

## Новый критерий контроля качества стали для рельсового скрепления



Исследование магистрантки СПбПУ Ксении Егоровой, лауреата конкурса «Молодой ученый», выявило, что является ключевой причиной усталостного разрушения рельсовых клемм.

Неожиданные разрушения деталей начинаются с микроскопических дефектов — неметаллических включений, которые образуются на этапе выплавки металла. Эти химические соединения в структуре способны стать очагом трещины, особенно под длительной циклической нагрузкой. Изучение их влияния — фундаментальная задача материаловедения, напрямую связанная с надежностью критической инфраструктуры, например, высокоскоростных железных дорог.

Этой практико-ориентированной проблеме посвящена работа магистрантки 1 курса Высшей школы физики и технологий материалов СПбПУ Ксении Егоровой, лауреата [REDACTED].

**В чем суть?** Пружинные клеммы из стали 40С2, фиксирующие рельсы на шпалах, — небольшие, но жизненно важные детали. Их неожиданный излом может привести к серьезным последствиям. Существующие стандарты регламентируют общий химический состав, но не дают полной картины о том, как микроструктура, а именно распределение и тип включений, влияет на долговечность при реальных нагрузках. Ксения провела системное исследование, чтобы выявить эту связь.

### Как изучали?

Металлографический анализ для определения объемной доли включений (1.98–2.27%).

Химический анализ на сканирующем микроскопе для идентификации типов включений (преобладают сульфид марганца, оксиды кремния и марганца).

Механические испытания на растяжение, показавшие, что в малых количествах эти включения не критично влияют на пределы прочности и текучести.

Фрактографический анализ реальных разрушенных в эксплуатации клемм, который стал ключом к пониманию проблемы.

**Практический результат.** Лабораторные испытания на новых образцах не выявили прямой катастрофической угрозы от неметаллических включений мелкой фракции. Однако изучение реальных поломок показало иное: причина разрушения — усталостная трещина, которая почти всегда зарождается в месте концентрации напряжений вокруг крупного (свыше 50 мкм)

неметаллического включения, чаще всего оксида кремния.

Таким образом, опасность представляет не общий фон мелких включений, а наличие отдельных крупных дефектов-«концентраторов». Важный вывод для производителей: усиление контроля не по средней «загрязненности» стали, а по максимально допустимому размеру единичных включений может стать ключом к повышению реального ресурса ответственных деталей.