

Отчет за 1-й год обучения в докторантуре

Тема работы: «Разработка научных
основ проектирования технологических
процессов производства сталей,
склонных к трещинообразованию»

Докторант, ассистент каф. ТИМ, к.т.н.
Мишин Василий Викторович

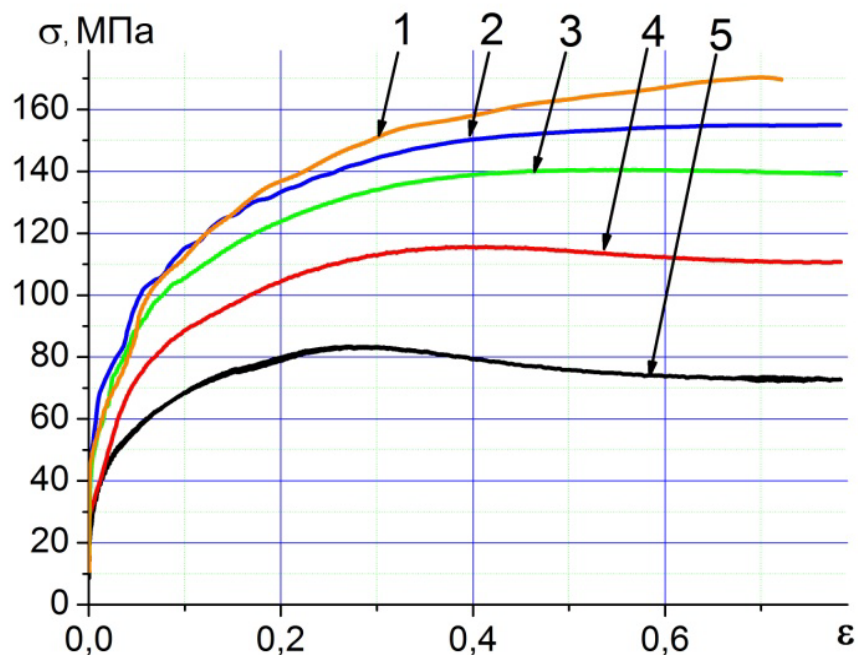
Задачи 1-го года обучения:

1. Разработка комплексного подхода оценки разрушения металлов при пластической деформации на основе методов математического и физического моделирования
2. Разработка методики определения предельных значений критериев разрушения исходя из значений пластичности металла. Оценка разрушения металлов при пластической и термической обработке с помощью критериев разрушения.
3. Практическая реализация предлагаемого подхода при различных технологических процессах

Разработка комплексного подхода оценки разрушения металлов при пластической деформации на основе методов математического и физического моделирования

Особенности предлагаемого подхода

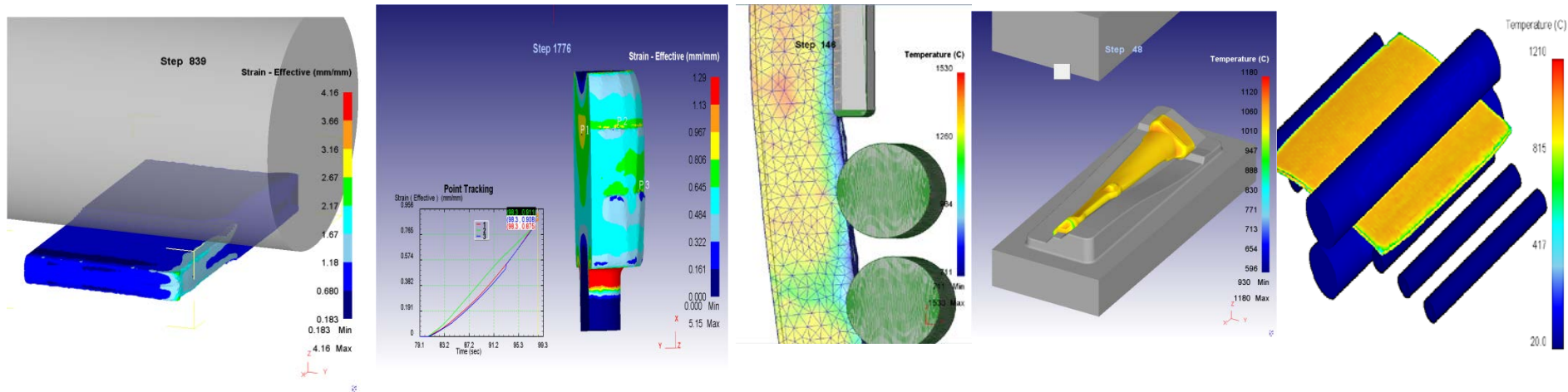
1. Получение информации о свойствах исследуемого материала с учетом истории обработки. Проведение испытаний на комплексе Gleeble-3800 с целью определения реологических уравнений $\sigma = f(T, \epsilon, \dot{\epsilon})$



Разработка комплексного подхода оценки разрушения металлов при пластической деформации на основе методов математического и физического моделирования

Особенности предлагаемого подхода

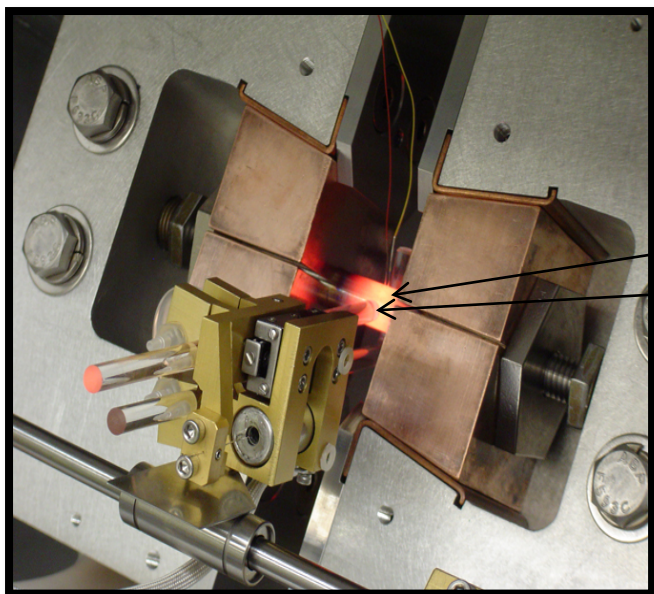
2. Моделирование и решение задачи в пакете Deform с учетом особенностей технологического процесса. Получение данных о НДС и полях температур в исследуемой области заготовки, необходимых для проведения физического моделирования на комплексе Gleeble-3800



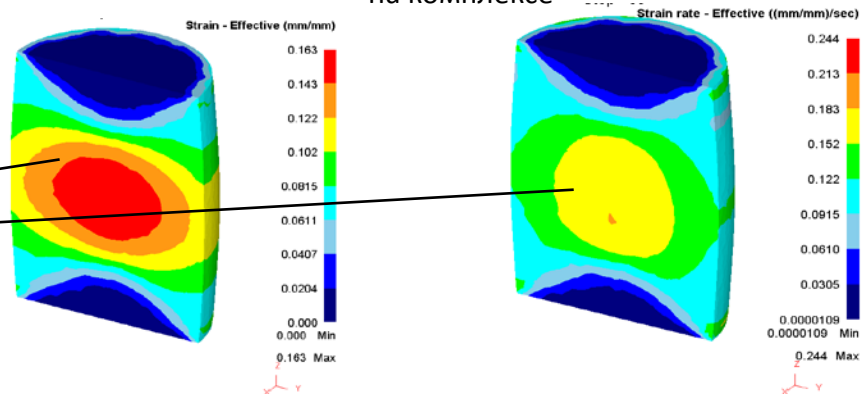
Разработка комплексного подхода оценки разрушения металлов при пластической деформации на основе методов математического и физического моделирования

Особенности предлагаемого подхода

3. Физическое моделирование условий процесса на комплексе Gleeble-3800 с учетом данных, полученных при компьютерном моделировании. Определение пластичности материала



Обеспечение заданных значений интенсивности деформаций и скоростей деформаций в рабочей зоне образца при испытаниях на комплексе



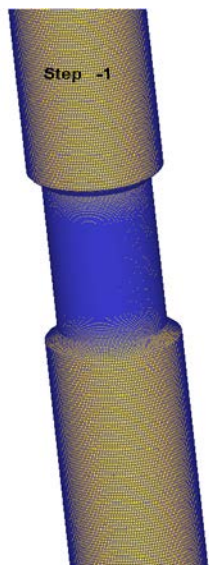
Растяжение образца до разрушения



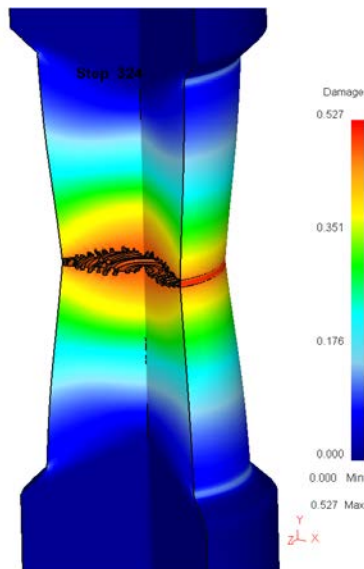
Оценка разрушения металлов при пластической и термической обработке с помощью критериев разрушения. Разработка методики определения предельных значений критериев разрушения исходя из значений пластичности металла

Методика определения предельных значений критерия разрушения Кокрофта-Латама (Cockroft-Latham)

$$C_{\text{К-Л}} = \int_0^{\varepsilon_i} \frac{\sigma_1}{\sigma_i} d\varepsilon \geq C_{\text{К-Л}}^{\text{пред}}$$



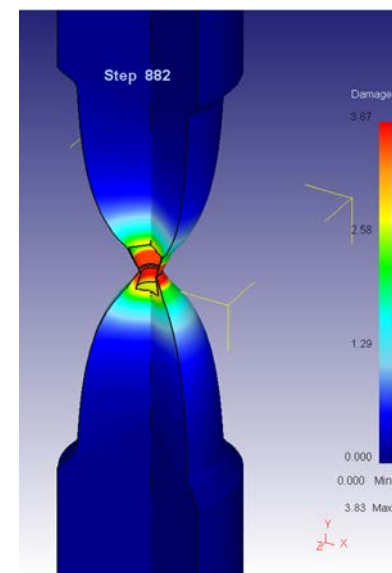
Пластичность
 $\psi=0,29$



$C_{\text{К-Л}}^{\text{пред}} = 0,5$



Пластичность
 $\psi=0,98$

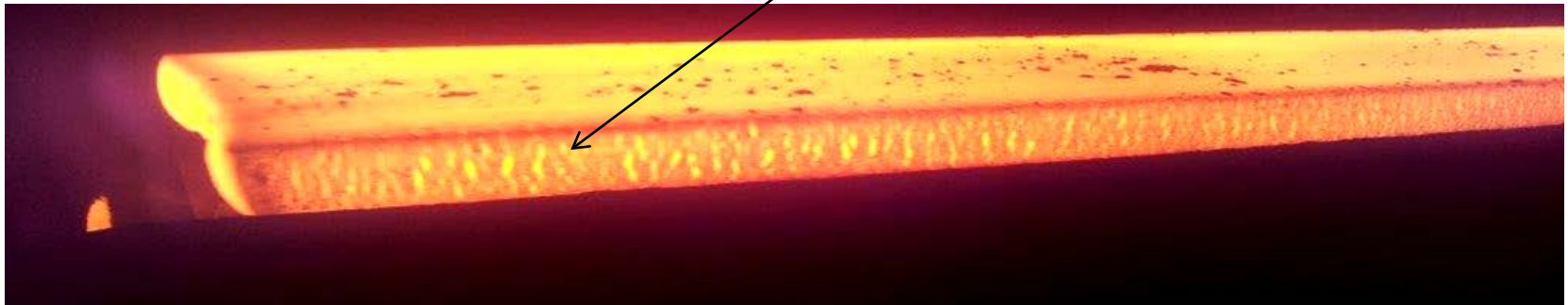


$C_{\text{К-Л}}^{\text{пред}} = 3,8$

Примеры реализации предложенного подхода

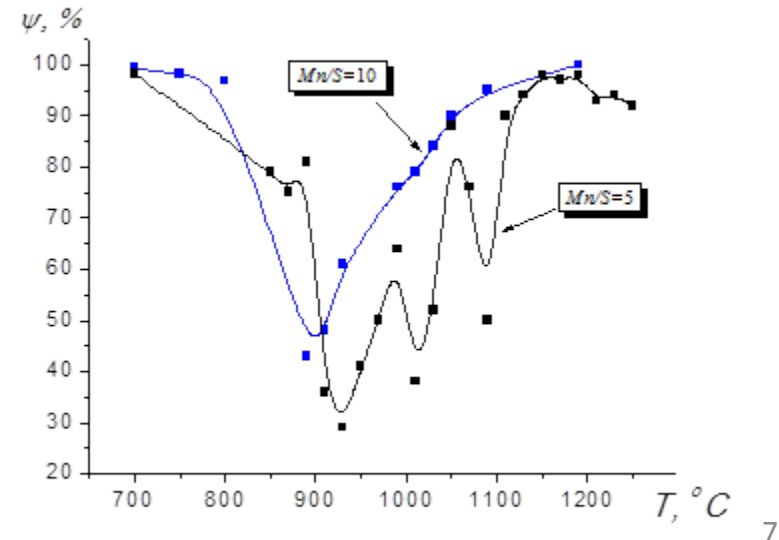
РАЗРАБОТКА НЕРАЗРУШАЮЩИХ РЕЖИМОВ ПРОКАТКИ СТАЛИ 08ПС С НИЗКИМ СООТНОШЕНИЕМ Mn/S НА СТАНЕ 2000

Характер разрушения стали 08пс с соотношением Mn/S=3.5-5 при прокатке



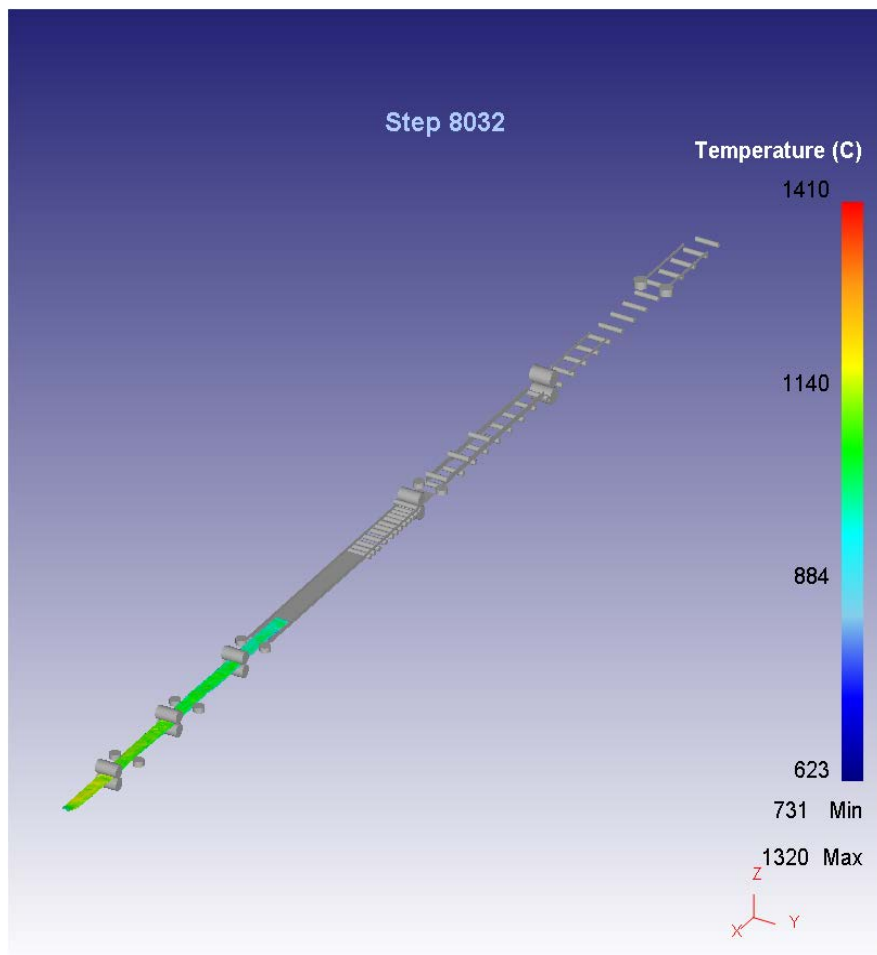
Основная причина образования трещин

Прокатка кромочной области раската в температурном интервале провала пластичности стали

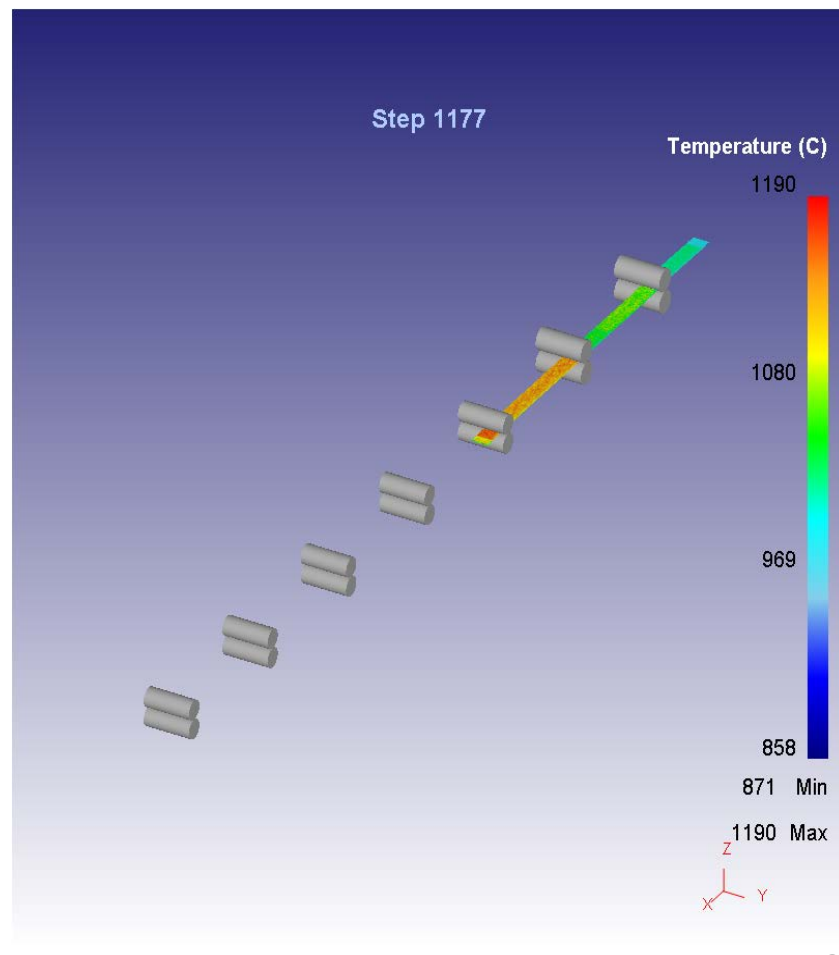


Создание компьютерной модели прокатки на стане 2000 в пакете Deform-3D

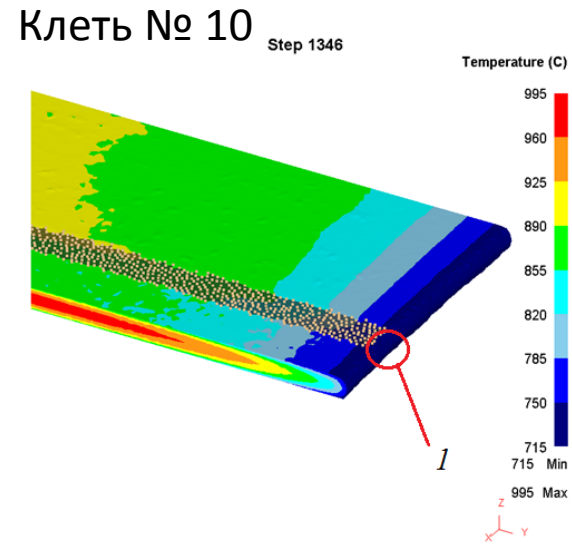
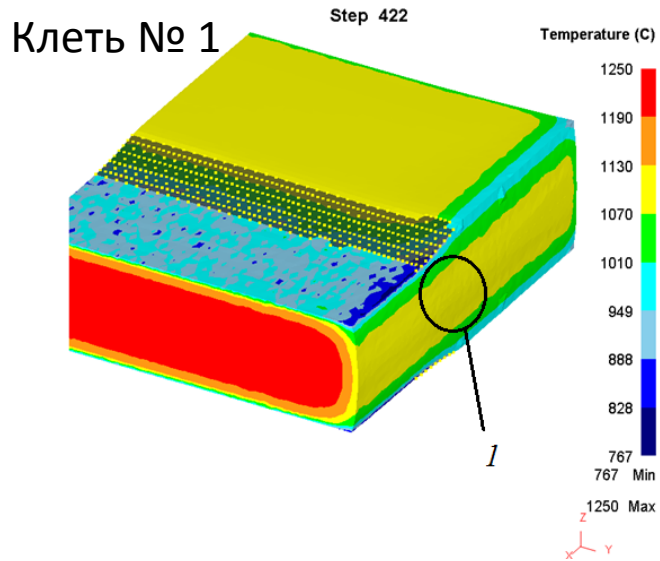
Модель черновой группы клеток стана



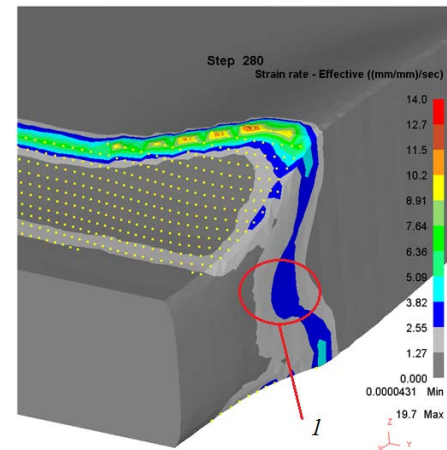
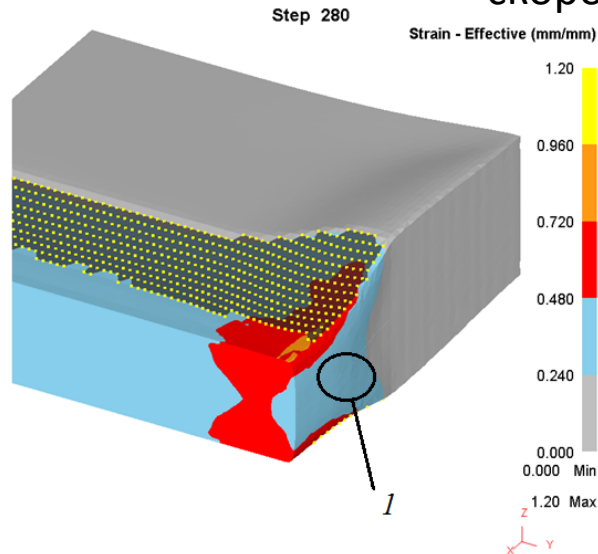
Модель чистовой группы клеток стана



Распределение температуры по объему металла при прокатке в черновой и чистовой группе клетей



Поля распределения интенсивности деформаций и интенсивности скоростей деформаций



1 – исследуемая область раската

Определение пластичности стали 08пс перед каждой из клеток черновой и чистовой группы при различных штатных режимах прокатки

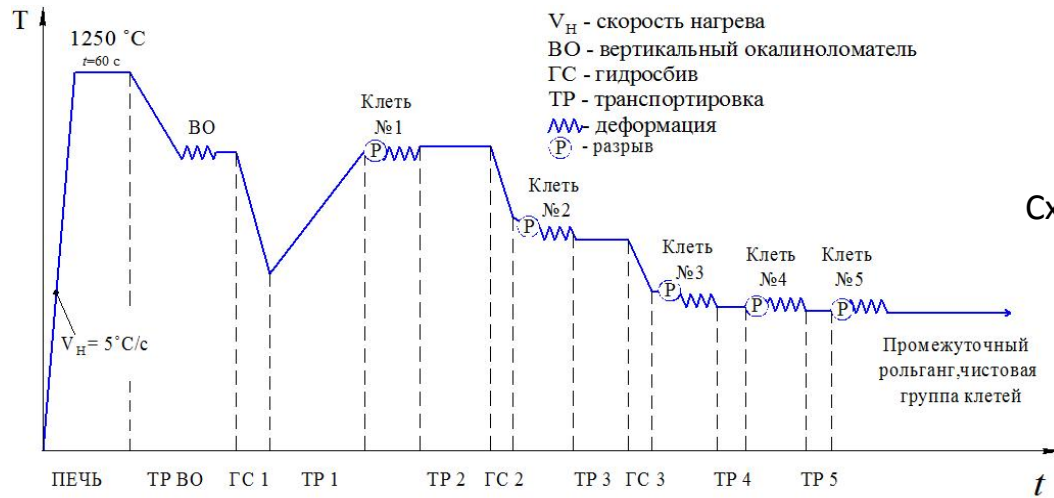
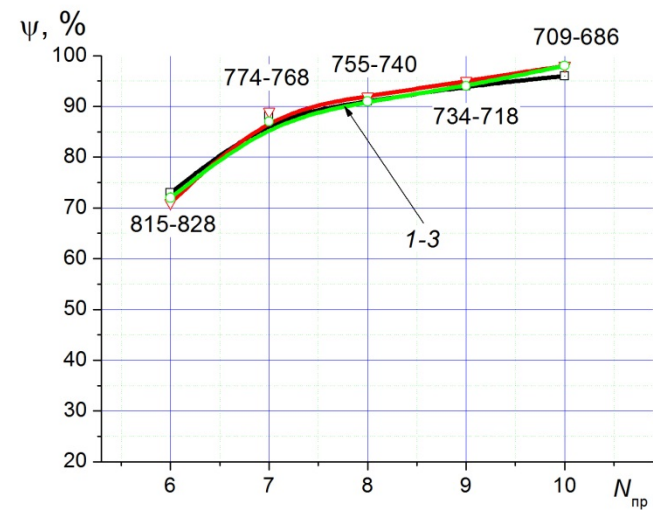
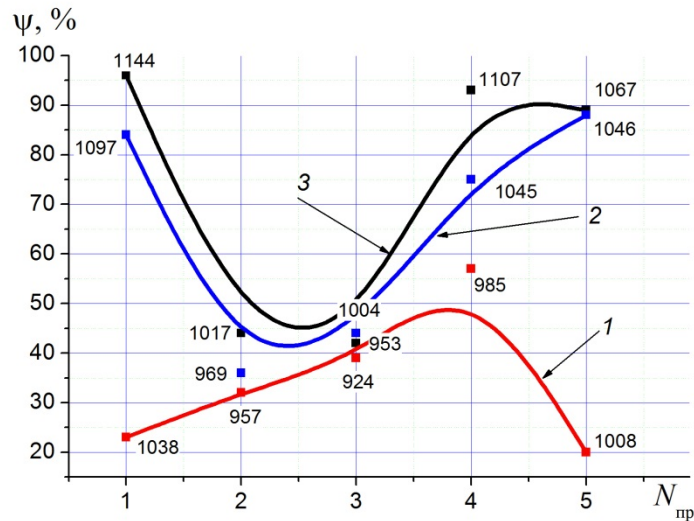


Схема проведения эксперимента на комплексе Gleeble-3800



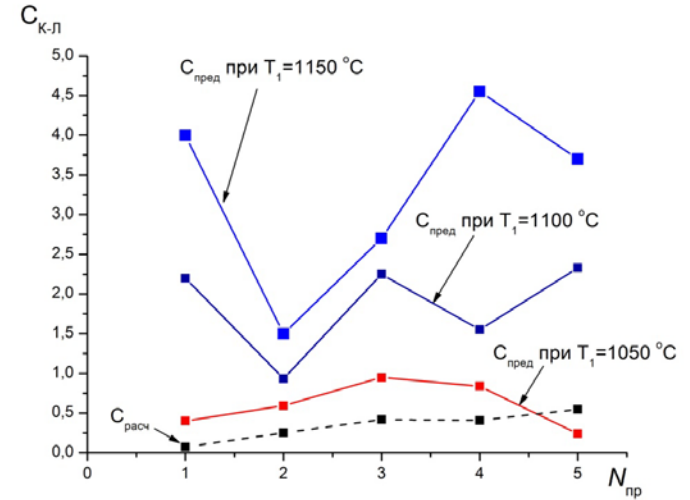
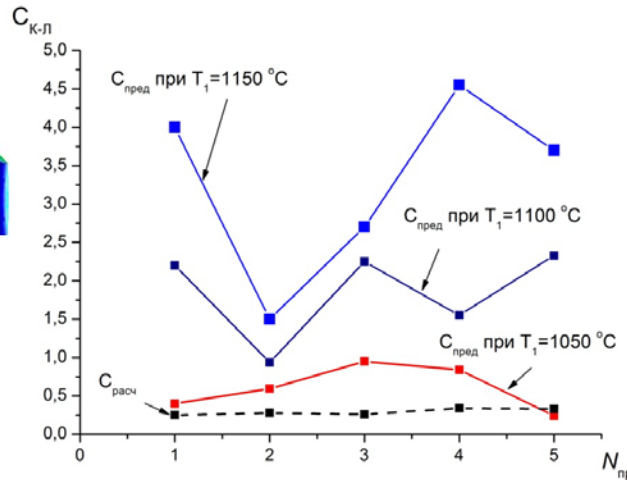
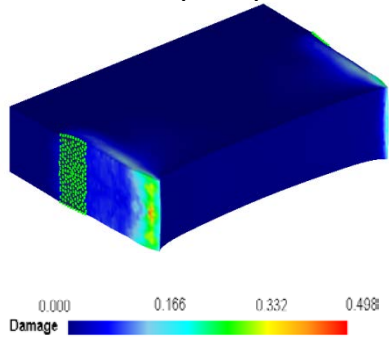
Рассмотренные режимы прокатки:

1 – «нижний» режим; 2 – «средний» режим; 3 – «верхний» режим

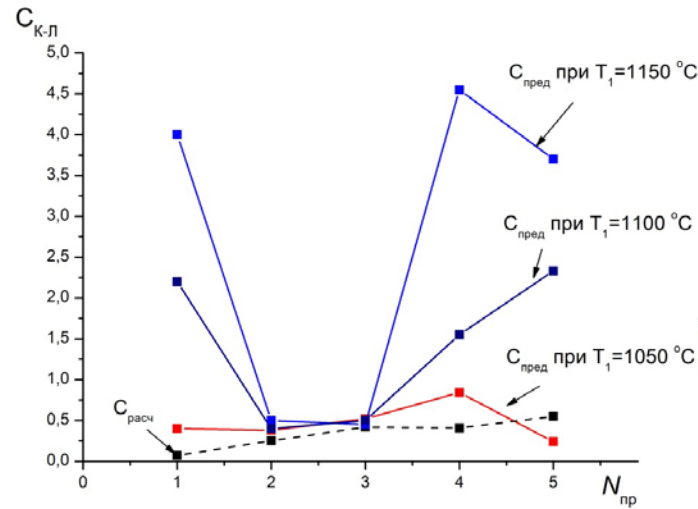
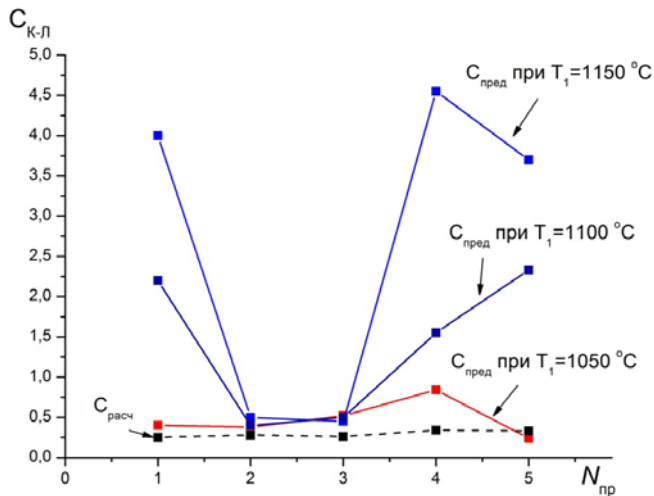
Расчетные и предельные значения критерия Кокрофта-Латама при прокатке

Средние режимах работы ГСБ №2 и ГСБ №3

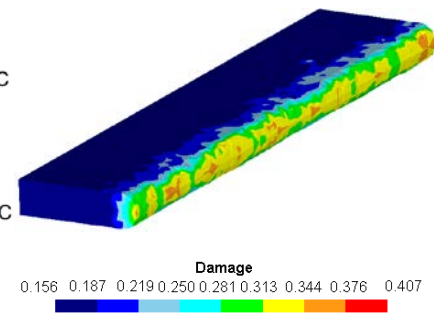
Поля расчетных значений критерия



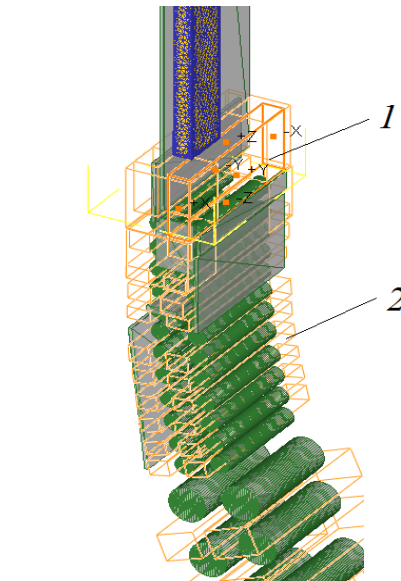
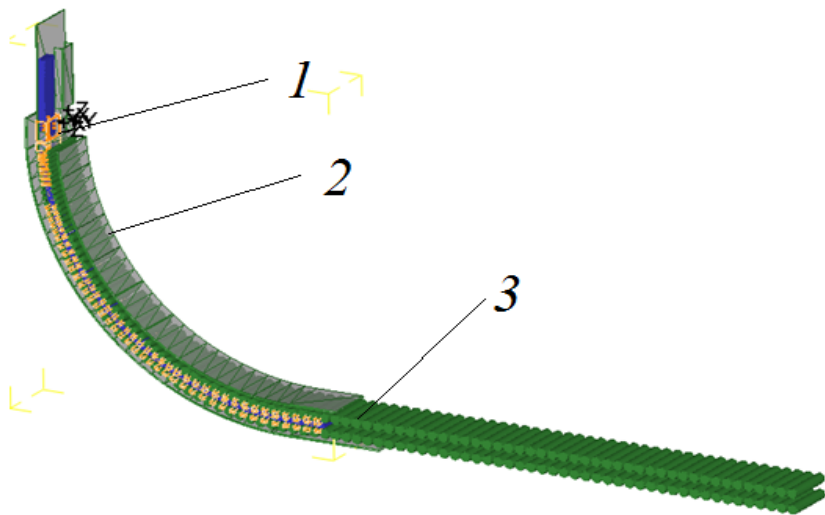
Максимальные режимы работы ГСБ №2 и ГСБ №3



Поля расчетных значений критерия

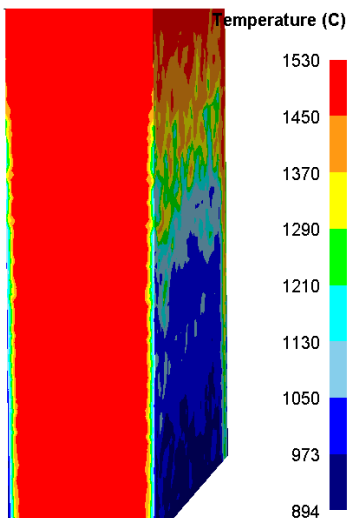


Разработка неразрушающих режимов разливки стали на МНЛЗ

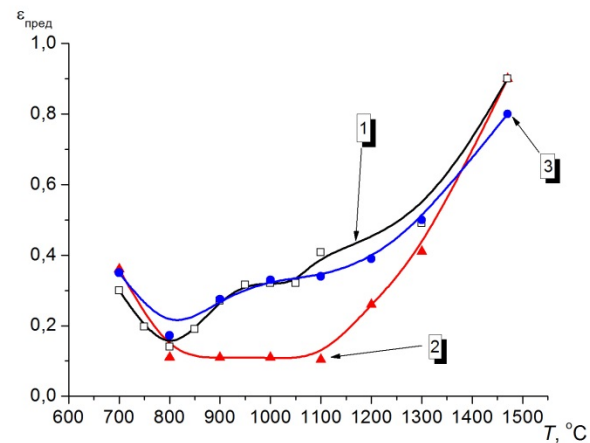
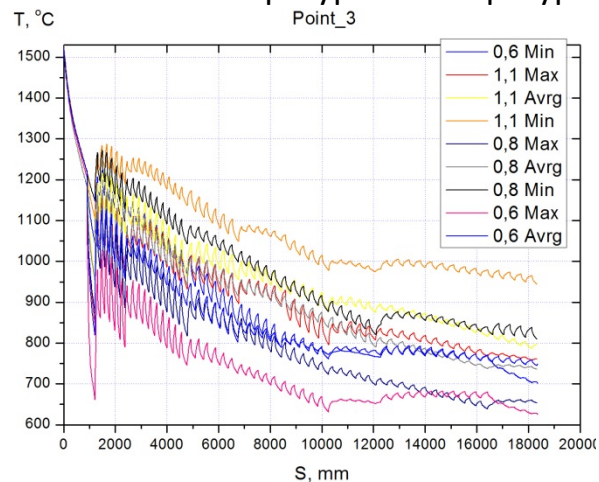


1- модель кристаллизатора,
2 – модель форсунок секций ЗВО

1 – НЛЗ; 2 – модель кристаллизатора;
3 – модель форсунок ЗВО

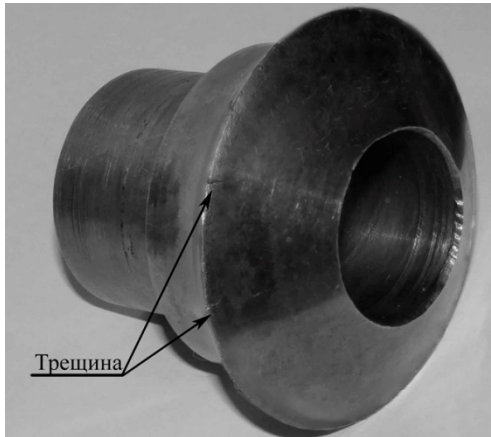


Значения температур и температурная зависимость предельных значений критерия

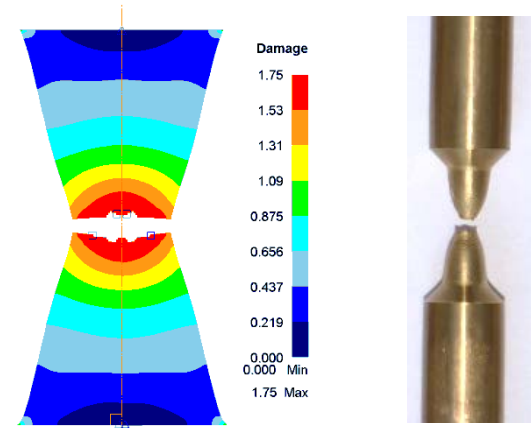


Разработка неразрушающих режимов холодной раскатки латунных фланцев

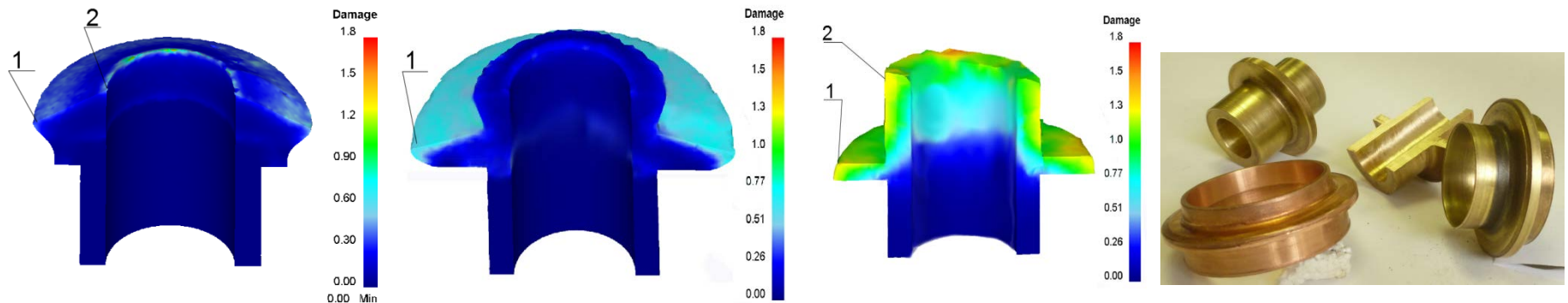
Характер образования трещин при раскатке



Определение предельного значения критерия К-Л



Рассчитанные поля значений критерия разрушения для выбранного режима



Основные публикации за 1-й год обучения:

Из списка Scopus:

1. Н.Г. Колбасников, В.В. Мишин, И.А. Шишов, М.А. Матвеев, П.А. Глухов, А.В. Митрофанов. Разработка неразрушающих режимов прокатки стали 08пс с низким соотношением Mn/S // Сталь. 2015. №3. С. 52-59
2. В.Н. Востров, П.В. Кононов, Мишин В.В., Матвеев М.А. Деформируемость и условия разрушения заготовки при раскатке фланца // Деформация и разрушение материалов. 2016. №3. С. 20-25
3. В.В. Мишин, И.А. Шишов, П.А. Глухов, А.В. Забродин, А.А. Семенов, Д.А. Брылёв, А.С. Аникин. Разработка неразрушающих режимов прессования линз для рентгеновской оптики из нанокристаллического бериллия // «Деформация и разрушение материалов». №4. 2016. С. 25-30
4. О. М. Жигалина, А. А. Семенов, А. В. Забродин, Д. Н. Хмеленин, Д. А. Брылёв, А.В. Лизунов, А.Л. Небера, И.А. Морозов, А.С. Аникин, А.В. Орехов, А.Н. Кускова, А.В.Серегин, В.В. Мишин. Структура фольг, полученных из нанокристаллического бериллия, по данным электронной микроскопии // Кристаллография. В печати
5. Н.Г. Колбасников, Мишин В.В., И.А. Шишов, М.А. Матвеев, П.А. Глухов, А.В. Митрофанов. Анализ разрушения сталей в процессе непрерывной разливки на МНЛЗ с помощью методов математического и физического моделирования // Сталь. Подготовлена к публикации

Из списка ВАК:

1. В.Н. Востров, П.В. Кононов, Мишин В.В., Глухов П.А. Выбор рациональных режимов угловой раскатки деталей с фланцами, на основе компьютерное моделирование в программном комплексе *Deform-3D* // Заготовительные производства в машиностроении. В печати

Участие в конференциях:

1. Анализ разрушения сталей при непрерывной разливке на МНЛЗ. Сборник трудов Международный форум ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ – 2015 6 – 7 апреля 2015 года, МОСКВА
2. Математическое моделирование процесса прессования линз для рентгеновской оптики из нанокристаллического бериллия. Сборник трудов Международный форум ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ – 2015 6 – 7 апреля 2015 года, МОСКВА
3. Разработка нразрушающих режимов прессования линз для рентгеновской оптики из нанокристаллического бериллия. Сборник трудов 11-й Международной научно-технической конференции СОВРЕМЕННЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ (СММТ'15)

Патенты РФ:

Способ определения предельных значений нормализованного критерия разрушения Cockcroft-Latham. Колбасников Н.Г., Мишин В.В., Матвеев М.А., Шишов И.А., Глухов П.А. Заявка на изобретение №2015123443

Разработка научных основ проектирования технологических процессов производства изделий из бериллия для рентгеновской техники с заданными параметрами структуры и свойств

Актуальность темы обусловлена отсутствием в РФ промышленного производства бериллиевой вакуумноплотной фольги толщиной 8-30 мкм и бериллиевых линз для фокусировки рентгеновского излучения

Целью работы является решение актуальной научно-технической проблемы производства изделий из бериллия для рентгеновской техники с заданными параметрами структуры и свойств

Практическая значимость дальнейших исследований:

- Режимы получения тонких бериллиевых фольг (8-30 мкм) с заданными параметрами структуры и свойств для изготовления детекторов рентгеновского излучения;
- Значительное увеличение долговечности работы фольги в рентгеновских устройствах;
- Режимы получения тонких фольг из различных сортов бериллия (ДГП, ТГП, и др.), обладающих вакуумной плотностью не менее $10^{-10} \dots 10^{-11} \text{ м}^3\text{Па/с}$;
- Отсутствие дефектов в бериллиевой фольге и загрязнений металлическими примесями, снижающих характеристики рентгеновского оборудования;
- Значительное увеличение точности определения химических элементов при использовании в рентгеновских приборах вакуумноплотных фольг толщиной 8 мкм.



Разрушение импортной бериллиевой фольги толщиной 12 мкм при эксплуатации в детекторе