

РАЗДЕЛ V. МОЛОДЫЕ УЧЕНЫЕ – ПОИСК САМООПРЕДЕЛЕНИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЕФОРМАЦИИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА В-1461



Самойлова Анастасия Сергеевна

студентка 2 курса, ф-т «Машиностроение», группа 161-231
Московский политехнический университет



Шарипзянова Гюзель Харрясовна

к.т.н., доцент, Директор по образовательным и научным проектам
Московский политехнический университет

Аннотация: Работа посвящена исследованию параметров деформации алюминиевого сплава третьего поколения В-1461. Рассмотрена зависимость предела прочности от коэффициента ε (соотношение удлинение к длине), определяющие состояние детали на определенный период времени. Проанализированы возможные решения проблемы стойкости детали.

Abstract: The work is devoted to the study of the parameters of deformation of the third-generation aluminum alloy В-1461. The dependence of the tensile strength coefficient ε (ratio of the elongation length) that define the state of the part for a certain period of time. Analyzed possible solutions to the problem of the durability of the part.

Key words: dependence, integration, aluminum alloy V-1461, the strength of the metal.

Ключевые слова: зависимость, интегрирование, алюминиевый сплав В-1461, прочность металла.

Введение. Получение новых алюминиевых сплавов является очень трудоемкой операцией. Алюминиевый сплав В-1461 был разработан на основе базовых сплавов 20 века В-1420, В-1441 в 2016 году и на сегодняшний день широко используется в строительстве самолетов, ракетополетов и военной авиации – это алюминиевый сплав третьего поколения В-1461. Особенностью данного сплава являются отличный низкий показатель массы от его общего стандарта, повышенная прочность и устойчивость против образования трещин и сколов, которых добились с помощью легирования редкоземельными металлами. Данный прорыв, полученный в ходе долгих испытаний, ознаменовался резким ростом военной и тяжелой промышленности, однако четкой и подробной информации о физических и технологических параметрах разработчиками не было выведено[1].

Цель исследования: систематизировать экспериментальные данные сплава В-1461 и нанести ограничения на конструкцию детали.

Задачи исследования:

- выявление функций, характеризующие поведение деформации растяжения;
- определение средней нагрузки на деталь

определенной формы.

Под пределом деформации металла понимают механическое напряжение, выше которого происходит разрушение металла и выражается графиком деформации растяжения (рис.1). Иными словами это некоторое значение силы, являющаяся пороговой величиной, в результате которой разрушится некоторое тело под воздействием механического напряжения.

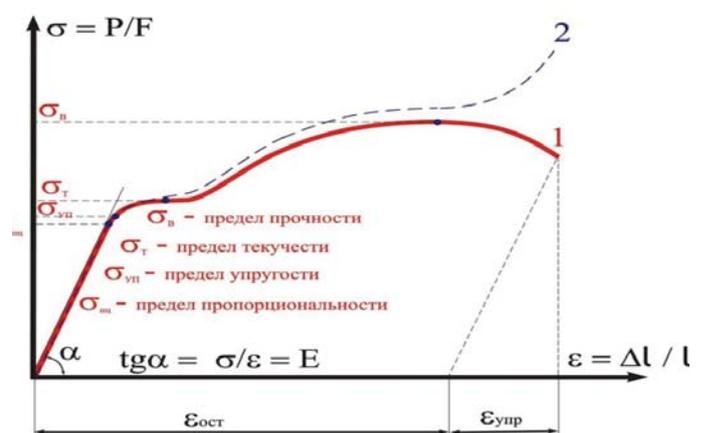


Рис. 1. График растяжение деформации

Прямая 1: показывает результаты эксперимента, Прямая 2: показывает теоретический результат исследования.

На изменение предела прочности металла влияют много факторов: размер и форма образцов, время и скорость приложения нагрузки, условия и метод испытания. Строго говоря значения предела прочности полученные в результате математического исследования не будут иметь смысла без учета выше перечисленных факторов.

В дальнейшем будет рассматриваться исследование поведение пластин из алюминиевого сплава В-1461 при высокоскоростном ударе. Данная форма используется для образования станины (стола) на вертикально-сверлильном станке, может являться строительной опорой для определенных механизмов, например для строения моста. Образцы с размерами 100x200x1,9 мм (рис.2) были подвергнуты нормальному удару шариком из стали ШХ15 диаметром 8 мм при скоростях 100–650 м/с для определения баллистического предела и построения полной баллистической кривой. На основе эксперимента, проведенного Южно-Уральским государственным университетом, рассчитаем поведение предела прочности, который

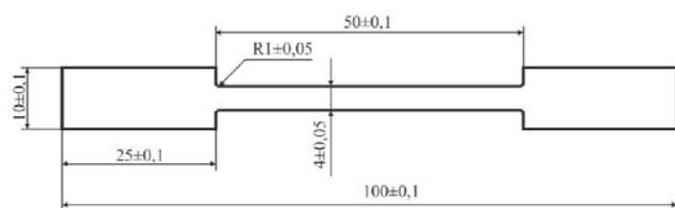


Рис. 2. Образец для испытаний

будет приведено в виде графика.

Для математического исследования были взяты экспериментальные данные деформирования образца в направлении прокатки. Результаты эксперимента показали следующие значения приведенные в таблице 1.

Таблица 1. Результаты эксперимента деформации в сторону прокатки

Параметры	Модуль упругости E, ГПа	Предел текучести σ_T , МПа	Предел прочности σ_B , МПа	Относительная деформация, %
Значение параметра	79,9–81,6	507–525	561–569	7,8–8,1

Разобьем данные интервалы так, чтобы получить четыре графика, в дальнейшем они помогут нам установить изменение параметров на графическом уровне. Из рисунка 1, мы можем заметить, что график растяжения деформации имеет четыре критических точки: $\sigma_{пл}$ – предел пропорциональности $\sigma_{уп}$ – предел упругости σ_T – предел текучести σ_B – предел прочности. Для нахождения графиков функции были выбраны три критических точки, иными словами пренебрегли пределом пропорциональности, так как имеются экспериментальные значения только для трех точек, указанных в таблице.

После нескольких преобразований, были выведены точки четырех функций, представленных в таблице 2.

Таблица 2. Таблица контрольных точек предела прочности

Функция	Значения по оси y	X_1	X_2	X_3	X_4
F_1	Y_1	(0,018;7,66)	(0,065;498,21)	(0,066;505,88)	(0,078;561)
F_2	Y_2	(0,019;7,15)	(0,071;507,55)	(0,072;514,7)	(0,079;565)
F_3	Y_3	(0,01;6,91)	(0,074;511,69)	(0,075;518,61)	(0,08;567)
F_4	Y_4	(0,015;6,71)	(0,077;516,81)	(0,078;523,52)	(0,081;569)

После того, как определены координаты контрольных точек, найдем приближенный закон к графику, то есть произведем аппроксимацию. Стоит оговорить, что аппроксимацию мы будем делать с помощью сервиса WolframAlpha

В соответствии с графиками функциями мы получили математическую модель, представленные в следующей таблице 3.

Выведенные функции позволяют нам вычислить среднюю прочность тела. Данный показатель поможет технологу определить, на какой уровень производства может потянуть данная деталь, иными словами определяется вид машиностроительного производства: тяжелая промышленность или военная промышленность, сельскохозяйственная промышленность или легкая промышленность и т.д.

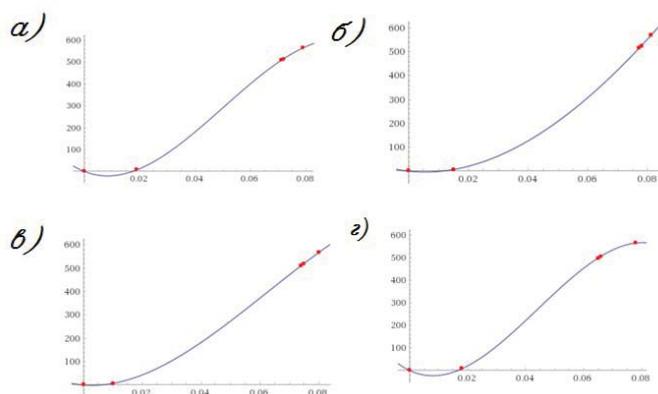


Рисунок 3 - Графики функций, полученный с помощью аппроксимации: а) Функция № 1; б) Функция № 4 в) Функция № 2 г) Функция № 3

Таблица 3. Функции предела прочности, полученные с помощью аппроксимации

Функция №1	$F1 = (-3,1 \times 106 \times x^3) + (41\,153 \times x^2) - (5\,976,41 \times x) - 0,001$
Функция №2	$F2 = (-2,15 \times 106 \times x^3) + (323,26 \times x^2) - (4\,990,42 \times x) - 0,002$
Функция №3	$F3 = (-938\,553 \times x^3) + (175\,786 \times x^2) - (971,01 \times x) - 0,008$
Функция №4	$F4 = (-234\,154 \times x^3) + (121\,954 \times x^2) - (1327,83 \times x) - 0,007$

Каждый из перечисленных видов требует свои технические требования, одним из которых является прочность [2]. Для того, чтобы найти среднюю прочность достаточно найти интеграл от данной функции и разделить на количество значений (n), то есть придерживаться формулы среднего арифметического:

$$\frac{\int_0^x F_n}{n} = \sum \frac{F_n}{n}$$

Таблица 4. Интегрирование функций предела прочности

Название функции	Интеграл
Функция №1	$-250\,000 \times x^4 + 13\,717,67 \times x^3 - 2988,2 \times x^2 - 0,001 \times x + C$
Функция №2	$-(3,75 \times 10^6) \times x^4 + 107,75 \times x^3 - 2495,21 \times x^2 - 0,002 \times x + C$
Функция №3	$-234\,638,25 \times x^4 + 58\,595,33 \times x^3 - 485,5 \times x^2 - 0,008 \times x + C$
Функция №4	$-58\,538,5 \times x^4 + 40\,651,33 \times x^3 - 663,91 \times x^2 + 0,007 \times x + C$

После того, как аппроксимация дала нам математические модели функции, мы имеем полное право вычислить определенный интеграл, результаты интегрирования приведены в таблице 3. Найдя значение определенного интеграла, допускаем определение среднего арифметического и вычисляем среднюю прочность сплава В-1461.

Обработка результатов, полученных при математическом исследовании, показала следующий результат, две первые функции не имеют права существовать, так как прочность не имеет отрицательного показателя, объяснением данного результата может являться не качественное проведение эксперимента (табл. 4). Из этого, можно сделать вывод, что минимальное теоретическое удлинение составляет 8% от всей длины. При вычислении средней прочности мы будем брать значение только третьей и четвертой функции, результат полученный нами с помощью вычисления был выведен для параметра ?, из этого следует, что минимальную нагрузку которую сможет выдержать данная деталь в среднем равняется 201 МПа.

Таблица 5. Расчет среднего предела прочности

Название функции	Определенный интеграл	Средняя прочность на эпсилон
Функция №1	-20,85	16,1 МПа
Функция №2	-161,5	
Функция №3	17,36	
Функция №4	14,81	

Так как мы имеем два значения, составим математическую модель функции, включающие в себя два значения. Произведем аппроксимацию функций в результате получим, следующий результат. Из всех приведенных ниже функции подходит линейная функция δ от ϵ .

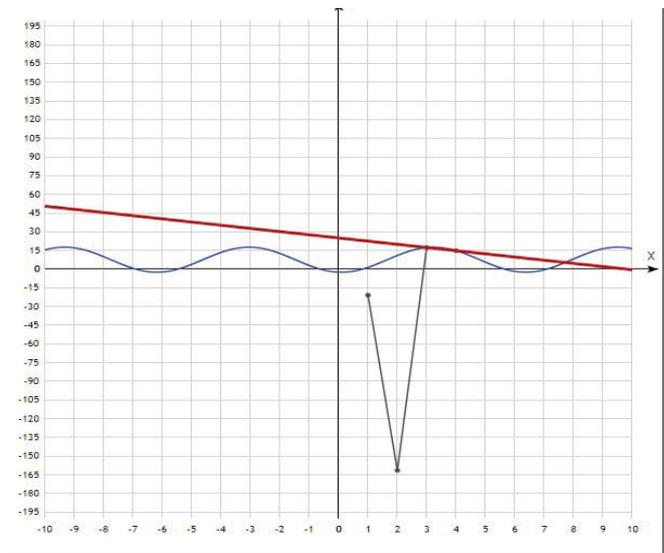


Рисунок 4 - Аппроксимация итоговых результатов: 1) синий график $y(x) = -0,9 \sin(x) - 9,984 \cos(x) + 7,603$; 2) красный график: $y(x) = 25,01 - 2,55 x$ 3) Черный график - результаты экспериментов

Из характера ее поведения, наблюдается тенденция спада предела прочности при росте соотношения удлинения и длины. Из данного математического исследования можно сделать следующие выводы:

1. Границы скругления детали лучше держать в стандарте ГОСТ, если это проточка для резьбы, то стоит рассматривать строго ГОСТ 10549-80, если же эта деталь литая, то стоит уточнить диапазон литых радиусов.

2. Так как рассматривалось растяжение при убывании предела прочности, то соответственно с увеличением длины, уменьшается ширина и следовательно с уменьшением прочности, данная деталь будет терять гарантию на свое использование. Стоит уделить наибольшее внимание минимальной толщине детали опоры.

3. На графике наблюдается убывание сигмы, следует отметить, что коэффициент трения при растяжении остается в нормальном показателе, а значит температура в зоне растяжения не превышает норму

плавления, что делает этот сплав, в независимости от форм, температуростойким.

Таким образом, данное исследование позволяет установить параметры эскиза образа детали и методику обработки деталей, позволяющее с ориентировать эффективность производства, то есть позволит соблюдать сроки гарантии, диапазон использования, а также гарантию экономического роста.

Список литературы

1. Контроль и испытание «Деформирование и разрушение сплава в-1461в условиях квазистатиче-

ского и динамического локального нагружения» А.В. Игнатова, О.А. Кудрявцев, С.Б. Сапожников Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск (УДК 620.172.254)

2. Костиков В.И. Структура и свойства алюмоматричных композиционных материалов, полученных в нестационарном силовом поле и упрочненных наноразмерными добавками / Костиков В.И., Лопатин В.Ю., Еремеева Ж.В., Симонова Е.В., Капланский Ю.Ю., Шарипзянова Г.Х., Латыпов Р.А., Агеев Е.В. // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2014. № 1. С. 52-60.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В МЕДИЦИНЕ



Карпунькина Ксения Дмитриевна

Студентка факультета машиностроения,
Московский политехнический университет



Барминов Николай Сергеевич

Студент факультета машиностроения,
Московский политехнический университет



Берков Николай Андреевич

к.т.н., доцент кафедры « Математика»
Московский политехнический университет

Аннотация: В настоящее время в медицине все чаще используют немедикаментозные методы лечения, в том числе применяют и электромагнитные поля. Действие электромагнитных полей, их огромные возможности применения при многих заболеваниях, доступность метода обратили внимание на широкие лечебные свойства электромагнитных полей. С помощью математического описания можно увидеть влияние электромагнитного поля на организм человека используя дифференциальное уравнение Максвелла.

Abstract: Currently in medicine more likely to use non-drug treatments, including use and electromagnetic fields. The effect of electromagnetic fields, their vast application possibilities in many diseases, the availability of the method drew attention to the broad medicinal properties of electromagnetic fields. Using the mathematical description, you can see the influence of electromagnetic fields on the human body using the differential equation of Maxwell.

Ключевые слова: математическое моделирование, теория электромагнитных полей, методом Лапласа и Штурма—Лиувилля, дифференциальные уравнения.

Key words: mathematical modeling, theory of electromagnetic fields by the method of Laplace and Sturm—Liouville differential equation.