

## ВЛИЯНИЕ ВНУТРЕННИХ НАПРЯЖЕНИЙ НА КАЧЕСТВО СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ

© 2020 г. Григорьев Егор Витальевич<sup>1\*</sup>, С.А. Перетятко<sup>1\*\*</sup>, П. С. Лапынин<sup>1\*\*\*</sup>,  
Е.С. Боровик<sup>1\*\*\*\*</sup>

**Научный руководитель:** д.т.н., профессор Носов Виктор Владимирович<sup>1\*\*\*\*\*</sup>

<sup>1</sup> – Санкт-Петербургский горный университет, 199106 Санкт-Петербург, 21 линия д.2

\* - Arshavin58@mail.ru; \*\* - sabperetyatko@gmail.com; \*\*\* - lapynin.pavel@mail.ru; \*\*\*\* - Borovikelisaveta@gmail.com; \*\*\*\*\* - nosovvv@list.ru.

Прочность сварных соединений обеспечивается рядом комплексных мер, таких как мероприятия по уменьшению деформаций и напряжений на разных стадиях изготовления конструкции: до сварки — на стадии проектирования конструкции и технологии производства, во время и после сварки, а также соблюдением режимов и условий эксплуатации. Одним из вариантов повышения прочности сварного соединения является снятие локальных остаточных напряжений в сварном соединении, высокий уровень которых является одной из основных причин образования трещин [1]. Оценка остаточных напряжений без разрушения целостности сварного соединения производится рентгеновскими, акустическими, электромагнитными и другими методами. Однако, регистрируемые сигналы методов прохождения и отражения, вводимых извне волн, связаны с прочностью и процессом роста повреждений неоднозначно, поскольку упускают нано-масштабные факторы из-за огибания волнами прочностных аномалий. Необходимость контроля внутренних напряжений отдалена от задачи оценки качества и обеспечения ресурса, так как внутренние напряжения неоднозначно связаны с ресурсом. Целью данной работы является обоснование оперативного и неразрушающего метода контроля прочности на основе информационно-кинетического подхода к интерпретации результатов регистрации сигналов, проведённого на примере сварных соединений.

Исходя из предложенного подхода [2], сварные соединения состоят из структурных элементов, состояние которых определяет состояние всего объекта в целом. Структурные элементы разделяются на две категории: ответственных (с низкими значениями  $\omega$  (зона «колокола»)), определяющих прочность и ресурс изделия, и остальных (с высокими значениями  $\omega$  (зона хвоста)), связи которых являются слабыми и все равно разрушатся под действием внешней нагрузки. Предложенный способ позволяет разделять структурные элементы и оценить состояние как тех, так и других. Снятие остаточных напряжений с этих ответственных структурных элементов позволяет говорить об увеличении прочности и, в следствии чего, остаточного ресурса. Прочность структурного элемента определяется формулой 1.

$$\omega = \gamma \sigma / K T \quad (1)$$

где,  $\gamma$  – активационный объем (параметр нанотрунктуры);  $\sigma$  – растягивающие напряжения на структурном элементе;  $K$  – постоянная Больцмана;  $T$  – абсолютная температура.

Был проведен эксперимент по оценке качества разнообразных упрочняющих технологий образцы которых подвергались статическому нагружению с постоянной регистрацией акустических сигналов [3]. Результаты эксперимента показывают, что распределение числа импульсов упрочненных образцов во времени имеет нетипичный вид. Происходит резкое затухание активности на этапе упругого разрушения, из-за того, что крупные элементы из зоны «хвоста» отзвучали и наблюдается плато. С точки зрения подхода что интерпретируется отрывом хвоста от колокола с дальнейшим смещением колокола в область малых значений  $\omega$  (рис.1а). Общее распределение, которое имело колокол и хвост – разорвалось, т.е. упрочнение привело к тому, что среднепрочные элементы перешли в зону колокола. Данные сопоставления результатов эксперимента с результатами моделирования представлены на рисунке 1а, б. С помощью моделирования удалось добиться разрыва между колоколом и хвостом.

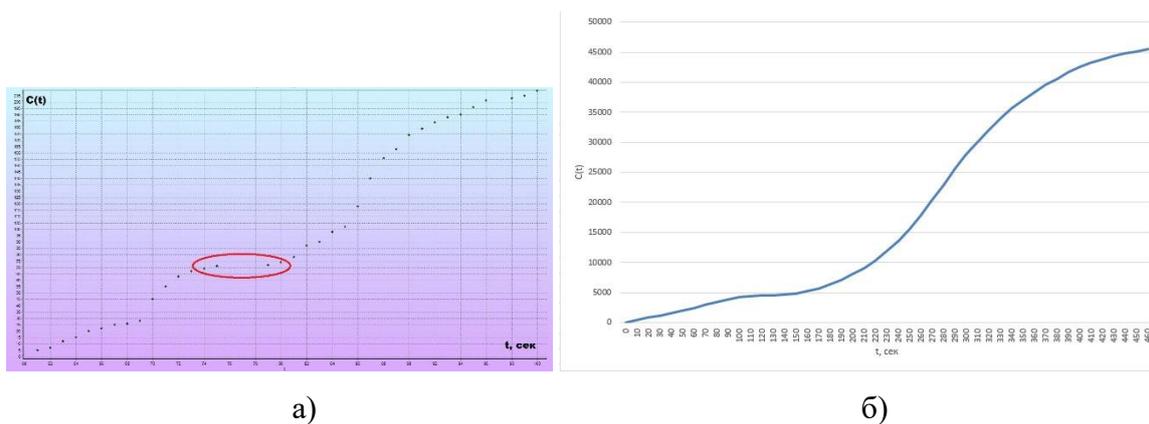


Рисунок 1. Результаты эксперимента (а) и моделирования (б)

Таким образом, совпадение результатов моделирования с данными результатов АЭ эксперимента при соблюдении пропорциональности показывают информативность предложенного подхода.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Антонов А.А., Летуновский А.П. Возможности оценки остаточных напряжений в сварных конструкциях // В МИРЕ НК. 2018. №1, т. 21, С. 60-62.
2. Носов В.В. Контроль прочности неоднородных материалов методом акустической эмиссии // Записки Горного института. 2017. Т. 226. С. 469-479.
3. Egor V. Grigoriev, Viktor V. Nosov. Quality control of hardening technologies using the acoustic emission method // Topical issues of rational use of natural resources: Scientific Conference Abstracts. Volume II. Saint-Petersburg Mining University. St. Petersburg, 2020. P. 219