

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Машины и автоматизация сварочного производства»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторной работе № 1
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-
ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СТЫКОВЫХ И ТАВРОВЫХ
СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

по курсу
Расчет и проектирование сварных конструкций

Ростов-на-Дону
2022

УДК 621.791.052

Составители: Ю.Г. Людмирский, С.С. Ассауленко, А.Л. Черногоров

Методические указания Экспериментальная оценка
напряженно-деформированного состояния стыковых и
тавровых сварных соединений по дисциплине «Расчет и
проектирование сварных конструкций». – Ростов-на-Дону:
Донской гос. техн. ун-т, 2022. – 8 с.

В указании изложены методика экспериментальной оценки напряженно-деформированного состояния в стыковых и тавровых сварных соединениях, основные теоретические положения и контрольные вопросы для самопроверки.

Предназначены для обучающихся направлений подготовки по программе бакалавриата 15.03.01 Машиностроение, профиль Оборудование и технология сварочного производств.

Кафедра «Машины и автоматизация сварочного производства» выражает глубокую благодарность М.Н. Крумбольдту и В.Н. Фомину и отмечает, что настоящее пособие разработано на основе ранее опубликованных методических разработок этими авторами

УДК 621.791.052

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Донского государственного технического университета

Научный редактор док. техн. наук, профессор Ю.Г. Людмирский

Ответственный за выпуск зав. кафедрой «Машины и автоматизация сварочного
производства» канд. техн. наук, зав. кафедрой С.В. Нескоромный

В печать ____ . ____ . 2022 г.
Формат 60×84/16. Объем 0,6 усл. п. л.
Тираж ____ экз. Заказ № ____

Издательский центр ДГТУ
Адрес университета и полиграфического предприятия:
344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Донской государственный
технический университет, 2022

1. Цель работы

Исследовать распределение напряжений по сечению стыковых и тавровых сварных соединений с полным и неполным проваром при осевом растяжении образцов. Оценить влияние геометрических параметров сварных соединений на величину коэффициента концентрации напряжений.

2. Общие положения

При проектировании конструкций оценка их прочности производится на основании расчетов, которые сводятся в основном к определению напряжений, возникающих в отдельных элементах и частях конструкций под действием различных нагрузок и к проверке условий прочности гарантирующих безопасность эксплуатации. Вычисление напряжений, как правило, производят на основании допущений, принятых в курсе сопротивления материалов, предполагая, что во всех сечениях сварного соединения напряжения распределяются равномерно. Однако местные изменения формы и размеров сечения, вносимые сварным соединением искажая силовой поток, приводят к тому, что напряжения распределяются неравномерно, то есть имеет место концентрация напряжений, которая характеризуется теоретическим коэффициентом концентрации напряжений.

$$\alpha_{\sigma} = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{cp}}, \quad (I)$$

где σ_{\max} - максимальные напряжения, которые получают экспериментально; σ_{cp} - средние напряжения в расчётном сечении, вычисленные по формулам курса сопротивления материалов.

Концентрация напряжений резко снижает усталостную и коррозионно-усталостную прочность сварных конструкций и значительно повышает вероятность хрупких разрушений. Концентрация напряжений возникает в местах расположения различных дефектов сварного шва. К таким дефектам следует отнести непровар корня шва, подрезы, наплывы, усиление шва с неплавным переходом металла шва в основной металл.

В ответственных конструкциях, работающих при повторно-статических нагрузках или динамических, непровар корня шва является недопустимым дефектом, который, как правило, выявляют внешним осмотром, магнитным, рентгеновским, ультразвуковым или другими методами контроля. В случае непровара следует полностью вырубить корень шва, сделать соответствующую разделку кромок, вновь заварить сварное соединение и проконтролировать качество сварки.

Подрезы, наплывы и другие дефекты формы шва, вызывающие местное повышение напряжений, исправляют путем зачистки абразивным кругом или фрезой, переплавом в среде аргона неплавящимся электродом с присадочной, либо без присадочной проволоки.

В данной работе исследование распределения напряжений проводят на макетах, имитирующих сечения сварных соединений. На рис.1 и рис.2 показаны макеты стыковых соединений, выполненные из сплава Д16Т с модулем упругости $E=0,69 \cdot 10^5$ МПа. Макеты тавровых соединений, которые изготовлены из стали Ст.3 с модулем упругости $E=2,1 \cdot 10^5$ МПа, показаны на рис.3 и рис.4. Напряжения в характерных точках сечения сварных соединений измеряют тензодатчиками сопротивления с базой 10...20 мм.

3. Рабочее задание

С помощью тензодатчиков сопротивления определить напряжения в характерных точках сварных соединений. Для сечений, помеченных на рис.1...1 штрих - пунктирными линиями, построить эпюры распределения напряжений. Определить величины коэффициентов концентрации напряжений, полученные экспериментально.

4. Приборы и оборудование, необходимые для выполнения работы

- Макеты стыковых и тавровых соединений.
- Машины для растяжения образцов.
- Измеритель деформаций цифровой ИДЦ-1.
- Штангенциркуль.

5. Порядок выполнения работы

ВНИМАНИЕ. К работе в лаборатории допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности, с записью в специальном журнале, а студенты - в контрольном листе. Перед включением установок необходимо предварительно, внешним осмотром, убедиться в наличии заземления.

1. Записать величины растягивающей нагрузки P для каждого образца (нагрузку задает преподаватель). **ВНИМАНИЕ!** Во избежание порчи образцов нагрузка для образцов 1, 2 и 4 должна быть не более 33 кН (3300 кг), а для образца 3 не более 18 кН (1800 кг).

2. Установить образец в захваты машины и закрепить штырями.

3. С помощью соединительного кабеля подключить компенсационный и рабочие датчики к измерителю деформаций ЦТИ-1. Поочередно, подключая

датчики, в схему, измерить начальные показания - I_n и записать их в таблицу. Эти показания в дальнейших расчётах принимать за начало отсчета каждого тензодатчика.

4. Нагрузить образец до заданной нагрузки P .

5. Поочередно, подключая датчики, снять показания I_k и занести их в таблицу. Подсчитать относительную деформацию $E = (I_k - I_n) \cdot 10^{-5}$. Результаты показать преподавателю.

6. Образец разгрузить, измеритель деформаций и источник питания выключить из сети.

7. Рассчитать напряжения в местах наклейки тензодатчиков. Нанести полученные данные на эскиз образца. Для характерных сечений, указанных на рис. 1...4. Построить эпюры.

8. Определить величины теоретических коэффициентов концентрации напряжений.

9. Оформить отчет, продумать ответы на контрольные вопросы. Написать выводы по проделанной работе.

6.Содержание отчёта

1. Цель работы.

2. Исходные данные.

3. Таблица результатов измерений.

4. Эскизы образцов с эпюрами распределения напряжений.

5. Построить графики зависимости коэффициентов концентрации напряжений от геометрических параметров сварных соединений

6. Выводы по работе.

Отчёт по лабораторной работе рекомендуется выполнять на двойных тетрадных листах. На левой странице вверху записываются исходные данные: номер образца, материал, модуль упругости E , размеры сечения образца, заданная нагрузка. Ниже помещается таблица для записи результатов измерений.

На правой странице в возможно большем масштабе изобразить эскиз одного исследуемого образца и, сохраняя пропорции, обозначить расположение датчиков.

Таблица Результаты измерений

№ датчика	Показания прибора ЦТИ-1		Относительная деформация $\varepsilon = (I_k - I_n) \cdot 10^{-5}$	Напряжение $\sigma = E \cdot \varepsilon$, МПа
	I_n	I_k		
1				
2				
n				

Примечание: 1. Количество строк (n) в таблице должно соответствовать количеству датчиков, наклеенных на исследуемый образец.

2. I_n - начальное измерение, снятое по прибору ЦТИ-1 и принятое за условный нуль при нагрузке $P = 0$.

I_k - конечное измерение при нагруженном образце.

7. Вопросы для самопроверки

1. Что такое концентрация напряжений?
2. Чем объясняется реальное распределение напряжений в исследованных видах соединений?
3. При каких условиях концентрация напряжений может влиять на прочность сварного соединения?
4. Чем полезно снятие усиления стыкового шва, какими способами это осуществляется?
5. Что такое заглаживание усиления шва?
6. Чему равен коэффициент концентрации напряжений в пластине с круглым отверстием и как он изменяется при развитии пластических деформаций?
7. Почему непровар является опасным дефектом?
8. Как бороться с непроваром корня шва?
9. Назовите причины концентрации напряжений в сварных конструкциях.
10. Каковы меры борьбы с концентрацией напряжений в сварных конструкциях?
11. Всегда ли целесообразно требовать полного проплавления таврового соединения?
12. В чем различие расчёта таврового соединения с полным и неполным проваром?

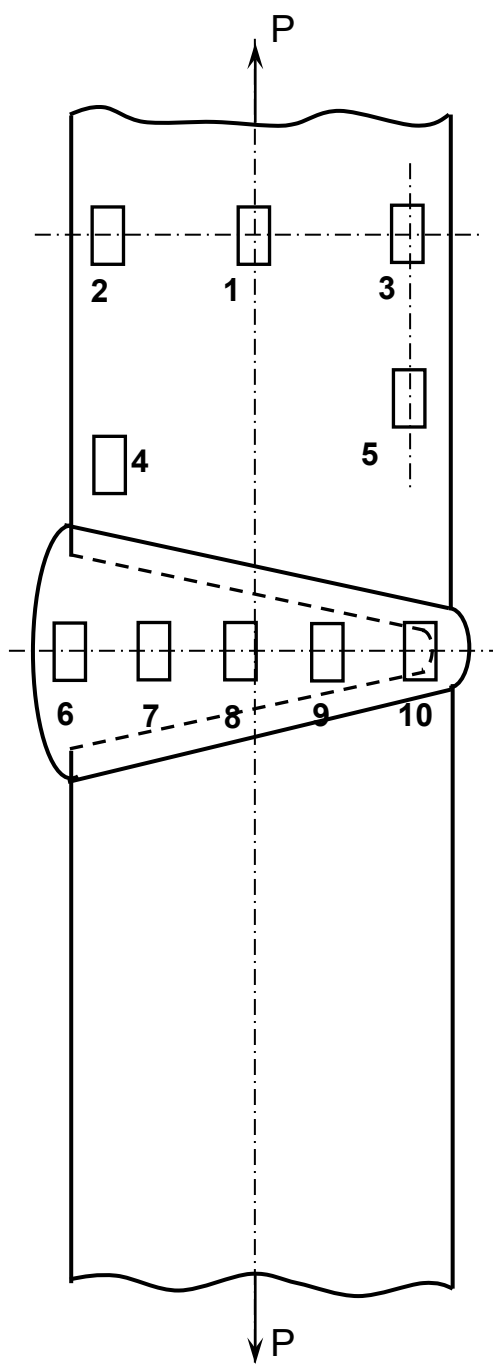


Рис. 1

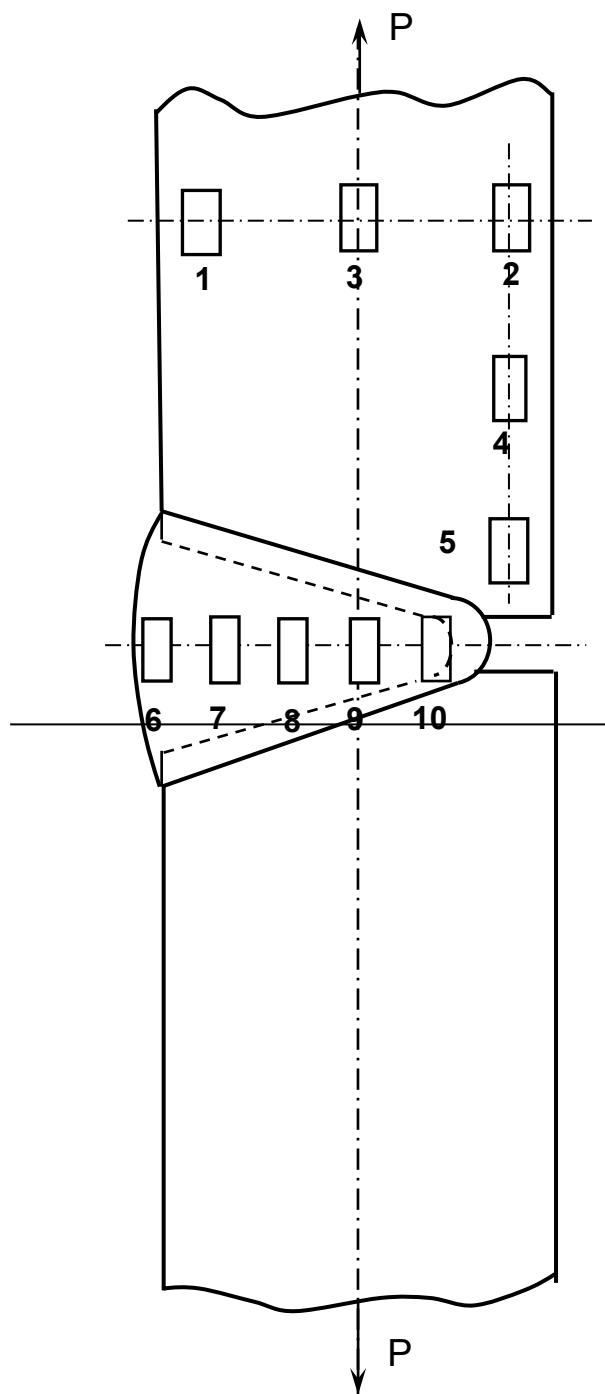


Рис. 2

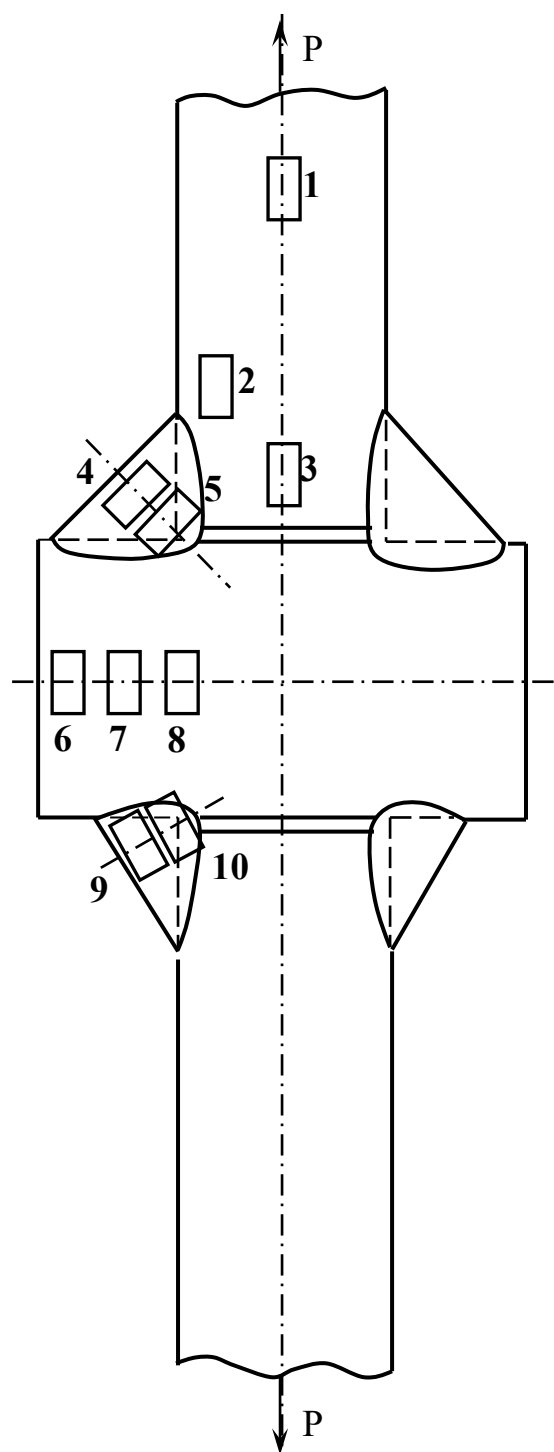


Рис. 3

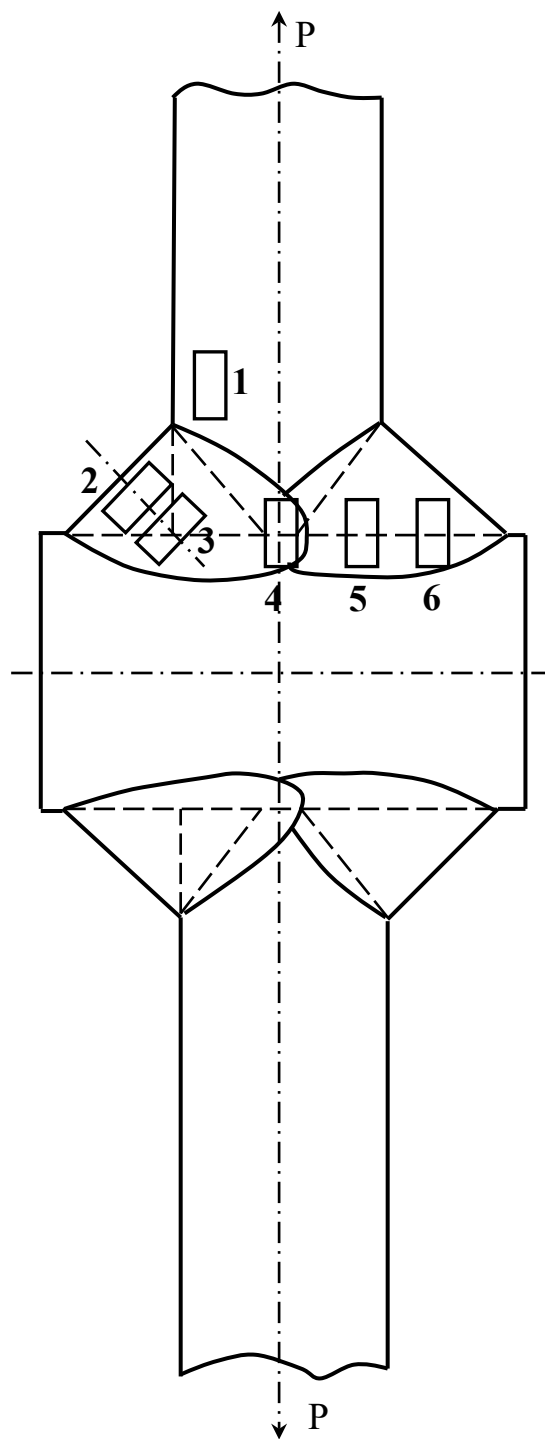


Рис. 4