

УДК 621.01

**КОНСТРУКТОРСКО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ
ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ
МОЛОТИЛЬНОГО АППАРАТА
ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ**

Мельников А. С., Резец О. Н.

Донской Государственный Технический
Университет, Ростов-на-Дону, Российская
Федерация

amelnikov@lenta.rugaarachka@mail.ru

Рассматривается задача конструкторско-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: зерноуборочный комбайн, молотильный барабан, оптимизация конструкции и технологии, зазор.

Введение. Молотильный аппарат — механизм, предназначенный для обмолота некоторых сельскохозяйственных культур с целью отделения семян от початков и колосьев.

Молотильный аппарат комбайна состоит из двух сборочных единиц — барабана и подбарабанья, взаимодействие которых определяется зазором между вершиной бичей на вращающемся барабане и неподвижными планками подбарабанья, сквозь который барабаном с большой скоростью протаскивается скошенная зерновая масса. [1-2]

Этот зазор уменьшается от входа к выходу обмолачиваемой массы за счет поворота всего подбарабанья. Роль зазора очень велика, так как с его увеличением растут и потери зерна, остающегося в необмолоченном колосе, с его уменьшением растет опасность дробления зерна, что фактически тоже ведет к потерям урожая.

В технологию сборки барабана для достижения отклонений радиуса расположения рабочих поверхностей в пределах, обеспечивающих получение зазора — пределах допуска, включены ряд операций:

➤ Измерение зазора между рабочей поверхностью каждого бича и неподвижной планкой в трех местах по длине барабана (напротив опорных дисков).

➤ Когда зазор между бичом и планкой оказывается меньше допустимого, предусмотрена ручная рихтовка барабана в каждом измеряемом сечении ударами кувалдой по бичу (некоторое подобие пригонки, только изменение размера достигается без съема материала).

UDC 621.01

**DESIGN AND TECHNOLOGICAL
POSSIBILITIES FOR INCREASING THE
ACCURACY OF THE THRESHING
MECHANISM OF COMBINE
HARVESTERS**

Melnikov A. S., Rezets O. N.

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

amelnikov@lenta.rugaarachka@mail.ru

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

Keywords: combine harvester, threshing drum, optimization of design and technology, clearance.

➤ Отвинчивание гайки болта, которым крепится бич к подбичнику и установкой в образовавшийся зазор между основанием бича и подбичником пластин разной толщины (некоторое подобие регулирования неподвижным компенсатором).

В настоящей работе поставлена задача: определить возможные пути совершенствования конструкции и (или) технологии для устранения ручного труда.

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

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

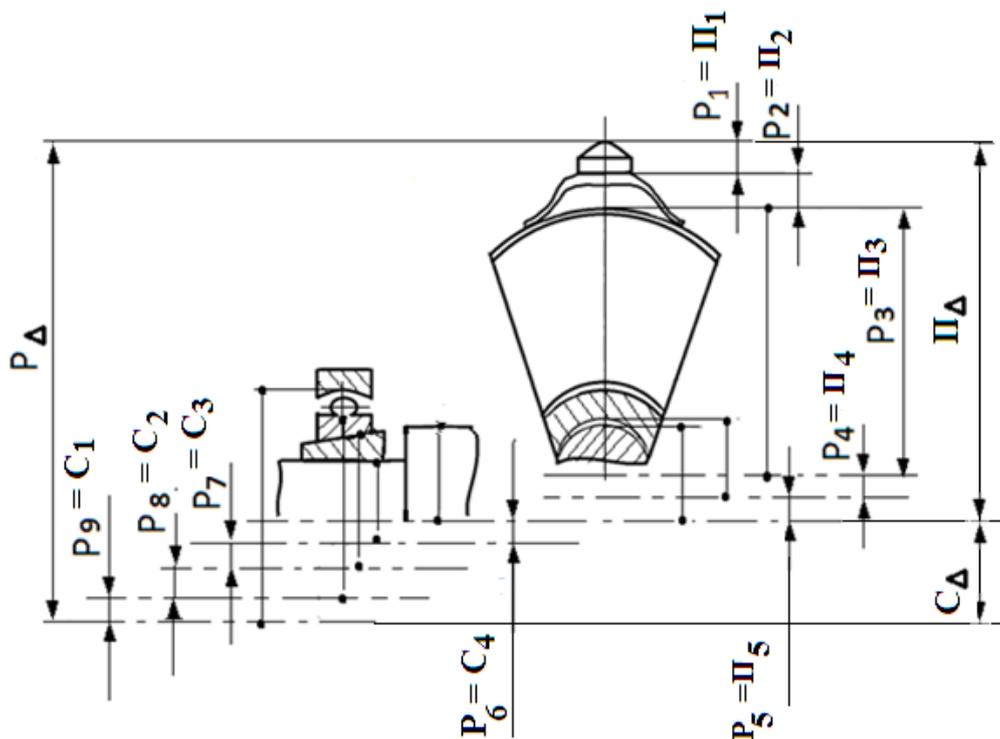


Рис. 1. Размерная цепь формирования радиуса расположения вершин рабочего профиля бичей

Таблица 1

Описание звеньев размерной цепи

Обозначение звена	Физический смысл	Чертежный размер	Номинальное значение	Допуск	Координата середины
P_{Δ}	Радиус расположения рабочей поверхности бичей	$397^{+3,69}_{-3,44}$	397	7,13	+0,125
P_1	Высота бича	$16,5 \pm 1$	16,5	2	0
P_2	Высота подбичника	$58 \pm 0,6$	58	1,2	0
P_3	Радиус диска	$322,5^{+0,75}_{-0,50}$	322,5	1,25	+0,125
P_4	Соосность наружной поверхности и базового	$0 \pm 0,875$	0	1,75	0

Обозначение звена	Физический смысл	Чертежный размер	Номинальное значение	Допуск	Координата середины
	отверстия сварного диска				
P ₅	Соосность отверстия сварного диска с базовой шейкой вала	0±0,19	0	0,38	0
P ₆	Соосность шеек вала под диск и подшипник	0±0,2	0	0,4	0
P ₇	Соосность конуса втулки подшипника с базовым отверстием	0±0,05	0	0,1	0
P ₈	Соосность беговой дорожки кольца с базовым отверстием	0±0,01	0	0,02	0
P ₉	Соосность беговых дорожек колец подшипника	0±0,015	0	0,03	0

Результаты анализа размерной цепи и расчетов позволяют сделать ряд важных выводов, позволяющих определить возможные конструкторские и технологические действия для достижения зазора между бичами и планкой подбарабання в заданных пределах, исключив как рихтовку, так и регулировку неподвижным компенсатором в размерной цепи 9 составляющих звеньев. Следовательно, для достижения точности замыкающего звена в ней возможно применить либо пригонку, либо регулирование.

Поиск возможностей достижения требуемой точности радиуса

Для того, чтобы найти возможные достижения требуемой точности радиуса необходимо размерную цепь P разделить на две составляющие: П и С.

В размерную цепь С входят размеры, допуски которых стандартизованы и достаточно малы, их точность никак нельзя повысить.

В размерную цепь П включены размеры, допуски которых велики и обусловлены возможностями технологий, в результате которых они получаются.

Целью такого деления является выделение в отдельную цепь П тех составляющих звеньев цепи P, анализ технологий получения которых позволит выявить технологические возможности повышения точности P_Δ (за счет актуализации применяемых технологий) без изменения конструкции барабана.

Для этого во-первых, из PЦ P рассчитывается допустимая точность размера П_Δ, при которой может быть обеспечена требуемая точность P_Δ, если С_Δ оставить таким, какой он сейчас есть в заводской конструкции.

Допустимое значение $ТП_{\Delta} = TP_{\Delta} - TC_{\Delta}$, $TP_{\Delta} = 4$ мм

$$TC_{\Delta} = TC_1 + TC_2 + TC_3 + TC_4$$

$$TC_{\Delta} = 0,03 + 0,02 + 0,1 + 0,4 = 0,55$$

$$ТП_{\Delta} = 4 - 0,55 = 3,45$$

В реальной конструкции барабана:

$ТП_1 = TP_1 = 2$, $ТП_2 = TP_2 = 1,2$, $ТП_3 = TP_3 = 1,25$ — это с чертежей деталей;

$ТП_4 = TP_4$ — формируется в размерной цепи Н (рис. 2).

$ТП_5 = TP_5$ — допуск несоосности отверстия сварного диска с базовой шейкой вала (численно равен максимальному зазору между отверстием в сварном диске и наружной поверхностью вала).

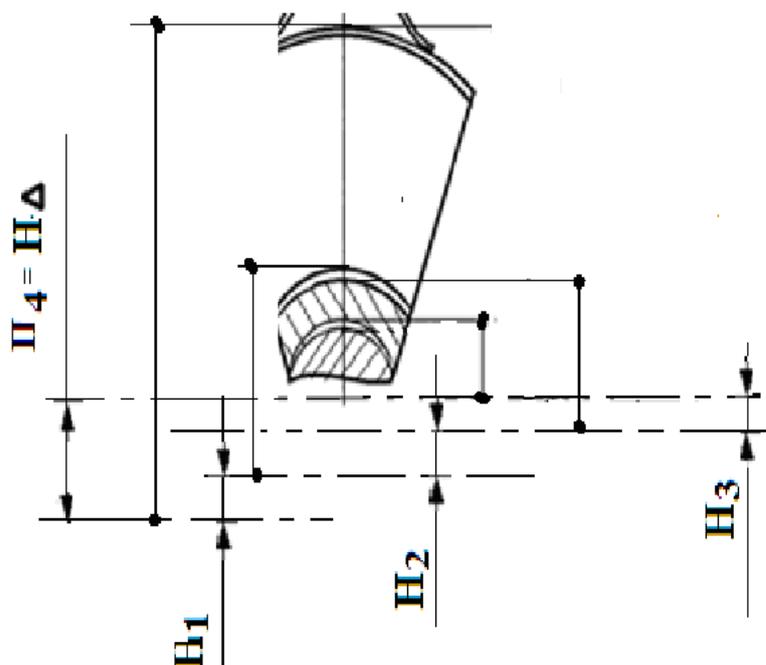


Рис. 2. Размерная цепь формирования радиуса расположения вершин рабочего профиля бичей

$$ТП_4 = ТН_{\Delta} = ТН_1 + ТН_2 + ТН_3$$

$ТН_1$ — допуск несоосности наружной поверхности штампованного диска с отверстием (численно равен радиальному биению, рис. 3)

$ТН_2$ — допуск несоосности отверстия диска с наружной поверхностью ступицы (численно равен максимальному зазору между отверстием в диске и ступицей, рис. 8).

$ТН_3$ — допуск несоосности наружной поверхности ступицы с ее отверстием (численно равен радиальному биению, рис. 4).

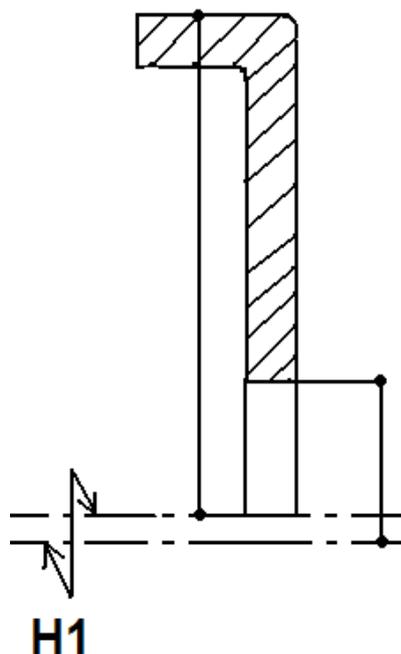


Рис. 3. Допуск несоосности наружной поверхности штампованного диска с отверстием, $H_1 = 0 \pm 0,2$

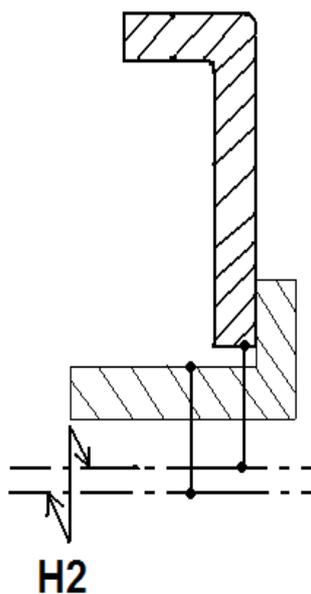


Рис. 4. Допуск несоосности отверстия диска с наружной поверхностью ступицы, $H_2 = 0 \pm 0,405$

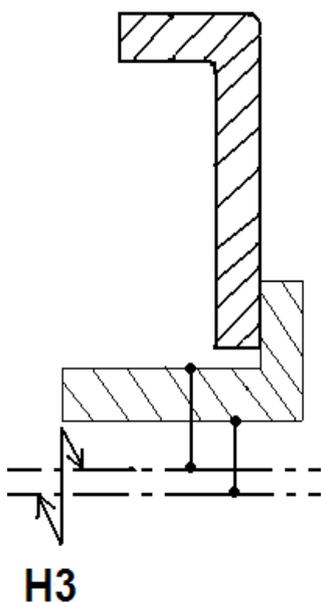


Рис. 5. Допуск несоосности наружной поверхности ступицы с ее отверстием, $H_3 = 0 \pm 0,25$

$$ТП_4 = ТН_\Delta = 0,4 + 0,81 + 0,5 = 1,71$$

Реальное значение $ТП_\Delta$:

$$ТП_\Delta = ТП_1 + ТП_2 + ТП_3 + ТН_1 + ТН_2 + ТН_3 + ТП_5$$

$$ТП_\Delta = 2 + 1,2 + 1,25 + 1,71 + 0,38 = 6,54$$

$$ТП_\Delta \text{ реальное} > ТП_\Delta \text{ допустимое}$$

Реальное значение $ТП_\Delta$ в 1,8 раз превышает допустимое значение. Для исключения данной погрешности необходимо рассмотреть вопрос улучшения составляющих звеньев за счет современных технологий.

Допуск на размер $ТП_1$ повысить невозможно, так как бич изготавливается прокатом.

Допуск на размеры $ТП_2$ и $ТП_3$ повысить также невозможно, так как подбичник и диск изготавливаются штамповкой.

$ТП_4$ и $ТП_5$ вполне можно повысить за счет современных технологий.

$ТП_4$ можно повысить за счет обработки внутреннего отверстия диска и обработки посадочной поверхности ступицы под диск (H_2). Сейчас на этом размере имеем посадку с гарантированным зазором для деталей грубой точности.

Для повышения качества, используя современные технологии, можно задать посадку с гарантированным зазором для деталей с относительно высокой точностью изготовления H_{10}/g_9 . При этом получим $H_2=0,239$.

Размер P_5 , также можно повысить, если посадочную шейку вала под ступицу диска не оставлять необработанной. Отверстие в ступице современные технологии позволяют обработать точнее 11 квалитета. При обработке поверхностей до 9 квалитета получим $ТП_5=1,174$.

После повышения точности необходимо просчитать допуск и сравнить его с допустимым. На основании расчета делаем вывод о достижимости качества аппарата.

Реальное значение $ТП_{\Delta}$ (после повышения точности):

$$ТП_{\Delta} = ТП_1 + ТП_2 + ТП_3 + ТН_1 + ТН_2 + ТН_3 + ТР_5$$

$$ТП_{\Delta} = 1 + 1,2 + 1,25 + 1,139 + 1,174 = 5,763$$

$$ТП_{\Delta \text{ реальное повыш.}} > ТП_{\Delta \text{ допустимое}}$$

Заключение. Повышения точности составляющих звеньев не достаточно для уменьшения реального значения допуска. Необходимо изменение конструкции путем уменьшения количества составляющих звеньев размерной цепи.

Библиографический список.

1. Мельников, А. С. Анализ молотильного аппарата комбайна acros / А. С. Мельников, О. Н. Резец. // Молодой исследователь Дона. — 2018, № 1 (10). — С. 46-49.
2. Мельников, А. С. Технологическое обеспечение требуемой точности размеров расположения поверхностей детали / А. С. Мельников, М. А. Тамаркин, Г. А. Прокопец, Э. Э. Тищенко // ВЕСТНИК МАШИНОСТРОЕНИЯ. — 2016, № 11. — С. 23-31.