

©Малицкий И.Ф., Чернятина Е.В.

## МЕТОДИКА НАЛАДКИ ПОЛУАВТОМАТА СБОРКИ КОЛЕСНОЙ ПАРЫ РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА

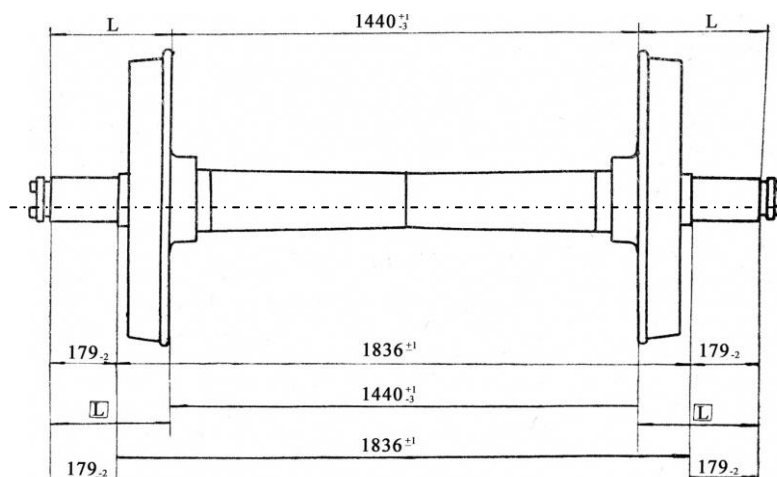
### 1. Постановка проблемы

В крупносерийном производстве вагоностроения важную роль играет автоматизация производственного цикла. Автоматизация сборочных процессов представляет определенные трудности и значительно меньше распространена в машиностроении, чем автоматизация механической обработка. Одним из самых важных узлов вагона является колесная пара. От надежности, и точности изготовления и, особенно сборки, зависит надежность эксплуатации. Любая неточность сборки колесной пары может привести к тяжелым последствиям

В настоящее время сборка колесной пары производится методом запрессовки колеса на ось гидравлическим прессом. При этом необходимо получить межбандажный размер колесной пары  $L=1140_{-3}^{+1}$  мм и размеры  $L_1=L_2=179_{.2}$  мм (рис. 1).

Для выдерживания размера  $1140_{-3}^{+1}$  рабочий отмечает керном центр оси и, с помощью штанги, установленной в лунку центра оси, напрессовывает колесо до соприкосновения с штангой, размер которой равен половине размера  $1140_{-3}^{+1}$  мм, т.е. 720 мм. При этом по техническим условиям размеры  $L_2$  с одной и другой стороны не должны отличаться больше чем на 3 мм.

Разработка технологического процесса сборки находится в зависимости от технологичности конструкций деталей и узлов машин. При механизации и, особенно, автоматизации сборки это имеет большое значение. Одним из существенных составляющих технологичности конструкций машин является технологичность расстановки размеров и у допусков, устанавливающих взаимосвязь между деталями входящие в сборочное сопряжение



**Рис. 1** – Колесная пара вагона с колесами  $\varnothing 950$  мм и схема размерной цепи

## 2. Основной материал

При автоматической сборке преимущественно должен применяться метод сборки полной взаимозаменяемости. Обоснованность отработки размерной взаимосвязи деталей в сборочном сопряжении осуществляется расчетом размерной цепи. Существенным фактором технологичности конструкций для сборки является наличие удобных сборочных баз, которые должны совпадать с конструктивными базами. В этом случае процесс сборки будет обладать стабильностью, надежностью и иметь наименьшую трудоёмкость. Как указывалось выше, достижение размеров указанных на чертеже (рис. 1), выполняется вручную. Для автоматического получения сочетания размеров  $L=1140^{+1}_{-3}$  мм с  $L_{-2}$ справа и  $L_{-2}$ слева при отсутствии в осевом направлении конструктивных и сборочных баз, необходимо провести проверку расчетом размерной цепи. Размеры  $L_{-2}$  пр и  $L_{-2}$ лев измерить практически нельзя

На рис. 1 внизу показана схема размерной цепи собранной колесной пары, где замыкающим звеном являются размеры  $L_1$  и  $L_2$ .

При расчете размерной цепи методом максимум-минимум получим:

Максимум (+)	Минимум (-)
0.00	2.00
1.00	1.00
0.00	2.00
3.00	1.00
$\Sigma 4.00$	$\Sigma 6.00$

Из расчета видно, что абсолютная суммарная величина суммарного допуска на размеры  $L_{-2}$  лев и  $L_{-2}$  прав равна 10 мм. Таким образом, неравенство этих размеров может достигать 5 мм, что не удовлетворяет техническим условиям. Расчет этой размерной цепи на основе теории вероятностей и математической статистики, при коэффициенте относительного рассеяния  $K=1,4$  и относительной асимметрии  $\alpha = 0$

$$\Delta_{н.к} = \sum_{os} \Delta_{os} - \sum_{ot} \Delta_{ot} \pm \sqrt{\sum K_i^2 T_i^2} = \Delta_{ok} \pm T_k,$$

где  $\Delta_{н.к}$  – прдельные отклонения замыкающего звена

$\Delta_{os}$  и  $\Delta_{ot}$  – координаты средин полей допусков увеличивающих и уменьшающих составляющих звеньев цепи

$\Delta_{ok}$  – координата середины поля допуска замыкающего звена

$T_i$  – половина абсолютной величины допуска  $i$ -го составляющего звена;

$T_k$  – половина абсолютной величины поля допуска замыкающего звена.

В нашем случае

$$\Delta_{п} = (-1+0-1) -(1) \pm 1.4 \sqrt{1^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2} = -1 \pm 3,7 \text{ мм.}$$

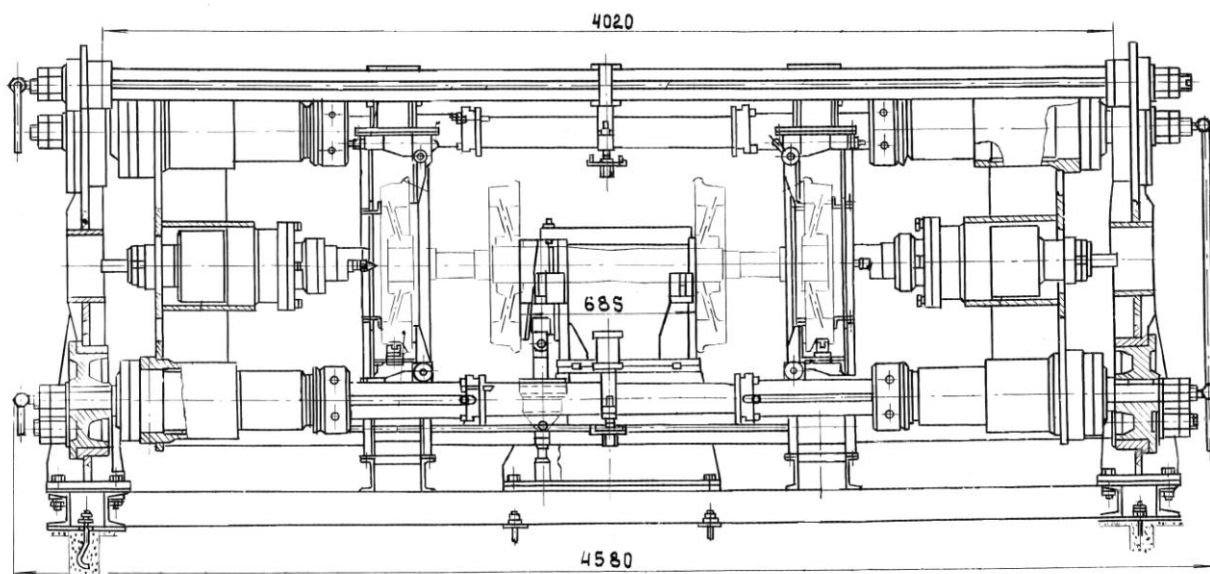
Отсюда:

верхнее отклонение допуска замыкающего звена будет:  $ВО = - 1 + 3.7 = 2,7$  мм;

нижнее отклонение допуска замыкающего звена будет:  $НО = - 1 - 3.7 = 4,7$  мм.

Суммарная абсолютная величина допуска для размеров  $L_{-2}$  лев и  $L_{-2}$ пр равна 7,4 мм, а половина будет 3,7 мм. Таким образом, и эта величина не обеспечивает технических условий. Следовательно, полная взаимозаменяемость невозможна и ориентироваться на один из торцов, как конструкторскую базу (как показана расстановка размеров на чертеже) нельзя. Для того, чтобы удовлетворить технические условия чертежа, за конструкторскую базу необходимо взять середину оси.

При переходе сборки колесной пары на сборку с термовоздействием (нагревом колеса с последующей свободной насадкой колеса на ось) процесс сборки легко поддается автоматизации на сборочно-разборочном стенде (рис. 2).



**Рис 2** – Сборочный п/а колесных пар Патент № 69232 25.04.2012

**Таблица 1** – Деформации обода колеса в результате нагрева

Количество колес в партии	Температура нагрева колеса $t, ^\circ\text{C}$	Средняя деформация обода колеса, $\Delta_t, \text{мм}$	Упругая деформация	Время схватывания, $T, \text{мин.}$	Сползание колеса, $\Delta_c, \text{мм}$
10	220 - 230	2.5	0.035	5	0.7
10	240 - 260	2.6	0.045	8	0.6
9	260 - 280	2.6	0.035	5	0.5
11	280 - 300	2.8	0.045	6	0.5
12	300 - 320	2.9	0.04	7	0.5
$\Sigma 52$	$\Sigma 270$	$\Sigma 2,68$	$\Sigma 0.04$	$\Sigma 0.62$	$\Sigma 0.56$

Для настройки полуавтомата сборки необходимо выдержать сборочные размеры  $L=1140_{-3}^{+1}$  мм между внутренними торцами ободов колес и размеры  $L_{=2\text{лев}}$  и  $L_{=2\text{пр}}$  «выхода». Так как при сборке с термовоздействием колеса от нагревания деформируются, то настроечный размер на стенде (расстояние между упорами) должен учитывать отклонения, вызванные деформацией. В результате экспериментальных исследований (табл. 1) были получены величины деформаций:

- $\Delta_t$  – средняя деформация обода колеса при нагревании – 2,75 мм;
- $\Delta_\delta$  – упругая деформация в пересчете на средний натяг – 0,04 мм;
- $\Delta_c$  – величина сползания колеса до момента схватывания – 0,6 мм.

На основании проведенных исследований деформаций колес в результате их нагрева и осуществления сборки с гарантированным натягом, получена формула для настройки сборочного полуавтомата сборки колесных пар

$$L = l + 2(\Delta_t + \Delta_\delta + \Delta_c) \approx 1439 + 2(0.7 + 0.04 + 0.56) \approx 1445,6 \text{ мм}$$

Точность установки упоров  $\pm 3$  мм, округляя размер 1445,6 до 1446 мм.

### **Выводы**

➤ При сборке с термовоздействием для получения точной размерной взаимосвязи деталей в сборочном узле, необходимо учитывать деформации, которые возникают в процессе нагрева собираемых деталей.

➤ Автоматическая сборка на сборочных автоматах возможна только при условии полной взаимозаменяемости, которая возможна, когда допуск замыкающего звена равен сумме допусков составляющих звеньев и, в тоже время, допуски составляющих звеньев должны находиться в пределах экономической точности механической обработки данного производства.

➤ Приведенный в статье расчет размерной цепи при сборке колесной пары определил конструкторскую базу, при которой сборка возможна с полной взаимозаменяемостью.

➤ Проведенные исследования по выявлению размерных деформаций колеса позволили определить настроечный размер на полуавтомате сборки, что обеспечит точность сборки узла колесной пары.

### **Список использованных источников:**

1. Андреев Г. Я. Тепловая сборка в машиностроении : монография / Г. Я. Андреев ; науч. ред. Н. К. Резниченко ; Укр. инж.-пед. акад. – Харьков : [б. и.], 2011. – 350 с.

2. Малицкий И. Ф. Индуктор с петлевой катушкой для одновременной разборки двух колес / И. Ф. Малицкий, М. Ю. Коваленко // Машинобудування : зб. наук. пр. / Укр. інж.-пед. акад. – Х., 2008. – Вип. 2. – С. 128–133.

3. Андреев Г. Я. Тепловая сборка колесных пар / Г. Я. Андреев. – Харьков: Изд-во Харьк. ун-та, 1965. – 227 с.

4. Иванов В. В. Технологичность конструкций – резерв производства / В. В. Иванов. – Харьков,: Прапор, 1968. – 83 с.

*Малицкий И.Ф., Чернятина Е.В.* «Методика наладки полуавтомата сборки колесной пары рельсового транспорта».

В статье рассмотрен и предложен метод наладки полуавтоматической сборки колесной пары подвижного состава железнодорожного транспорта. Приведены расчеты размерной взаимосвязи деталей колесной пары и определение настроечного размера полуавтомата сборки колесной пары.

**Ключевые слова:** сборка, ось, колесо, тепловая деформация колеса, размерная цепь, настроечный размер.

*Малицький І.Ф. Чернятіна О.В.* «Методика наладки напівавтомата складання колісної пари рейкового транспорту».

В статті розглянуто і пропонується метод наладки напівавтоматичного складання колісної пари рухомого складу залізничного транспорту. Приведені розрахунки розмірного взаємозв'язку деталей колісної пари і визначення налагодженого розміру напівавтомата складання колісної пари.

**Ключеві слова:** складання, ось, колесо, теплова деформація колеса, розмірний ланцюг, розмір налагодження.

*Malickij I.F., Chernjatina E.V.* “Methods of adjustment of semiautomatic assembly of rail transport 's wheel pair”.

The article presents the method of adjustment of semi-automatic assembly of rail transport's wheel pair. Calculations of dimensional interrelation of details of wheel pair and determination of the adjusting size of a semiautomatic assembly of wheel pair are given.

**Key words:** assembly, axis, wheel, thermal deformation of a wheel, dimensional chain, adjusting size.

Стаття надійшла до редакції 17 вересня 2012 р.