

УДК 621.01

**АНАЛИЗ МОЛОТИЛЬНОГО АППАРАТА  
КОМБАЙНА ACROS***А. С. Мельников, О. Н. Резец*

Донской государственной технической  
университет, Ростов-на-Дону, Российская  
Федерация

[amelnikov@lenta.ru](mailto:amelnikov@lenta.ru)[gaarachka@mail.ru](mailto:gaarachka@mail.ru)

Рассматривается задача конструкторского и технологического обеспечения основного показателя точности молотильного аппарата на основе размерного анализа с применением теории размерных цепей. Установлено, что применение ручной рихтовки при изготовлении обусловлено особенностями конструкции. Сформулированы основные пути для достижения требуемой точности без трудоемкой ручной рихтовки.

**Ключевые слова:** молотильный барабан, зерноуборочный комбайн, оптимизация конструкции и технологии, зазор.

**Введение.** Начиная с прицепного комбайна РСМ-8 и по современные модели конструкция молотильного аппарата всех модификаций зерноуборочных комбайнов, выпущенных заводом РСМ, а сегодня ООО «Комбайновый завод «Ростсельмаш», остается практически неизменной (за исключением некоторых изменений непринципиального характера). Аппарат состоит из двух сборочных единиц: барабана и подбарабанья, взаимодействие которых определяется зазором между вершиной бичей на вращающемся барабане и неподвижными планками подбарабанья, сквозь который протаскивается барабаном с большой скоростью скошенная зерновая масса. Ударом этой массы о планки подбарабанья из колосьев выбивается зерно, которое в дальнейшем процессе сепарации отделяется от соломы и половы. Этот зазор уменьшается от входа к выходу обмолачиваемой массы за счет поворота всего подбарабанья. Роль зазора очень велика, так как с его увеличением растут потери зерна, остающегося в необмолоченном колосе, а с его уменьшением увеличивается опасность дробления зерна, что тоже фактически ведет к потерям урожая. Поэтому назначается допуск на величину этого зазора. В комбайне РСМ-8 на выходе зазор назначался равным  $4\pm 1$  мм. Сегодня в комбайне он назначен  $4\pm 2$  мм. Колебания зазора вызваны двумя главными причинами:

1) отклонением от параллельности бича и планки, возникающем при сборке молотильного аппарата и не ограниченным в конструкторской документации допуском;

2) колебаниями радиуса расположения рабочей поверхности бичей относительно оси вращения барабана.

Конструкция барабана не предусматривает возможности изменения радиуса расположения вершин бичей ни пригонкой (съемом материала с какой-нибудь детали), ни регулированием. Для изменения радиуса применяется рихтовка, т.е. изменение радиусов путем пластической холодной

UDC 621.01

**ANALYSIS OF THRESHING MECHANISM  
OF ACROS COMBINE***A. S. Melnikov, O. N. Rezets*

Don State Technical University, Rostov-on-Don,  
Russian Federation

[amelnikov@lenta.ru](mailto:amelnikov@lenta.ru)[gaarachka@mail.ru](mailto:gaarachka@mail.ru)

The article deals with the problem of design and technological support of the main index of accuracy of threshing apparatus on the basis of dimensional analysis using the theory of dimensional chains. It is established that the use of manual alignment during manufacturing is due to the design features. The main ways to achieve the required accuracy without labor-intensive manual alignment are formulated.

**Key words:** threshing drum, combine harvester, optimization of design and technology, clearance

деформации, осуществляемой вручную кувалдой. Это очень трудоемкая операция, требующая, кроме больших затрат времени, и немалых физических усилий рабочего. Многократные попытки найти технологию без этой операции или хотя бы механизировать ее успехов не имели.

В настоящей работе поставлена задача выявить причины, вызывающие необходимость рихтовки, и определить возможные пути совершенствования конструкции и (или) технологии для устранения ручного труда.

Методологической основой решения данной задачи служит размерный анализ конструкции барабана на базе использования теории размерных цепей.

**Размерный анализ молотильного барабана.** Молотильный барабан представляет собой установленную на вал решетчатую штампо-сварную сборочную единицу, несущую равномерно расположенных по окружности восемь–десять бичей. Таким образом за один оборот барабана с неподвижной планкой подбарабанья образуются восемь–десять зазоров. Кроме того, в разных сечениях по длине барабана (1500 мм), в которых такой зазор формируется независимо, эта картина повторяется, а это означает, что величина зазора меняется по длине барабана, т.е. бич перестает быть прямолинейным. Эти обстоятельства диктуют необходимость контролировать зазор как на каждом биче, так и по его длине.

На рис. 1 представлена размерная цепь, показывающая формирование в конструкции молотильного аппарата радиуса расположения вершин рабочего профиля бичей. Физический смысл и величины всех звеньев размерной цепи приведены в табл. 1.

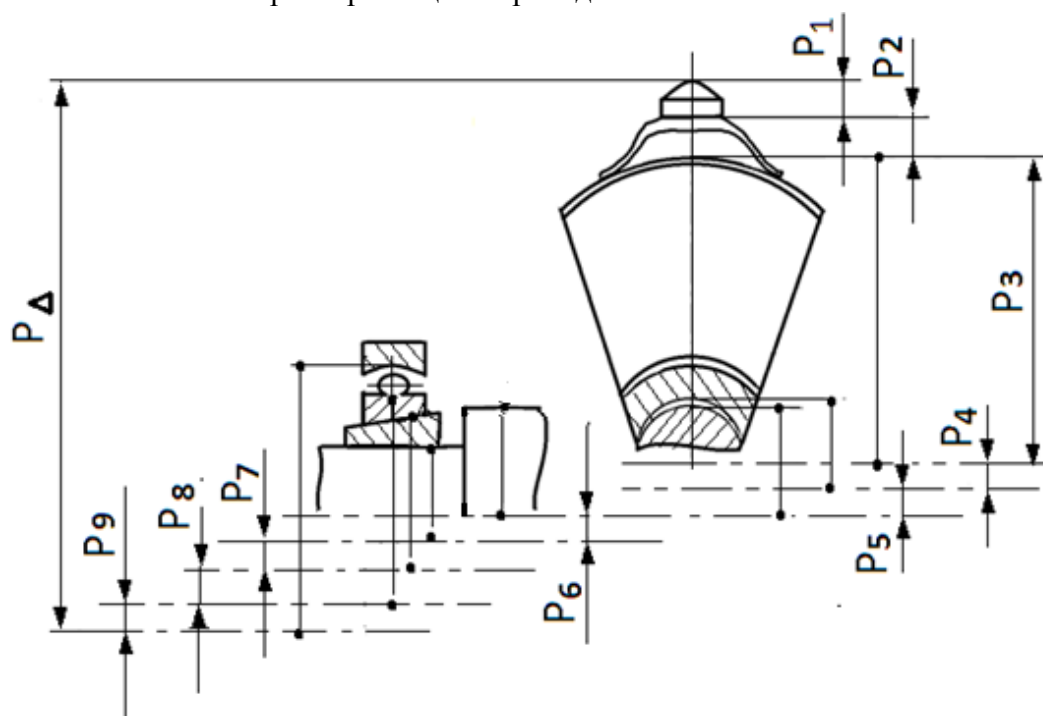


Рис. 1. Размерная цепь формирования радиуса расположения вершин рабочего профиля бичей

Численные значения составляющих звеньев взяты из конструкторской документации ОАО «Ростсельмаш», замыкающего звена  $P_{\Delta}$  — рассчитаны решением обратной задачи теории размерных цепей по уравнению полей допусков.

Результаты анализа размерной цепи и расчетов позволяют сделать ряд важных выводов, на основании которых можно определить возможные конструкторские и технологические действия для ликвидации операции рихтовки барабана:

В размерной цепи девять составляющих звеньев, следовательно, для достижения точности замыкающего звена в ней возможно применить либо пригонку, либо регулирование.

Описание звеньев размерной цепи

Обозначение звена	Физический смысл	Чертежный размер	Номинальное значение	Допуск	Координата середины
PΔ	Радиус расположения рабочей поверхности бичей	$397 +4,145_-$ $3,895$	397	8,04	+0,125
P1	Высота бича	$16,5\pm 1$	16,5	2	0
P2	Высота подбичника	$58\pm 0,6$	58	1,2	0
P3	Радиус диска	$322,5+0,75_-$ $0,5$	322,5	1,25	+0,125
P4	Соосность наружной поверхности и базового отверстия сварного диска	$0\pm 1$	0	2	0
P5	Соосность отверстия диска с базовой шейкой вала	$0\pm 0,52$	0	1,04	0
P6	Соосность шеек вала под диск и подшипник	$0\pm 0,2$	0	0,4	0
P7	Соосность конуса втулки подшипника с базовым отверстием	$0\pm 0,05$	0	0,1	0
P8	Соосность беговой дорожки кольца с базовым отверстием	$0\pm 0,01$	0	0,02	0
P9	Соосность беговых дорожек колец подшипника	$0\pm 0,015$	0	0,03	0

**Заключение.** Конструкция барабана не позволяет применить ни пригонку, ни регулирование, так как в размерной цепи нет составляющего звена, величину которого можно было бы менять путем съема материала (механообработкой) либо без съема материала (регулированием или заменой), т.е. конструкция рассчитана на достижение необходимой точности радиуса полной взаимозаменяемостью.

В то же время расчетное поле допуска радиуса расположения рабочих поверхностей бичей вдвое превышает назначенный допуск зазора между планкой подбарабанья и бичом, что и обуславливает необходимость каких-то действий технолога для достижения требуемой точности молотильного аппарата.

Технологи вынуждены придумать при изготовлении барабана способы менять радиус либо рихтовкой (холодной пластической деформацией чего-то в конструкции, которая выполняется вручную кувалдой), если радиус больше предельно допустимого, либо вводить дополнительную деталь для его увеличения (такая деталь — шайба разной толщины, подкладываемая под бич). Ни то, ни другое не предусмотрено ни конструктором, ни теорией размерных цепей.

Теория размерных цепей доказывает, что повысит точность замыкающего звена возможно либо повышением точности составляющих звеньев, либо уменьшением их количества (так называемый принцип наикратчайшего пути) [1, 2].

Анализ размерной цепи (табл.1) показывает, что наибольшее влияние на появление лишней погрешности радиуса оказывают первые пять звеньев, и их точность никак нельзя повысить. Они изготавливаются либо прокатом ( $P_1$ ), либо холодной штамповкой и последующей сваркой ( $P_2, P_3, P_4$ ). Точность звена  $P_5$  вполне можно существенно повысить, так как, во-первых, современные технологии позволяют экономически эффективно получить отверстие в ступице значительно точнее 14 квалитета, да и посадочную шейку вала под ступицу диска можно не оставлять необработанной (сейчас она не обрабатывается и остается с допуском проката).

Необходимо оптимизировать конструкцию барабана для сокращения количества составляющих звеньев размерной цепи при повышении их точности, ориентируясь на возможности применяемого современного оборудования и реализуемых с их использованием технологий.

#### **Библиографический список**

1. Мельников, А. С. Инженерное обеспечение качества машин : монография / А. С. Мельников, М. А. Тамаркин. — Ростов-на-Дону : Изд. центр ДГТУ, 2011. — 231 с.
2. Методические указания. Цепи размерные. Основные понятия. Методы расчета линейных и угловых цепей РД 50-635-87. — Москва : Изд. стандартов, 1987. — 45 с.