

В.В. ДИОРДИЙЧУК, нач. бюро НТК ЧАО „АзовЕлектроСталь”, Мариуполь;
В.А. ШКОДА, к. т. н., Мариуполь

О КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЯХ И ОПЫТЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛИТЫХ ЧУГУННЫХ РАМ ПАЛЛЕТ В СОСТАВЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ФОРМОВОЧНЫХ ЛИНИЙ

У статті описаний характер навантажень, які випробовують рами палет в процесі їх експлуатації. Відмічена значна трудомісткість виготовлення вказаних рам методом зварювання. Розглянуті варіанти виготовлення рам палет з чавунів: з кулястим графітом, з вермикулярним графітом, сірого з пластинчастим графітом. Показана прийнятність використання у складі автоматизованих формувальних ліній литих палет з сірого чавуну СЧ25 за умови установки сталевих вставок в найбільш навантаженої зоні опорних коліс.

Ключові слова: автоматизована формувальна лінія, зварна конструкція, палета, міцність.

В статье описан характер нагрузок, испытываемых рамами паллет в процессе их эксплуатации. Отмечена значительная трудоемкость изготовления указанных рам методом сварки. Рассмотрены варианты изготовления рам паллет из чугунов: с шаровидным графитом, с вермикулярным графитом, серого с пластинчатым графитом. Показана приемлемость использования в составе автоматизированных формовочных линий литых паллет из серого чугуна СЧ25 при условии установки стальных вставок в наиболее нагруженной зоне опорных колес.

Ключевые слова: автоматизированная формовочная линия, сварная конструкция, паллета, прочность.

Character of loading tested by the pallet's frames in a process of their exploitation is described in the paper. The considerable laboriousness of making of those frames by welding method is marked. The variants of making of pallet's frames are considered from cast-irons: with spherical graphite, with vermicular graphite, with grey-and-laminar graphite. Acceptability of use of cast pallet from SC25-grey cast-iron in composition of automated molding lines is shown under condition of setting of steel insertions in the most loaded zone of supporting wheels.

Keywords: automatic molding line, welded construction, pallet, strength.

Введение. Широкое распространение в отечественной и зарубежной практике получили автоматизированные формовочные линии (АФЛ), в которых транспортная система выполнена из большого количества паллет. Паллета – неприводная специальная транспортная тележка, имеющая большие габариты в плане (по размеру опоки) при небольшой высоте. Корпус паллеты представляет собой жесткую, горизонтально ориентированную раму с развитым оребрением снизу платформы (сотовая конструкция). В частности, паллеты, применяемые на АФЛ ЧАО “АзовЕлектроСталь”, имеют раму размерами 3000х1900 мм и высотой 170 мм.

Постановка задачи. Рама паллеты испытывает в процессе работы: изгибающий момент от установки литейной формы с залитым металлом (массой до 30 т) и от динамического воздействия устанавливаемого краном на форму технологического груза, силовую равномерно распределенную вертикальную нагрузку,

боковую горизонтальную нагрузку от взаимодействия паллеты с соседними паллетами, тепловое воздействие при нарушении целостности формы и прорыве из нее жидкого металла, пару сил от возникновения сил трения между ребрами колес и рельсами при искривлении последних [1]. В связи с вышеперечисленными нагрузками к раме паллеты предъявляются повышенные требования по прочности и, прежде всего, к материалу, из которого она изготовлена.

Рамы паллет обычно изготавливаются сварными из сталей 09Г2С или СтЗсп, механические свойства которых приведены в табл. [2].

Но при этом проявляются следующие недостатки: большая

Таблица – Механические свойства сталей

Марка стали	Толщина проката, мм	σ_s , МПа	σ_T , МПа
09Г2С	10-20	470	325
СтЗсп	4-20	370	235

трудоемкость изготовления, порезка листовой стали на большое количество составных элементов, обеспечение их стыковки, большая длина сварных швов ~ 120 м, коробление при сварке, термообработка для снятия сварочных напряжений, правка и повторная термообработка. Выполнение всех вышеперечисленных операций требует много времени, и цикл изготовления рамы затягивается, что недопустимо по условиям эксплуатации автоматизированных формовочных линий (при необходимости замены паллет, вышедших из строя).

Заманчивым вариантом могло бы быть изготовление рам паллет литой конструкции, однако информация об их изготовлении и эксплуатации отсутствует в литературе.

По прочностным соображениям на первый взгляд необходимо изготовление рам из стали. Однако изготовление такой литой крупногабаритной конструкции по требованиям литейной технологии вызовет необходимость повышения (по сравнению со сварной конструкцией) толщины стенок до 30-35 мм, что повлечет за собой значительное возрастание расхода металла, а также увеличение усилия на толкателях линии, что нежелательно. Поэтому перспективно изготовление рам паллет из чугуна по двум соображениям: во-первых, чугун имеет большую жидкотекучесть, обеспечивающую получение толщины стенок на уровне толщин прокатного листа (и даже ниже), используемого при изготовлении сварной рамы; во-вторых, плотность чугуна (7,0-7,2 г/см³) ниже, чем низкоуглеродистой стали (7,85 г/см³), что позволит снизить массу рамы но, конечно, первоочередным требованием является обеспечение должной прочности и надежности конструкции. Следует отметить еще важное преимущество чугунов по сравнению со сталью. При коррозии чугуна очень быстро образуется поверхностный окислительный слой, который прочно сцеплен с матрицей и препятствует дальнейшему развитию коррозии. На стали при коррозии образуется легко отслаиваемый слой, не препятствующий дальнейшему распространению коррозии. Чугунные отливки, кроме указанного, имеют повышенную термостойкость и устойчивость против коробления при повышенных температурах.

При этом возникает вопрос, какой же чугун использовать для изготовления

рамы? Ближе всего к стали по прочности высокопрочный чугун с шаровидным графитом (ВЧШГ). У этого чугуна высокие механические свойства, обусловленные наличием шаровидного графита, который в меньшей мере, чем пластинчатый графит, ослабляет рабочее сечение матрицы и не оказывает надрезающего действия, в меньшей мере создаются концентрации напряжений.

Перлитный ВЧШГ имеет: $E = 17500 \div 18500$ кГс/мм², σ_{-1} (растяжение) – $16 \div 20$ кГс/мм², σ_0 (на сжатие) – $150 \div 200$ кГс/мм², σ_u (при изгибе) – $85 \div 120$ кГс/мм², τ_{br} (при срезе) $40 \div 55$ кГс/мм² [3].

Поэтому вначале было принято обоснованное решение изготовить литейную раму из ВЧШГ марки ВЧ-600-3 или ВЧ-450-5 по ДСТУ 3925-99. Однако ни одно предприятие Украины и России не взялось за выполнение этого заказа, аргументируя тем, что в протяженной конструкции рамы не будет обеспечено получение по всем сечениям шаровидного графита, а, значит, требуемых механических свойств. Ряд предприятий выразил готовность отлить раму паллеты из чугуна с вермикулярным графитом, механические свойства которого несколько меньше по сравнению с ВЧШГ и зависят от процентного содержания шаровидного графита: при 10-20% $\sigma_b = 32-38$ кГс/мм², а при 20-30% $\sigma_b = 38-45$ кГс/мм² [3].

После выполнения расчетов реальных усилий и изгибающих моментов, воспринимаемых рамой паллеты в процессе эксплуатации [4], была предпринята попытка отлить опытную партию рам паллет из серого чугуна марки СЧ-25 ГОСТ 1412-85 (EN-G/L-250) с $\sigma_{br} = 250$ МПа, $\sigma_{-1b} = 90-110$ МПа, $\sigma_c = 850-950$ МПа, $\gamma = 7,2$ г/см³.

Так как механические свойства чугуна СЧ25 уступают таковым для стали, было принято решение увеличить толщину стенки рамы с 20 мм (для сварной конструкции) до 22-25 мм. Партия литых рам паллет была отлита в Китайской Народной Республике.

Партию изготовленных рам паллет установили в транспортную систему автоматизированной формовочной линии "KUNKEL WAGNER" и эксплуатировали в течение года. Периодически (примерно 1 раз в месяц) производили визуальное обследование состояния всех узлов рам паллет. Проведенные обследования показали, что литая рама паллеты из чугуна СЧ25 успешно выдерживает возникающие в ней напряжения – при осмотре рам трещин в узлах сочленений ребер и в самой плите не обнаружено. Однако в самых напряженных узлах рамы (зона установки опорных колес) в процессе эксплуатации вначале образуются трещины, которые затем на некоторых рамах приводят к отламыванию части опорной стенки, что указывает на недостаточную ее прочность (рис. 1).

Отламывание происходит, по-видимому, под действием горизонтальной силы перемещения паллет по ветви линии в условии некоторого искривления рельсового пути. Для устранения этого явления необходимо зону установки колес выполнить не из чугуна, а в виде стальной вставки. Стальную вставку можно устанавливать в форму перед заливкой ее чугуном или закреплять после отливки чугунной рамы (рис. 1, д). Масса стальных вставок – 280 кг, что составляет 9,9% от общей массы рамы [5].

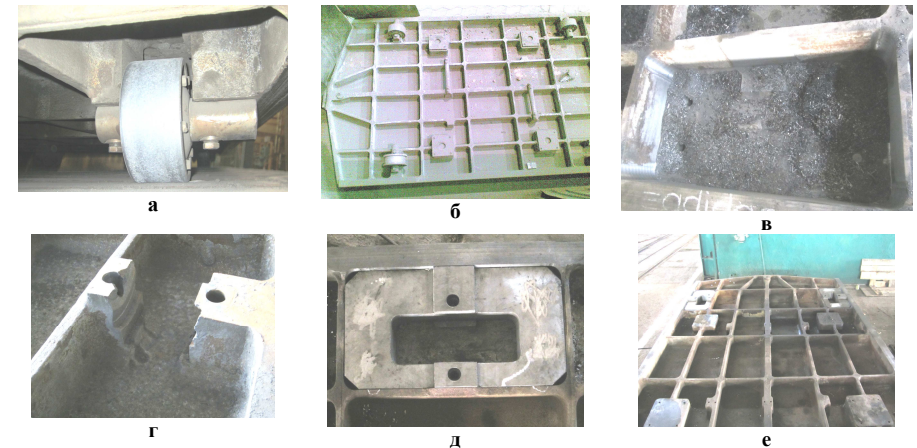


Рис. 1 – Паллета литой конструкции из чугуна СЧ25:

а – вид снизу на паллету; б – вид на узел опорного колеса; в – разрушение части опоры рамы под колесом; г – механическая обработка узла установки колес; д – установка стальной вставки для крепления узла колеса; е – вид на раму паллеты снизу с установкой вставки под узел колеса

Рамы из чугуна СЧ25 со встроенными в них стальными вставками под опоры колес показали при эксплуатации надежную работу, не уступая сварным конструкциям. При этом трудоемкость и цикл изготовления рам паллет значительно снижены.

Логично предположить, что при использовании для изготовления рам паллет высокопрочного чугуна с шаровидным графитом или с вермикулярным графитом нет необходимости в установке стальных вставок в раму под опоры колес.

Выводы:

1. В транспортных системах автоматизированных литейных линий получили применение сварные конструкции рам паллет. Их производство связано со значительными трудозатратами и длительным циклом производства.
2. Перспективным вариантом могло бы стать изготовление рам тележки методом литья из чугуна. Однако сведения об этом в технической литературе отсутствуют.
3. Рассмотрены варианты изготовления рам паллет из чугунов: с шаровидным графитом, с вермикулярным графитом, серого с пластинчатым графитом.
4. На основе анализа реальных нагрузок при эксплуатации паллет разработана литая конструкция рамы из серого чугуна СЧ25 и осуществлена отливка их опытной партии.
5. Длительная эксплуатация литых паллет из серого чугуна СЧ25 показала их приемлемость использования в составе АФЛ при условии установки стальных вставок в наиболее нагруженной зоне опорных колес.

Список литературы: 1. Диордийчук В.В., Шкода В.А. Транспортные системы автоматизированных формовочных линий крупного литья // Вестник НТУ «ХПИ». Тем. вып.: Машиностроение и САПР. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2010. – №19. – С. 95-100. 2. Васильченко В.Т., Рутман А.Н., Лукьяненко Е.П. Справочник конструктора металлических конструкций. – Киев: Будівельник, 1990. – 312с. 3. Гиринович Н.Г. Справочник по чугуно-му литью. – Л.: Машиностроение, 1978. – 758 с. 4. Диордийчук В.В., Шкода В.А. Анализ силовых нагрузок и изгибающих моментов, воспринимаемых паллетами автоматизированных формовочных линий // Вестник НТУ «ХПИ». Тем. вып.: Машиностроение и САПР. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2010. – №38. – С. 152-159. 5. Диордийчук В.В., Игнатенко С.В., Попова Н.Д. и др. Паллета автоматизированной формовочной линии. Патент Украины № 72582, кл. B22C19/00. Опубл. 27.08.2012, бюл. № 16.

Поступила в редколлегию 04.10.2012

УДК 621.01: 656.135: 539.3

Н.Л. ИВАНИНА, инж.-констр., НТК ЧАО „АзовЕлектроСталь”, Мариуполь;
В.И. ГОЛОВЧЕНКО, к.т.н., вед. инж.-констр., НТК ЧАО „АзовЕлектро-
Сталь”, Мариуполь

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ И ПОСТРОЕНИЕ ГАБАРИТНОЙ ПОЛОСЫ ДВИЖЕНИЯ ДЛИННОБАЗНЫХ СЕДЕЛЬНЫХ АВТОПОЕЗДОВ ПРИ ИХ ПОВОРОТАХ НА 90° И 180°

На основі досвіду проектування та випробувань на маневрові якості седлових автопотягів встановлено, що у разі автопоїзду з базою напівприцепа понад 10 м розрахунок габаритної смуги руху при повороті на 90° та 180° має бути обов'язково доповнений кінематичним аналізом руху ланок автопоїзду з метою перевірки можливості зупинки обертання внутрішніх коліс візка напівприцепа в процесі повороту та обчисленням показника поперечного юзу.

Ключові слова: сидельний автопотяг, габаритна смуга руху, кінематичний аналіз, радіус повороту

На основе опыта проектирования и испытаний на маневренность седельных автопоездов установлено, что в случае автопоезда с базой полуприцепа свыше 10 м расчет габаритной полосы движения при повороте на 90° и 180° должен быть обязательно дополнен кинематическим анализом движения звеньев автопоезда с целью проверки возможности остановки вращения внутренних колес тележки полуприцепа в процессе поворота и вычислением показателя поперечного юза.

Ключевые слова: седельный автопоезд, габаритная полоса движения, кинематический анализ, радиус поворота.

Experience gained from designing and testing for maneuverability of saddle automobile trains proved that in case of a train with semitrailer base length over 10 m calculations for turn band dimensions at 90° and 180° turns must be supplemented with kinematic analysis with the aim of checking if the semitrailer boggy inner wheels can stop their rotation in the course of turn as well as with the aim of calculating the rate of transverse sliding.

Keywords: saddle automobile train, band dimension of motion, kinematic analysis, turning radius.

Введение. Как известно, автопоезд обладает меньшей маневренностью, чем одиночный автомобиль, поэтому при его проектировании уделяется особое внимание вопросам обеспечения вписываемости (т.е. соответствия его габаритной полосы криволинейного движения внешним ограничениям на пути движения или на месте эксплуатации), особенно – если полуприцеп автопоезда длиннобазный (свыше 8 м),