

УДК 621.74

Диордийчук В. В.

### ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПАЛЛЕТ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ФОРМОВОЧНЫХ ЛИНИЙ С РАМОЙ СВАРНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Наибольшее распространение в литейном производстве получают транспортные системы автоматизированных формовочных линий, составленные из паллет.

Наиболее оптимальной конструкцией транспортной системы автоматизированной формовочной линии для производства крупного литья в условиях серийного производства является система, в которой:

- тележки, составляющие конвейер не жестко связаны друг с другом;
- все технологическое оборудование выстраивается компактно по оси линии (без ответвлений в сторону);
- не требуется дополнительное грузоподъемное и транспортное оборудование (за исключением операций установки грузов на формы перед заливкой в них жидкого металла и снятия их после затвердевания жидкого металла).

Таким требованиям отвечают получившие в последнее время широкое распространение в отечественной и зарубежной практике автоматизированные формовочные линии, в которых транспортная система выполнена из паллет. При этом сама транспортная система является комбинированной и состоит из отдельных участков, по которым опоки, полуформы и литейные формы вместе с паллетами перемещаются по рельсовому пути, по рольгангу и по трансбордеру (передача с одной ветви конвейера на другую) [1–3].

Целью данной работы является разработка технологии изготовления рам паллет сварной сотовой конструкции для автоматизированной формовочной линии.

Такая автоматизированная линия с размерами опок  $2900 \times 1700 \times 500$  мм, была разработана фирмой «KUNKEL WAGNER» для ЗАО «Азовэлектросталь» (г. Мариуполь). Впоследствии с целью увеличения фронта заливки и продолжительности застывания жидкого металла в форме она была модернизирована [1].

Паллеты перемещаются по прямой линии с помощью толкателя, а передача паллет с литейными формами с одной линии на другую производится поперечными трансбордерами.

Паллета автоматизированной формовочной линии, фирмы «KUNKEL WAGNER», представляет собой жесткую тележку небольшой высоты (300 мм) и значительными линейными размерами ( $2900 \times 1700$  мм) (см. рис. 1). Небольшая высота паллеты обуславливается необходимостью ее прохождения по целому ряду позиций, а жесткость ее обеспечивается рамой сотовой конструкции.

На ЗАО «Азовэлектросталь» в составе автоматизированной формовочной линии № 1 «KUNKEL WAGNER» эксплуатируются паллеты сварной конструкции. Рама сотовой конструкции состоит из продольных и поперечных вертикальных ребер. Ребра сварены друг с другом и с горизонтальной опорной плитой. К вертикальным ребрам приварены также элементы установки колес и опор для вертикального перемещения паллеты с залитой формой.

При перемещении паллеты с литейной формой по рельсовому пути (см. рис. 2) на нее действуют:

- равномерно-распределенная, вертикальная нагрузка от веса опок, формовочной смеси, залитого жидкого металла и груза ( $q$ );
- горизонтальная нагрузка (в буферные части паллет) от усилия толкателя ( $F$ );
- динамическая нагрузка от установки на форму груза ( $F_{дин}$ ).

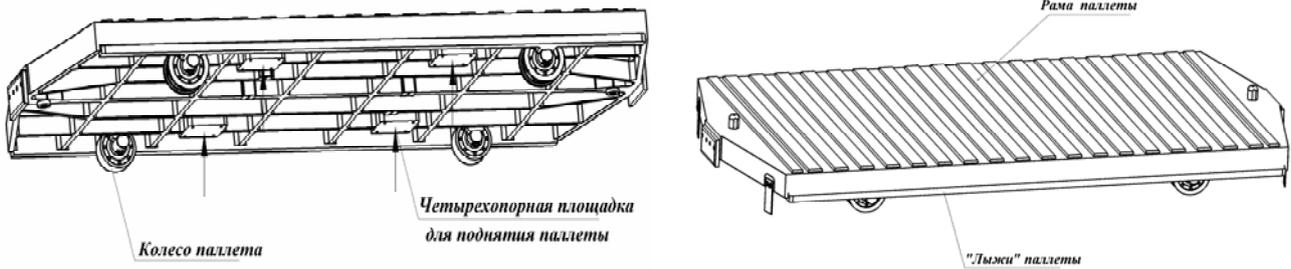


Рис. 1. Паллета автоматизированной формовочной линии

Помимо напряжений и деформаций, возникающих в паллете под действием приложенных нагрузок, в них возникают так называемые собственные напряжения, которые существуют в раме паллеты даже при отсутствии воздействий внешних сил. Процесс сварки обычно сопровождается неравномерным нагревом металла и пластическими деформациями, что приводит к образованию собственных деформаций и напряжений. Собственные напряжения создают так называемые внутренние усилия в раме паллеты.

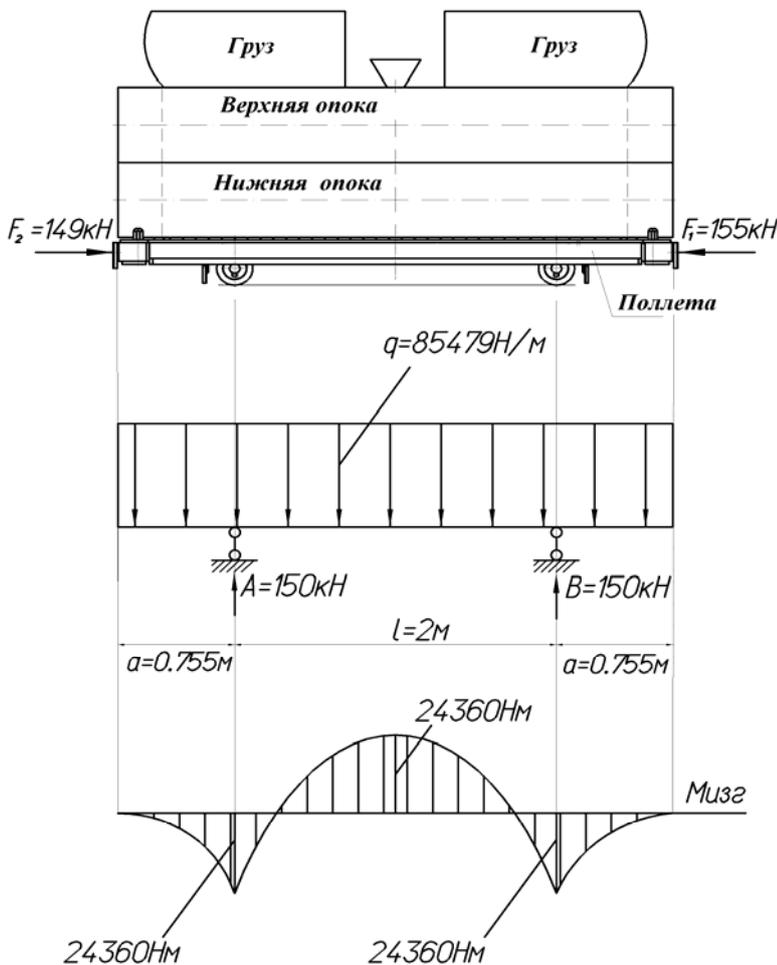


Рис. 2. Распределения сил

Под действием этих усилий могут возникнуть значительные перемещения отдельных точек сварной рамы паллеты вследствие ее укорочения, изгиба, закручивания и т. д.

Распределения остаточных напряжений в основных типах сварных соединений исследовано экспериментально и теоретически довольно широко. Продольные остаточные напряжения  $\sigma_x$  в сварных соединениях, выполненных внахлестку, угловых и в тавр как по величине, так и по распределению в основном аналогичны напряжениям в стыковых соединениях, т. е. максимальные их значения в конструкциях из низкоуглеродистых и аустенитных сталей близки к  $\sigma_m$ . Помимо продольных, в сварных однородных соединениях возникают также и поперечные остаточные напряжения  $\sigma_y$ .

В основе известных методов уменьшения и устранения сварочных напряжений и де-

формаций лежат три принципа, на использовании которых и построены различные технологические приемы [2, 3]:

1. Уменьшение величины пластической деформации укорочения в процессе нагрева и уменьшения объема металла, участвующего в пластической деформации. Это можно

достигнуть регулированием термического воздействия, например уменьшением погонной энергии сварки, искусственным охлаждением, уменьшением количества сварных швов, их калибра, предварительным нагревом, растяжением металла в процессе сварки в зоне нагрева и др.

2. Увеличение пластических деформаций удлинения в зонах, где возникли пластические деформации укорочения. В идеальном случае достигается равенство тех и других, в результате чего величина остаточных деформаций оказывается равной нулю. Приемами, основанными на этом принципе, являются проковка, прокатка, растяжение после сварки, изгиб, закрепление в приспособлениях, высокий отпуск.

3. Компенсация возникающих деформаций и перемещений путем создания деформаций противоположного знака. Например, предварительный пластический изгиб перед сваркой.

Учитывая выше изложенное, для уменьшения и устранения сварочных напряжений и деформаций, а также, учитывая рекомендации по технологичности конструкции [4, 5], при изготовлении рамы паллеты применили первый и второй принципы.

Протяженные швы заваривали от середины к краям, обратноступенчатым способом, с диаметрально противоположных сторон. Сварку выполняли «в разброс» двумя сварщиками при этом раму варили попарно с установкой грузов. Элементы рамы при этом крепили между собой скобами и планками. После сварки по указанной схеме с одной стороны на 35–40 % длины сварных швов, раму кантовали на 180 градусов и заваривали сварные швы с другой стороны на 40 % с последующей кантовкой и заваркой с другой стороны. Так продолжалось до выполнения сварных швов по всей длине. Все элементы рамы, включая ребра, изготовлены из листовой стали толщиной 20 мм марки 09Г2С. Параметры сварных швов, примененных в конструкции рамы, занесены в табл. № 1. Общая длина вертикальных швов составляет 20160 мм.

Таблица 1

Параметры сварных швов

№ п/н	Тип шва	Проволока	Высота (мм)	Длина (м)	Ток (А)
1	Н1100/200 ГОСТ 14771-76	1,2 мм Св08Г2С	6	84 (горизонтальный)	150–180
2	Т1 ГОСТ 14771-76	2 мм Св08Г2С	8	15	350–370
3	Т3 ГОСТ 14771-76	2 мм Св08Г2С	8	27 (горизонтальный)	350–370
4	Т1 ГОСТ 14771-76	УОНИ 13/55	20	2	140–160
5	У6 ГОСТ 14771-76	2 мм Св08Г2С	30	0,4	360–400
6	Т1 ГОСТ 14771-76	2 мм Св08Г2С	10	1,8	360–380
7	Н1 ГОСТ 14771-76	2 мм Св08Г2С	8	0,4	350–370
8	Т1 ГОСТ 5264-80	УОНИ 4 13/55	6	1,2	140–160
9	Т8 ГОСТ 5264-80	УОНИ 4 13/55	20	1,2	160–180

В табл. № 1 сварные швы № 8, 9 выполнялись для приварки технологических распорок, а для сборки попарно применялись технологические проушины и планки в количестве 8–10 шт на каждую паллету.

При превышении отклонения от плоскостности верхней опорной поверхности относительно направляющих более 3 мм рама паллеты перед механической обработкой подвергалась термообработке и правке.

После сварки производилась термическая обработка рамы. Отпуск выполнялся в термической печи с температурой посадки до 300 °С со скоростью нагрева до 60 °С в час. При этом производился нагрев до 500–550 °С с последующей выдержкой 4,0–4,5 часа. Затем рамы охлаждались с печью до 150–200 °С со скоростью около 50 °С в час, дальнейшее охлаждение выполнялось на воздухе [6, 7].

При эксплуатации паллет были выявлены случаи их выхода из строя по причине возникновения трещин в вертикальных швах и частичной потери жесткости конструкции. На основании выполненных расчетов и уточнения напряжений, возникающих в сварных швах и в элементах рамы, даны рекомендации по усилению центрального хребтового ребра и опорных буферных зон с 20 мм до 30 мм. Внедрение рекомендаций в производство частично повысило эксплуатационную стойкость паллет. Необходимо чтобы каждое отдельное ребро работало на изгиб в пределах своей несущей способности, но для этого необходимо знать закон распределения усилий по всей конструкции рамы. Для оптимизации конструкции рамы паллеты, уменьшения количества сварных швов и снижения трудоемкости сварочных работ необходимо разработать математическую модель распределения нагрузок на каждый несущий элемент рамы.

Несмотря на то, что расчетные напряжения в сварных швах рамы паллеты ниже допускаемых, трещины в отдельных узлах все же возникают, что указывает на неравномерность распределения напряжений в раме. Установление закона распределения напряжений в объеме рамы способствовало бы созданию оптимальной равнопрочной конструкции рамы паллеты и повышению ее эксплуатационной стойкости.

## ВЫВОДЫ

Разработана технология и изготовлена партия рам паллет сварной сотовой конструкции для автоматизированной формовочной линии «KUNKEL WAGNER». При этом общая протяженность вертикальных сварных швов составила около 20 м.

При эксплуатации паллет имеются случаи образования трещин в сварных швах с некоторой потерей жесткости конструкции.

Уточнены нагрузки, испытываемые паллетой в процессе эксплуатации. Рекомендовано усилить центральное продольное хребтовое ребро и опорные буферные зоны до 30 мм, что несколько повысило эксплуатационную стойкость рам паллет.

Необходимо разработать математическую модель распределения нагрузок на каждый несущий элемент рамы, что способствовало бы созданию оптимальной равнопрочной конструкции с высокой эксплуатационной стойкостью паллеты.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Патент Украины № 15676, B22D47/00. Литейная формовочная линия / Савчук А. В., Чепурной А. Д., Андрияш А. С. и др. – Оубл. 17.07.2006, Бюл. № 7.
2. Николаев Г. А. Расчет, проектирование и изготовление сварных конструкций / Г. А. Николаев, С. А. Куркин, В. В. Винокуров. – М. : Высшая школа, 1971. – 126 с.
3. Николаев Г. А. Сварные конструкции. Расчет проектирование / Г. А. Николаев, В. В. Винокуров. – М. : Высшая школа, 1990. – 250 с.
4. Николаев Г. А. Сварные конструкции. Технология изготовления. Автоматизация производства и проектирование сварных конструкций / Г. А. Николаев, С. А. Куркин, В. В. Винокуров. – М. : Высшая школа, 1983. – 220 с.
5. Тальтов Г. Б. Сварные деформации и напряжения / Г. Б. Тальтов. – Л. : Машиностроение, 1973. – 258 с.
6. Сагалевич В. М. Методы устранения сварных деформаций и напряжений / В. М. Сагалевич. – М. : Машиностроение, 1974. – 188 с.
7. Хромченко Ф. А. Технология и оборудование для термической обработки сварных соединений / Ф. А. Хромченко, П. М. Корольков. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 226 с.