

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.356
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.179
ESJI (KZ) = 1.042
SJIF (Morocco) = 2.031

ICV (Poland) = 6.630

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2015 Issue: 09 Volume: 29

Published: 30.09.2015 <http://T-Science.org>

Denis Alexandrovich Chemezov

Master of Engineering and Technology,
Corresponding member of International Academy of
Theoretical and Applied Sciences,
Lecturer of Vladimir Industrial College, Russia
chemezov-da@yandex.ru

Anzhelika Vladimirovna Bayakina

Lecturer of Vladimir Industrial College, Russia
bajakina.anzhelika@yandex.ru

SECTION 7. Mechanics and machine construction.

THE STATE OF LOADED DETAILS BY RIVETED JOINT

Abstract: The article presents the character of the stress and strain of materials details by riveted joint under the action of multidirectional loads.

Key words: the riveted joint, deformation, biaxiality.

Language: Russian

Citation: Chemezov DA, Bayakina AV (2015) THE STATE OF LOADED DETAILS BY RIVETED JOINT. ISJ Theoretical & Applied Science 09 (29): 17-20.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-09-29-4> **Doi:**  <http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2015.09.29.4>

СОСТОЯНИЕ НАГРУЖЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ЗАКЛЕПОЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ

Аннотация: В статье представлен характер напряжения и деформации материалов деталей заклепочного соединения при действии разнонаправленных нагрузок.

Ключевые слова: заклепочное соединение, деформация, биаксиальность.

Заклепка – это соединительный элемент, имеющий форму стержня, на котором с двух сторон выполняется головка различной формы [1].

Наиболее часто применяются заклепки с полукруглой головкой. Материалами заклепок являются стальные и цветные сплавы обладающие высокой пластичностью и прочностью.

Неразъемное соединение нескольких деталей заклепкой применяется в случаях действия на узел значительных вибрационных и ударных нагрузок, невозможности сваривания и ограничения нагрева материалов соединяемых деталей [2]. Данный способ соединения до сих пор применяется (как единственный рациональный или возможный) в авиастроении, в судостроении, в строительных сооружениях и в общем машиностроении.

Заклепка подвергается срезу, смятию и изгибу от действия разнонаправленных нагрузок (сил) на соединенные детали в одной или нескольких плоскостях [3]. Стержень заклепки деформируется (изгибается) в направлениях действия нагрузок. Возникают касательные напряжения, максимальная величина которых будет достигать в поперечном сечении стержня заклепки на стыке пересекающихся отверстий нагруженных деталей. Контактные напряжения

между поверхностями стержня заклепки и двух отверстий приводят к смятию материалов деталей. Повторные нагрузки увеличивают деформацию и снижают прочность материалов заклепки и соединенных деталей. В результате приведенных возможных деформаций, стержень заклепки может частично или полностью разрушиться и тем самым произойдет разъединение заклепочного соединения.

Расчет напряженно-деформированного состояния деталей заклепочного соединения позволит выявить критические области нагруженных материалов и прогнозировать долговечность эксплуатации сборочной единицы.

Габаритные размеры и конфигурации заклепки с полукруглой головкой и двух соединяемых деталей (пластин) были приняты в соответствии с ГОСТ 10299-80 [4] и ГОСТ 10304-80 [5]: диаметр стержня заклепки $d = 16.0$ мм; диаметр головки заклепки $D_3 = 25.0$ мм; высота головки заклепки $H = 9.5$ мм; радиус под головкой заклепки r – не более 0.8 мм; радиус сферы головки заклепки $R = 13.0$ мм; длина стержня заклепки $L_3 = 40.0$ мм; длина каждой соединяемой детали $L_n = 80.0$ мм; ширина каждой соединяемой детали $B = 80.0$ мм; толщина каждой соединяемой детали $h = 20.0$ мм; диаметр сквозного отверстия в каждой соединяемой детали $D_n = 16.1$ мм.



Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.179	
GIF (Australia) = 0.356	ESJI (KZ) = 1.042	
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

На всех кромках деталей заклепочного соединения были выполнены радиусные фаски размером r 0.2 мм. Материал заклепки и соединяемых деталей – сталь 10 ГОСТ 1050-88 [6].

Решение выполнялось в модуле Static Structural программного комплекса Ansys. Не изменяющиеся по величине нагрузки прикладывались в одной плоскости.

Длительность действия сил на поверхности деталей заклепочного соединения – 1.0 с. Разбиение твердотельных моделей заклепочного соединения было выполнено на 207355 конечных элементов.

Твердотельная модель заклепочного соединения в трехмерной постановке и действующие равные нагрузки представлены на рис. 1.

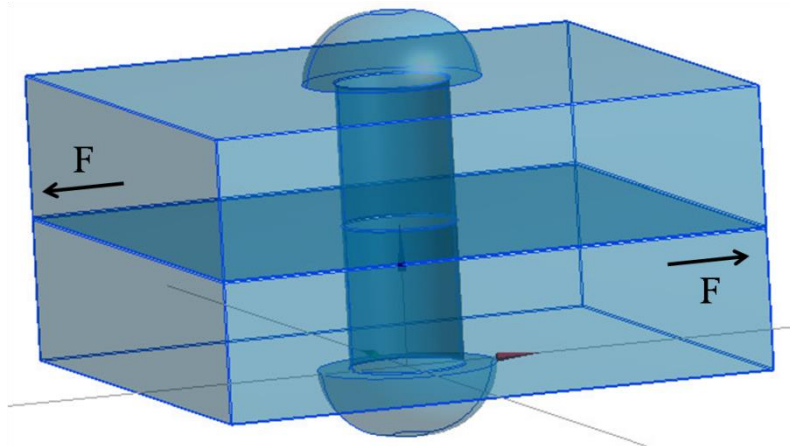


Рисунок 1 – Трехмерная модель заклепочного соединения. F – направление действия постоянной нагрузки.

Значения коэффициентов биаксиальности для каждой деформированной детали соединения представлены на рис. 2. Биаксиальность – это коэффициент, определяемый как отношение

знакопеременного минимального напряжения к знакопеременному максимальному напряжению [7].

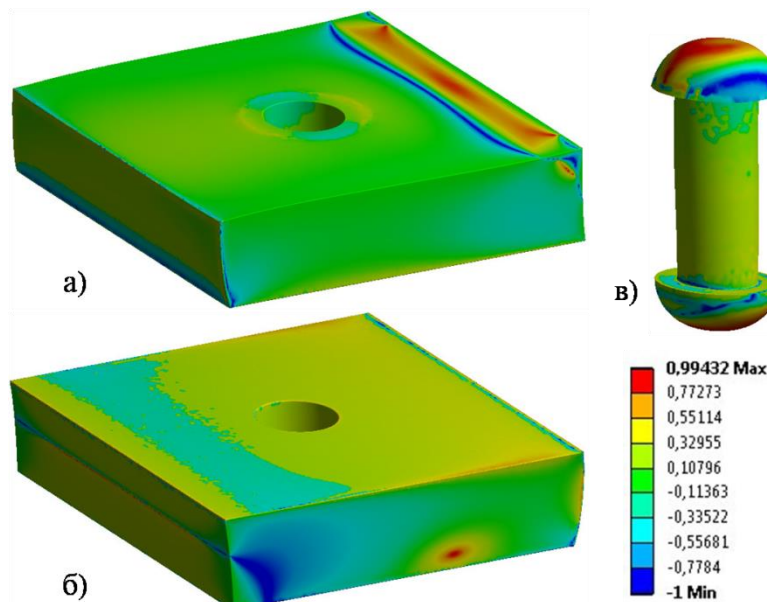


Рисунок 2 – Индикаторы биаксиальности: а – верхняя плита, б – нижняя плита, в – заклепка.

Расчетные величины коэффициентов биаксиальности составляют от 1.0 до -1.0. При коэффициенте биаксиальности, равном 1.0, первое, второе и третье напряжения (нормальные

и касательные) в точке равны. С уменьшением значения коэффициента биаксиальности с 1.0 до 0 величина третьего главного напряжения уменьшается, а первого главного напряжения

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.179	
GIF (Australia) = 0.356	ESJI (KZ) = 1.042	
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

увеличивается. Аналогичные расчеты выполняются и для отрицательных значений коэффициентов биаксиальности. Положительные величины коэффициентов биаксиальности характеризуют растяжение материала детали, отрицательные – сжатие.

В соответствии с индикаторами биаксиальности, стержень заклепки подвергается растяжению. Значение коэффициента составляет 0.1...0.3. Головка заклепки находится в равнонапряженном состоянии: сжимающее действие на периферии и растягивающее действие ближе к оси детали. Поверхность отверстия верхней соединенной детали испытывает растяжение (желтый цвет на модели) и сжатие (голубой цвет на модели). Отверстие детали начинает вытягиваться в направлении действия силы. Отверстие нижней соединенной детали равномерно растягивается.

Таким образом, в исследуемой схеме нагружения заклепочного соединения большая интенсивность напряжения наблюдается в верхней соединенной детали.

Направление и интенсивность полной деформации каждой детали заклепочного соединения отображены на эпюрах векторов (рис. 3).

Полная деформация деталей заклепочного соединения рассчитывается как алгебраическая сумма линейной и угловой деформаций возникающих по трем координатным осям и плоскостям [8]

$$\varepsilon_{tot} = \left(\varepsilon_x + \frac{\alpha_{xy} + \beta_{xy}}{2} + \frac{\alpha_{xz} + \beta_{xz}}{2} \right) + \left(\varepsilon_y + \frac{\alpha_{yx} + \beta_{yx}}{2} + \frac{\alpha_{yz} + \beta_{yz}}{2} \right) + \left(\varepsilon_z + \frac{\alpha_{zx} + \beta_{zx}}{2} + \frac{\alpha_{zy} + \beta_{zy}}{2} \right)$$

где α и β – углы наклона граней элементарного параллелепипеда (продольное сечение формы стержня заклепки).

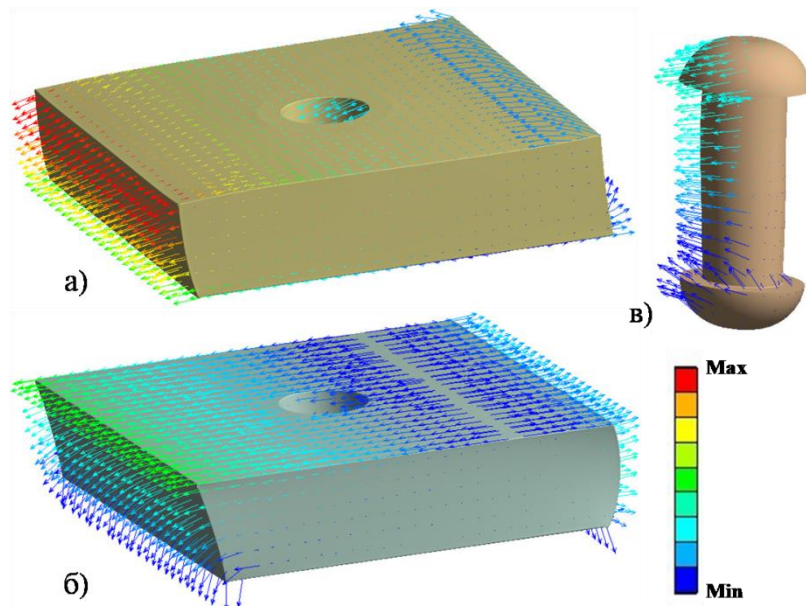


Рисунок 3 – Эпюры векторов полной деформации: а – верхняя плита, б – нижняя плита, в – заклепка.

Направление деформации материала заклепки соответствует направлению действия нагрузки на верхнюю деталь соединения. Можно отметить, что возможному разрушению неразъемного соединения будет способствовать значительные изменения геометрических форм верхней и нижней деталей. Ввиду того, что абсолютная деформация заклепки может иметь как положительные, так и отрицательные значения, то при суммировании деформаций, полная деформация на некоторых участках будет равна практически нулю. Срез (разрушение) заклепки в условиях неравномерной деформации

может произойти в месте перехода диаметра стержня в буртик головки.

Представленная картина напряженно-деформированного состояния деталей заклепочного соединения внахлестку позволяет судить о запасе прочности соединительного элемента с учетом геометрических размеров стержня (длина и диаметр) и толщины пластин. Отношение деформации стержня заклепки к деформации поверхности детали, на которую действует нагрузка, составляет 1:3 (рис. 3, а) и 1:2 (рис. 3, б) когда расстояние от края пластин до оси заклепки составляет $L_n/2$.

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	PIIHQ (Russia) = 0.179	
GIF (Australia) = 0.356	ESJI (KZ) = 1.042	
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

References:

1. (2015) Zaklepka. Available: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Заклёпка> (Accessed: 09.09.2015).
2. (2015) Klepanye ili zaklepochnye soedineniya. Available: http://k-a-t.ru/detali_mashin/14-dm_klepka/index.shtml (Accessed: 09.09.2015).
3. (2015) Raschet zaklepochnogo soedineniya. Available: http://mysopromat.ru/uchebnye_kursy/sopromat/sdvig/raschet_zaklepochnogo_soedineniya/ (Accessed: 09.09.2015).
4. (1980) GOST 10299-80. Button-head rivets classes B and C. Specifications.
5. (1980) GOST 10304-80. Rivets classes B and C. General specifications.
6. (1988) GOST 1050-88. Carbon structural quality steel gauged bars with special surface finish. General specifications.
7. (2015) Spravka po SOLIDWORKS. Available: http://help.solidworks.com/2012/Russian/solidworks/cworks/IDH_HELP_FATIGUEPLOT.htm (Accessed: 09.09.2015).
8. (2015) Deformation. Available: <http://sopromat.in.ua/textbook/deformatio> (Accessed: 09.09.2015).

