

47/36

El'jaševa, M.A., Kandidat der technischen Wissenschaften
NIAT¹

Der Einfluß der Teilung auf die Dauerfestigkeit punktgeschweißter Verbindungen

Die Festigkeit einer punktgeschweißten Verbindung hängt von den zu verschweißenden Werkstoffen und der Schweißtechnologie, von Konstruktionsfaktoren (oder geometrischen Faktoren), sowie von der Art der Belastung ab.

Im folgenden werden Untersuchungsergebnisse über den Einfluß eines der geometrischen Hauptfaktoren - der Punktteilung - auf die Festigkeit einer Verbindung bei zyklischer Belastung dargelegt.

Die Festigkeit bei zyklischer Belastung - oder die Dauerfestigkeit - wurde durch einen Zug- und Scherversuch auf der Basis von $10 \cdot 10^6$ Zyklen einer Serie von 6 - 12 Prüfkörpern auf der Resonanz-Zug-Druck-Maschine "Senk" bei einer Frequenz von 2800 Zyklen in der Minute bestimmt.

Die Versuche wurden bei dem Asymmetriekoeffizienten

(a)

des Zyklus durchgeführt.

Die Festigkeit wurde nach der Bruchspannung im gesamten Blech (σ_z) und nach der Bruchlast für einen Punkt (P_m)

¹ Anm. d. Übers.: NIAT - Naučno-issledovatel'skaja assoca-cija avtotransporta (Wissenschaftliche Forschungsvereinigung für Kraftfahrwesen)

bestimmt.

Die Festigkeit der Punktschweißverbindung läßt sich bei vorgegebener Länge der Naht L oder der Zahl der Punkte n nach der Formel

bestimmen, wobei δ - die Blechdicke ist.

Der Einfluß der Teilung auf die Dauerfestigkeit von punktgeschweißten Verbindungen wurde auf der Basis der Wöhlerkurven von Verbindungen mit ungleicher Teilung bestimmt, die als Beispiel in Zeichnung 1 dargestellt sind.

Die Ergebnisse der Auswertung der Versuchswerte sind in Form von graphischen Darstellungen in den Zeichnungen 2 und 3, sowie in der Tabelle aufgezeigt.

Aus den angeführten Daten ist ersichtlich, daß mit der Vergrößerung der Teilung sich die Bruchspannung im Blech bei zyklischer Belastung verringert.

So beträgt für Stahl 10h18N9T (mit der Dicke 2 mm) die Dauerfestigkeit des Blechs σ_s in einer Verbindung mit der Teilung 20 mm - 3,3 kg/mm², während sie bei der Teilung 80 mm nicht über 1,4 kg/mm² hinausging.

Somit hat sich bei der 4fachen Vergrößerung der Teilung die Dauerfestigkeit um das 2,5fache verringert. Für Titan der Sorte VT1D mit der Dicke 1,5 mm beträgt die Dauerfestigkeit bei der Teilung 20 mm - 2,5 kg/mm² und bei der Teilung 50 mm - 1,7 kg/mm²; d.h. mit einer Vergrößerung der Teilung um das 2,5-fache hat sich die Dauerfestigkeit um das 1,5fache verringert.

Daraus ist ersichtlich, daß - im Unterschied zu der statischen Festigkeit, die sich (unter der Voraussetzung eines konstanten Durchmessers der Schweißlinsen) bekanntlich reziprok zur Teilung der Punkte ändert - sich die Dauerfestigkeit einer Schweißverbindung nicht proportional

zur Vergrößerung der Teilung verringert.

Wie aus der Tabelle folgt ist der Festigkeitsgrad einer Schweißverbindung bei zyklischer Belastung umso höher, je kleiner die Teilung ist.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

1. Mit der Vergrößerung der Punktteilung verringert sich die Dauerfestigkeit des Blechs in der punktgeschweißten Verbindung und die entsprechende Belastung für einen Punkt wird etwas größer; die Dauerfestigkeit einer Punktschweißverbindung insgesamt verringert sich mit der Vergrößerung der Teilung.

2. Der Festigkeitsgrad einer Schweißverbindung ist bei zyklischer, wie auch bei statischer Belastung umso höher, je kleiner die Teilung ist.

Z e i c h n u n g 1

Wöhlerkurven von Schweißverbindungen mit verschiedener Punktteilung:

nach der Spannung im Blech:

a - 1Ch18N9T; b - VT1D;

nach der Belastung für einen Punkt:

c - 1Ch18N9T; d - VT1D.

Z e i c h n u n g 2

Einfluß der Teilung auf die Dauerfestigkeit einer Punktschweißverbindung

Z e i c h n u n g 3

Einfluß der Nahtlänge bei konstanter Teilung auf die Dauerfestigkeit einer Punktschweißverbindung:

n - Anzahl der Punkte;

v - Breite des Prüfstücks

T a b e l l e

Werkstoff	Dicke δ in mm	Festig-	Dauer-	Teilung t in mm	Dauerfestig-		Festig-	
		keit	festig-		keit			keits-
		des Grundwerk-			Belastung	Spannung		grad der
		stoffes		pro			im	
		σ_v in kg/mm ²	σ_r in kg/mm ²	Punkt	Blech	K		
				P_m in kg	σ_s in kg/mm ²			

Stuttgart, den 11. 11. 1968

i.A.

Monika Wagenknecht

(Monika Wagenknecht)

Dipl.-Übersetzerin

щин при наплавке под флюсом БКФ и к уменьшению этой тенденции при наплавке под флюсом АН-26.

3. Введение в электродную проволоку бария до 0,4% (по расчету) практически не сказалось на количестве горячих трещин в наплавленном металле (флюс АН-26).

4. Наличие в проволоке небольших количеств свинца (порядка 0,0017%), олова (порядка 0,0016%), а также повышенных концентраций серы в проволоке активизирует процесс образования горячих трещин в наплавленном металле. Поэтому электродные проволоки, флюсы и компоненты электродных покрытий должны быть предельно чистыми по этим элементам.

Литература

1. Прохоров Н. Н., Горячие трещины при сварке, Машгиз, 1952.
2. Рабкин Д. М. и Фрумкин И. И., Причины обра-

зования горячих трещин в сварных швах, «Автоматическая сварка» № 2 (11), 1950.

3. Казеннов Ю. И., Горячие трещины при ручной электродуговой сварке стали IX18H9T, «Автоматическая сварка» № 4, 1953.

4. Медовар Б. И., К вопросу о природе горячих трещин в сварных швах, «Автоматическая сварка» № 4, 1954.

5. Любавский К. В., Некоторые вопросы металлургии автоматической сварки под флюсом стали ЭЯ1Т, «Автогенное дело» № 4, 1949.

6. Приданцев М. В. и Эстулин Г. В., Влияние примесей на свойства жаропрочных сплавов на никельхромовой основе, «Сталь» № 7, 1957.

7. Приданцев М. В., Работы в области изыскания новых сталей и сплавов, металловедения и термической обработки, «Сталь» № 11, 1957.

8. Астафьев А. С. и Руссиян А. В., Сварка аустенитных кислотостойких сталей ЭИ-530, ЭИ-628 и ЭИ-629, «Автоматическая сварка» № 3, 1956.

Влияние шага на усталостную прочность точечных соединений

Канд техн. наук М. А. ЭЛЬЯШЕВА
НИИТ

Прочность точечного соединения зависит от свариваемых материалов и технологии сварки, конструктивных (или геометрических) факторов, а также характера нагружения.

Ниже приводятся результаты исследования влияния одного из основных геометрических факторов — шага точек на прочность соединения при циклическом нагружении.

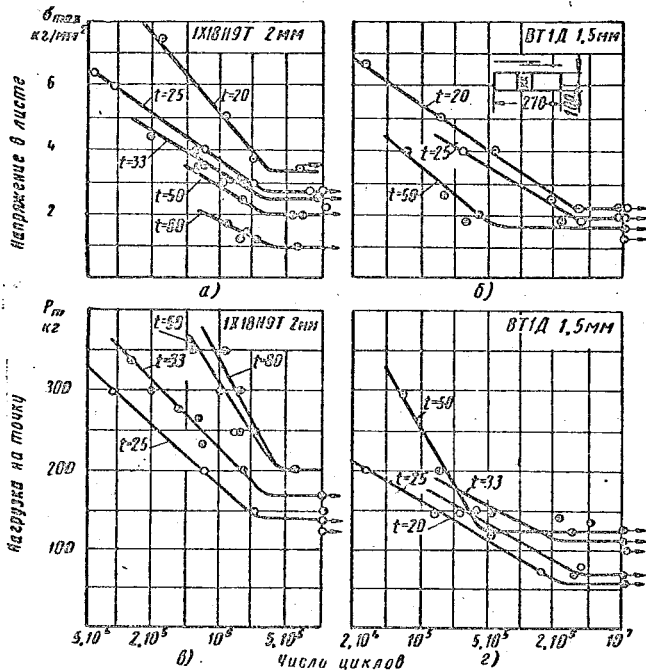


Рис. 1. Кривые усталости сварных соединений с различным шагом между точками: а — IX18H9T; б — VT1D; по напряжению в листе; в — IX18H9T; г — VT1D. по нагрузке на одну точку.

Прочность при циклическом нагружении, или усталостная прочность, определялась путем испытания на базе $10 \cdot 10^6$ циклов серии из 6—12 образцов на растяжение — срез на резонансной машине «Шенк» при частоте 2800 циклов в минуту.

Испытания проводились при коэффициенте асимметрии цикла

$$r = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}} = 0,1.$$

Прочность определялась по разрушающему напряжению в целом листе (σ_m) и по разрушающей нагрузке на одну точку (P_m).

Прочность точечного соединения при заданной длине шва L или числе точек n определяется по формуле

$$P_{\text{соед}} = P_m \cdot n = \sigma_m \cdot L \cdot \delta,$$

где δ — толщина листов.

Влияние шага на усталостную прочность точечных соединений оценивалось на основе кривых усталости соединений с разным шагом, представленных в качестве примера на рис. 1. Результаты обработки экспериментальных данных приведены в виде графиков на рис. 2 и 3, а также в таблице.

Материал	Толщина δ в мм	Предел прочности основного материала		Шаг t в мм	Предел усталости		Коэффициент прочности соединения K
		σ_b в кг/мм ²	σ_T в кг/мм ²		Нагрузка на точку P_m в кг	Напряжение в листе σ_m в кг/мм ²	
Д16Т	2	43	11	35	90	1,5	0,14
	1,5	—	—	40	—	—	
VT1D	1,5	60	28	20	70	2,5	0,09
				25	75	2,1	0,075
				33	100	2,0	0,08
				50	125	1,7	0,06
ЭИ654Н	1,5	100	40	20	100	3,25	0,08
				30	125	2,7	0,07
ЭИ703	1,2	70	28	20	65	2,7	0,09
IX18H9T	2	55	38	20	135	3,3	0,09
				25	140	2,9	0,08
				33	165	2,5	0,075
				50	200	2,1	0,055
				80	200	1,4	0,035
VT5D	1,5	70	40	25	70	1,9	0,05
OT4	1,5	70	—	20	125	4,1	—
				30	130	2,9	—
				50	135	1,8	—

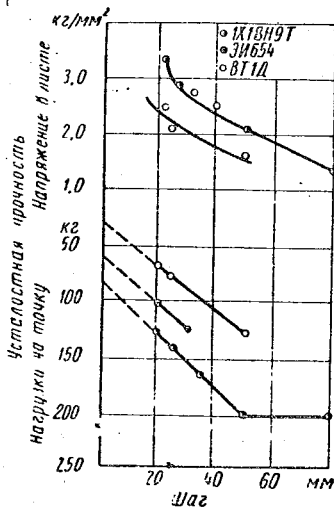


Рис. 2. Влияние шага на усталостную прочность сварного точечного соединения.

Отсюда видно, что в отличие от статической прочности, которая, как известно, изменяется обратно пропорционально шагу точек (при условии постоянного диаметра ядра точек), усталостная прочность сварного соединения уменьшается не пропорционально увеличению шага.

Как следует из таблицы, чем меньше шаг, тем выше коэффициент прочности сварного соединения при циклических нагрузках.

Выводы

1. С увеличением шага между точками предел усталости листа в точечном соединении уменьшается, а соответствующая

Из приведенных данных видно, что с увеличением шага разрушающее напряжение в листе при циклическом нагружении уменьшается.

Так, для стали 1X18H9T (толщиной 2 мм) предел усталости листа $\sigma_{ш}$ в соединении с шагом 20 мм составляет 3,3 кг/мм², в то время как при шаге 80 мм он не превышал 1,4 кг/мм².

Таким образом, при увеличении шага в 4 раза усталостная прочность уменьшилась в 2,5 раза. Для титана марки ВТ1Д толщиной 1,5 мм усталостная прочность при шаге 20 мм составляет 2,5 кг/мм², а при шаге 50 мм — 1,7 кг/мм², т. е. с увеличением шага в 2,5 раза усталостная прочность уменьшилась в 1,5 раза.

ная нагрузка на одну точку несколько увеличивается; усталостная прочность сварного точечного соединения в целом с увеличением шага уменьшается.

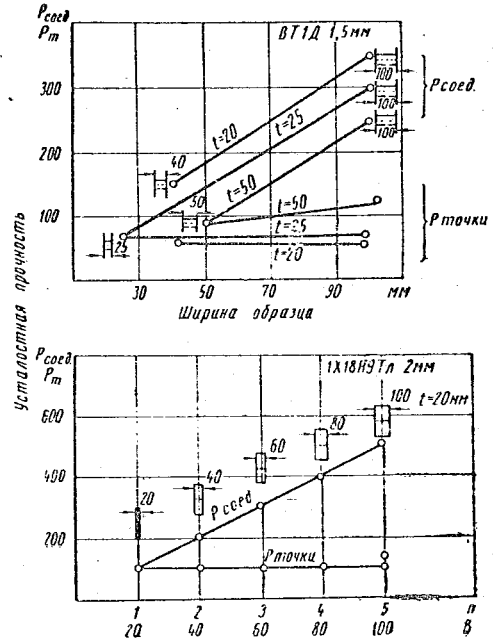


Рис. 3. Влияние протяженности шва при постоянном шаге на усталостную прочность сварного точечного соединения: n — число точек; a — ширина образца.

2. Коэффициент прочности сварного соединения при циклическом нагружении, как и при статическом, тем больше, чем меньше шаг.

Производственный ОТДЕЛ

Развитие сварки на Челябинском тракторном заводе

Инж. И. Ф. КОБЗЕВ

В первых тракторах С-60, изготовленных на Челябинском тракторном заводе более 25 лет назад, сварка использовалась в ограниченных размерах.

При переходе на производство трактора С-65 количество сварных узлов и общий объем сварки увеличились примерно в полтора раза (табл. 1).

В послевоенные годы, когда завод перешел на производство более мощных тракторов С-80, конструкторы смело стали использовать сварку в самых ответственных узлах трактора: раме тележки, заднем мосту, лонжеронах, кабине и др. В результате этого объем сварки в конструкции трактора С-80 резко увеличился (см. табл. 1).

Особенно возросло применение дуговой, газовой и точечной сварки; стыковая сварка осталась на прежнем уровне, шовная уменьшилась в основном за счет перевода топливного бака на дуговую сварку в связи с увеличением толщины металла.

При изготовлении трактора С-80, а затем (с июня 1953 г.) и С-100 применяются электроды с толстым покрытием, нанесенным под давлением, обеспечивающим больший коэффициент наплавки; применяются электроды большого диаметра (4—8 мм) при токе до 500 а, а также все в более возра-

Таблица 1

Объем сварочных работ (трактор С-60 принят за единицу).

Марка трактора	Вид сварки				
	Дуговая	Контактная			Газовая
		Точечная	Стыковая	Шовная	
С-60	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
С-65	1,5	2,8	1,2	1,3	1,15
С-80	37,1	5,7	1,2	0,75	3,95

стающем объеме внедряется автоматическая сварка под флюсом.

Суммарная длина сварных швов трактора С-100 составляет 250 м; вес наплавленного металла превышает 40 кг. В конструкции предусмотрено более 3000 сварных точек.

Одной из особенностей применения сварки на заводе является расположение сварочных участков и постов непо-