

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института физико-технических  
проблем Севера им. В.П. Ларионова  
Сибирского отделения Российской  
академии наук – обособленного  
подразделения федерального  
исследовательского центра «Якутский  
научный центр СО РАН»,

Лепов Валерий Валерьевич

«16» ноября 2022 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр СО РАН» на диссертационную работу Пхон Хтет Кьяв на тему «Исследование процессов деформирования и прогнозирование прочности деталей гидрогазовых систем», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.8 – «Механика деформируемого твердого тела»

### 1. Актуальность темы выполненной работы

Диссертационная работа Пхон Хтет Кьяв посвящена разработке нового подхода к прогнозированию прочности деталей гидрогазовых систем (ГГС), которые изготавливаются путем деформирования трубных заготовок из конструкционного материала. Известно, что процесс пластической деформации материала сопровождается накоплением дефектов, обусловленных как изменением микроструктуры, так и появлением несплошностей в виде микропор и микротрещин, что влияет на прочностные свойства изготавливаемых деталей. Количество полученных дефектов фиксируется методом акустической эмиссии (АЭ). Метод АЭ один из немногих методов неразрушающего контроля, который позволяет определять дефектность микроструктуры конструкционного материала в процессе деформирования, что позволяет значительно снизить себестоимость годных к эксплуатации деталей ГГС. Решение данной задачи

актуально при создании и эксплуатации различных объектов тяжелого машиностроения, ракетно-космической и авиационной техники.

Соискателем выполнен обзор и анализ работ, посвященных исследованию прочности деталей при изготовлении путем деформирования, включая задачу с использованием различной оправки, вследствие чего установлена зависимость между дефектностью микроструктуры конструкционного материала, свойствами раздаточных тел и интенсивностью деформации, а также созданы методики, компьютерные программы и устройства, позволяющие определить остаточную прочность деталей по параметрам АЭ.

Из решенных задач необходимо также отметить следующие:

- установление экспериментальных зависимостей интенсивности деформации материала и параметров акустической эмиссии при плоском напряженно-деформированном состоянии;
- разработка методики прогнозирования прочности деталей гидрогазовых систем при их изготовлении;
- определение влияния свойств раздаточного тела на параметры сигналов АЭ и степень деформирования конструкционного материала при изготовлении деталей ГГС;
- установление зависимостей частотных характеристик сигналов АЭ от свойств раздаточного тела при деформировании.

## **2. Достоверность и новизна полученных результатов**

Достоверность полученных результатов диссертации основывается на использовании фундаментальных принципов теорий пластической деформации и прочности, а также тем, что теоретические результаты хорошо коррелируют с экспериментальными данными, полученным с помощью поверенного комплекса контрольно-измерительного оборудования.

Новизна полученных результатов заключается в следующих основных положениях:

1. Установлены однозначные зависимости между интенсивностью деформации деталей ГГС при их изготовлении, и параметрами сигналов АЭ.
2. Предложено обобщенное уравнение поверхности предельного состояния конструкционных материалов, возникающего во время изготовления деталей ГГС, которое является критерием годности деталей к эксплуатации.
3. Установлено влияние свойств раздаточного тела на параметры сигналов АЭ при деформировании конструкционных материалов.

### **3. Обоснованность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации**

Научные положения и выводы, сформулированные в диссертации, основываются на большом объеме проведенных Пхон Хтет Кьяв теоретических и экспериментальных исследований, между которыми прослеживается четкая логическая связь в соответствующих разделах диссертационной работы. Данные расчетов, полученные на основе теоретических рассуждений, анализируются и сопоставляются с экспериментальными данными, а затем уже делаются выводы.

Диссертантом использовались стандартное программное обеспечение, оборудование и методики определения механических характеристик материалов. Основным методом экспериментального исследования являлся апробированный метод акустической эмиссии, реализованный в виде программно-аппаратного комплекса с использованием широкополосного датчика с полосой частот 50-500 кГц и программным обеспечением AE pro-2.0.

Для управления процессом изготовления деталей ГГС, контроля и оценки их технического состояния, включая степень пластического деформирования и дефектности, применена известная теория предельных состояний на основе критерия пластичности Мизеса для интенсивности напряжений. Обработку результатов исследований проводили с использованием методов математической статистики с помощью программы MS Excel 13.0. Для обработки данных сигналов АЭ была разработана специальная программа в ПО MatLab 15.0, позволяющая обрабатывать АЭ информацию по 9 параметрам. А также для построения предельной поверхности и получения уравнений использовалась программа Mathcad 15.

### **4. Основные научные результаты и их значимость для науки и производства**

1. Выявлена зависимость между интенсивностью деформации и параметрами АЭ в зависимости от характеристик рабочего тела при изготовлении деталей ГГС.

2. На основе взаимозависимости интенсивности деформации и параметров АЭ с учетом характеристик раздаточных тел, установлено предельное состояние конструкционного материала, которое определяет годность деталей ГГС к эксплуатации.

3. Предложено обобщенное уравнение поверхности предельного состояния конструкционного материала, возникающее во время изготовления деталей ГГС, которое является критерием годности деталей к эксплуатации.

4. Установлена возможность определения доли повреждения конструкционного материала во время изготовления деталей ГГС по уравнению поверхности предельных состояний, что позволит прогнозировать остаточный ресурс деталей.

5. Установлена устойчивая зависимость между остаточной прочностью деформируемого материала и энергией сигналов АЭ, полученных при первичном деформировании.

6. Предложена методика прогнозирования остаточной прочности фасонных деталей ГГС при их изготовлении по параметрам сигналов АЭ.

### **5. Публикации по теме диссертационной работы**

Основные результаты диссертационной работы Пхон Хтет Кьяв опубликованы в 15 научных трудах, в том числе в 6-х статьях в российских журналах из перечня ВАК для публикации основных результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, в 3-х статьях в зарубежных журналах, индексируемых в Web of Science и Scopus, а также в 4-х статьях РИНЦ. Получены один патент на изобретение и одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

### **6. Замечания по диссертационной работе**

При ознакомлении с текстом диссертации и ее авторефератом возникли следующие замечания:

1. Известные исследования (Панин С.В., Башков О.В. и др.) указывают на отсутствие точного соответствия между протяженностью стадий сигналов АЭ и зависимостей между напряжениями и деформациями при больших степенях деформирования. Однако в работе поставлена и выполнена задача установления зависимости параметров АЭ от интенсивности деформаций вплоть до наступления предельного состояния. Такие выводы без дополнительных структурных исследований конкретного материала деталей ГГС представляются необоснованными и преждевременными.

2. В тексте диссертации отсутствуют сведения о том, какие параметры свойств раздаточного тела учитывались при расчете интенсивности деформации.

3. На рис.3.6-3.10 даны графики фрактальных размерностей спектра, однако не разъяснены методики их расчета и пути дальнейшего использования.

4. В диссертационной работе не приведены сравнительные данные по эффективности и технологичности способов изготовления деталей ГГС деформированием различными раздаточными телами, что затрудняет оценку применимости технологии в реальном массовом производстве.

5. В тексте диссертационной работы встречаются грамматические ошибки, опечатки и некорректные термины.

### 7. Заключение по диссертационной работе

Несмотря на перечисленные замечания и недостатки, работа Пхон Хтет Кьяв отвечает требованиям п.п. 8, 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. В ней раскрыты все положения, выносимые на защиту, автореферат и имеющиеся публикации раскрывают основное её содержание и позволяют судить о степени полноты и законченности работы в соответствии с поставленными задачами.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и основных выводов, одного приложения на 2 стр., содержит 125 стр., 39 рис., 9 таблиц и список литературы из 128 наименований.

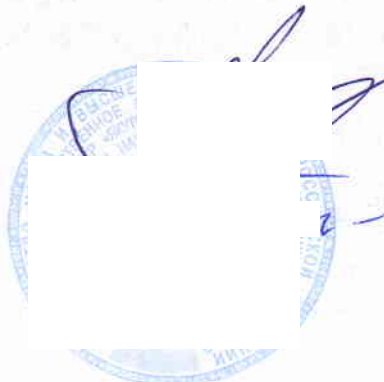
Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации.

Исходя из вышеизложенного, считаем, что работа Пхон Хтет Кьяв является самостоятельной законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком уровне, и соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, п.9 «Положения о присуждении ученых степеней».

Диссертация отвечает формату паспорта специальности 1.1.8 – механика деформируемого твердого тела. Её автор, Пхон Хтет Кьяв, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.8 – механика деформируемого твердого тела.

Работа Пхон Хтет Кьяв была заслушана и обсуждена на расширенном семинаре Института физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр СО РАН». Настоящий отзыв был составлен по материалам прошедшего обсуждения.

Отзыв утвержден на заседании Ученого совета ИФТПС СО РАН (протокол № 6 от « 9 » ноября 2022 г.).



Председатель Ученого Совета, д.т.н.

Лепов Валерий .Валерьевич

Секретарь Ученого Совета, к.ф.-м.н.

Протодияконова Надежда Анатольевна