.



Исходными данными для модели MQM являются требуемые характеристики готовой продукции. Расчет параметров заковки выполняется на основе геометрических характеристик и состава материала. Прежде всего, модель рассчитывает кривую заковки. Далее, на основании теплопередачи, обеспечиваемой форсунками в различных режимах расхода и давления, модель для каждой форсунки определяет идеальные параметры, обеспечивающие расчетную кривую заковки.

- ▲ Математическая модель заковки (MQM) — диаграмма превращения аустенита и итоговые механические характеристики.
- ЧМИ с технологическими режимами, разработанными моделью MQM.



БАЗА ДАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ QRC

QRC – база данных технологических режимов автоматической заковки

- Непосредственное взаимодействие с АСУ ТП
- Администрирование технологических режимов
- Архив термообработки
- Графики
- Модель планшетности

- Сервер/клиент
- Различные БД
 - Oracle®
 - Сервер Microsoft® SQL
 - БД Maria

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПЕЧИ MFM

MFM – модель, взаимодействующая с АСУ ТП в режиме реального времени

- Определение параметров нагрева и регулирования системы нагрева

- Определение оптимальной температуры в секциях печи с учетом заданной скорости
- Регулирование без обратной связи, обеспечивающее быстрый выход на идеальную температуру при значительной экономии топлива

Удобство управления аудитом

AMS 2750 E/CQI-9 В МОБИЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ

Согласно действующим стандартам агрегаты термообработки продукции для автомобильной и авиационной промышленности подлежат непрерывному аудиту. Эти стандарты в основном относятся к средствам измерения точности системы и равномерности распределения температуры. Компанией LOI разработано комплексное программное обеспечение для непрерывного аудита по AMS2750E и CQI-9, исключающее бюрократические сложности. Оно позволяет проводить аудит по месту, заменяя бумажный документооборот на мобильные устройства (панели или планшеты). Средства измерения Tenova LOI Thermprocess дают возможность проводить аудит и формировать соответствующую отчетность в ходе производства силами всего лишь одного контролера.

НАШИ ОСОБЕННОСТИ – ВАШИ ПРЕИМУЩЕСТВА:

- Возможность аудита системы на точность измерений в штатном режиме производства
- Электронный документооборот по AMS 2750 E/CQI-9
- Регистрация результатов измерений и контроля по месту



- при помощи удобных мобильных панелей или планшетов
- Удобная система управления процессом и результатами аудита на основе ПК
- Простота планирования аудита
- Возможность настройки параметров под конкретное производство
- Удобное управление параметрами термопар (тип, поставщик, параметры интерполяции и т. д.)
- Удобное управление параметрами других средств измерения (тип, поставщик, калибровочные значения и т. д.)
- Испытания системы на точность измерений

- Определение равномерности распределения температуры и формирование отчетов
- Непосредственный учет данных регистраторов в процедуре определения равномерности распределения температуры

Tenova LOI Thermprocess оказывает заказчикам широкий спектр услуг по консультированию и сопровождению производства при внедрении и освоении процедур аудита.

- ▼ Оперативный ввод данных при помощи мобильной сенсорной панели.



УСЛУГИ И ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ



Tenova LOI Thermprocess воплотила свой обширный опыт в широком спектре услуг, предоставляемых в любое время и в любом месте. Благодаря глобальному присутствию Tenova наши специалисты по обслуживанию и модернизации всегда рядом с вами.



УСЛУГИ

Мы предлагаем индивидуальные программы технического обслуживания, регулярного обновления технологических процессов, производственного аудита и обучения персонала.

ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ

Мы можем доставить требуемые запасные части в кратчайший срок (до суток). По требованию заказчика возможна разработка онлайн-каталога нового и старого оборудования, который упрощает определение требуемых частей и существенно ускоряет процесс поставок.

ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ

Высококвалифицированные специалисты проводят техническое обслуживание и ремонт как АСУ ТП (в том числе математических моделей), так и механического и электрического оборудования, огнеупоров, горелочных устройств, систем нагрева и охлаждения, контроллеров и средств автоматизации.

УДАЛЕННАЯ ПОДДЕРЖКА И СОПРОВОЖДЕНИЕ

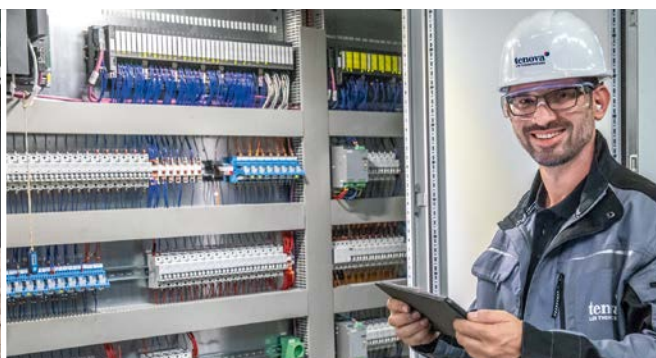
Диагностика АСУ ТП и подключенных к сети агрегатов также может выполняться дистанционно.

РЕКОНСТРУКЦИЯ И МОДЕРНИЗАЦИЯ

Специализированные решения позволяют вывести производительность и эффективность существующего оборудования на максимальный возможный уровень при обеспечении требований безопасности и экологичности производства.

КОНСАЛТИНГ

Технологи, наладчики и инженеры АСУ ТП всегда готовы оказать содействие как удаленно, так и с выездом к заказчику.



LOI Thermprocess GmbH
Schifferstrasse 80
Duisburg
47059 - Германия
Тел. +49 203 80398-900
Факс +49 203 80398-901
loi@tenova.com

**Tenova LOI Thermprocess –
Польша**
LOI Poland Sp. z o.o.
ul. Zagórska 79
Tarnowskie Góry
42-680 - Польша
Тел. +48 32 284 1639
Факс +48 32 284 2223
loi@tenova.com

**Tenova LOI Thermprocess –
Тяньцзинь**
**Tenova Technologies
(Tianjin) Co., Ltd.**
2nd Floor - Tower B,
Keyuan Keji
Development Centre No. 8,
Keyuan East Road Tianjin
Hi-Tech Industry Park
Tianjin, 300192 - Китай
Тел. +86 22 87 890 588
Факс +86 22 87 892 018
loitj@tenova.com

**Tenova LOI Thermprocess –
Москва**
ООО «Тенова Ист Юроп»
Ул. Грузинский вал,
дом 10, строение 4
123557 Москва
Российская Федерация
Тел. +7 495 995 95 08
Факс +7 495 995 95 08-619
loi-moscow@tenova.com

**Tenova LOI Thermprocess –
Индия**
Tenova India Pvt. Ltd.
A Wing, 5th Floor
iThink Techno Campus
Pokhran Road No. 2
Thane (West)
Thane, Maharashtra 400601
Индия
Тел. +91 22 6248 9700
tenova.in@tenova.com

**Tenova LOI Thermprocess –
США**
Tenova Inc.
Cherrington Corporate Center -
Corporate Center Drive 100
Coraopolis
PA 15108-3185 - США
Тел. +1 412 262 2240
Факс +1 412 262 2055
tenova.usa@tenova.com



www.tenova.com



www.loi.tenova.com