

зующий отношение времени холостых ходов к основному времени;  $\tau_{пер}$  - коэффициент, характеризующий отношение времени внутрисменных переездов к основному времени ( $\tau_{пов} = \tau_{х} = \tau_{пер} = 0,2$ ). Зафиксировано время на подготовку к загрузке семян и удобрений в бункер и на работу после загрузки (снятие-складывание шнека, подъезд-отъезд загрузчика и др.), оно равно 10,1 мин. Определены коэффициент использования рабочего времени смены  $\tau_{см}$  и его составляющие (табл.).

Таблица

**Коэффициент использования  $\tau_{см}$  и его составляющие**

| Дата наблюдения | $T_o$ , мин. | $T_v$ , мин. | $\tau_{см}$ |
|-----------------|--------------|--------------|-------------|
| 06.05.03        | 13,14        | 28,7         | 0,4         |
| 07.05.03        | 147,06       | 92,6         | 0,61        |
| 08.05.03        | 190,39       | 74,73        | 0,72        |
| 09.05.03        | 293,4        | 217,29       | 0,57        |
| 10.05.03        | 200,3        | 94,24        | 0,68        |

Полученные экспериментальные данные могут быть использованы при учете в коэффициенте использования рабочего времени смены  $\tau_{см}$  его составляющих. Это вызвано тем, что принятое использование  $\tau_{см}$  как величины постоянной не дает представление о выходных показателях работы машинно-тракторного агрегата (МТА) при различных компоновках, различной протяженности агрегата, использовании разного объема бункеров с переменным весом технологического материала.

**Библиографический список**

Громов М.Н. Научная организация, нормирование и оплата труда на сельскохозяйственных предприятиях. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1991. 383 с.



УДК 631.3.004.67

В.Н. Чижов,  
О.Г. Бельчикова,  
М.В. Селивёрстов

**КРАСЧЁТУ ОБЪЁМА МЕТАЛЛА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДИСКОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

На сегодняшний день в сельскохозяйственном производстве наблюдается резкое старение машинно-тракторного парка, а соответственно, и рост потока отказов сельскохозяйственной техники. Поэтому в сельскохозяйственных предприятиях особенно остро встает вопрос о своевременном и качественном проведении ремонтных работ, которые в рыночных условиях должны быть наименее затратными и обеспечивать высокий послеремонтный ресурс машины.

Все сказанное в полной мере можно отнести и к рабочим органам дисковых посевных и почвообрабатывающих машин.

Проведенный нами анализ существующих способов восстановления режущей способности дисковых рабочих органов показал, что в большинстве способов восстановления наблюдается большая потеря металла режущей кромки (абразивное заострение и заточка резцом), применяются многооперационные технологии (постановка дополнительного элемента) [1], либо требуется дорогостоящее оборудование.

На кафедре «Технология конструкционных материалов и ремонт машин» Алтайского государственного аграрного университета разработан способ восстановления режущей кромки дисков, в основе которого лежит метод электромеханического деформирования металла (ЭМД) [2]. Сущность ЭМД заключается в том, что в процессе обработки через контакт инструмента и детали пропускают ток большой плотности и низкого напряжения, вследствие чего металл детали подвергается сильному нагреву, под действием инструмента деформируется при упрочнении и сглаживается, а при восстановлении металл сначала вспучивается высаживающим инструментом, увеличивая размер детали, а затем сглаживается одновременно закаливаясь и упрочняясь.

Данный способ можно с уверенностью называть энергоресурсосберегающим, так как при восстановлении диска этим методом не происходит потери металла режущей кромки. Диск не теряет свою массу и не увеличивает ее за

счет нанесения наплавленного материала. Рабочий орган восстанавливает свою режущую способность под воздействием электромеханического деформирования. При восстановлении детали таким способом ее послеремонтный ресурс возрастает и, зачастую, превышает ресурс новой детали [3, 4].

Проиллюстрируем данное утверждение, рассмотрев процессы изнашивания и ремонта дисковых рабочих органов сельскохозяйственных машин. Большинство деталей данной группы изготавливается из легированных сталей 60Г, 65Г, 70Г. Стоимость таких деталей высока, поэтому потери металла должны быть сведены к минимуму как в процессе эксплуатации, так и при ремонте изношенных деталей.

Рассмотрим лезвие рабочего органа (рис. 1), который имеет исходную форму клина с углом заточки  $\alpha$  и шириной фаски  $L_\Phi$ . Изношенное лезвие имеет закругленную форму, которая характеризуется радиусом износа  $r_u$ .

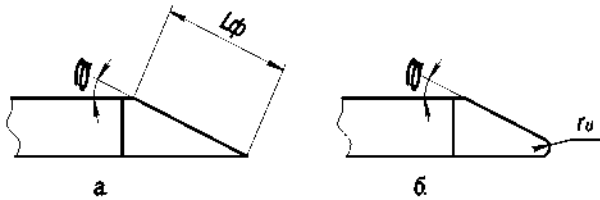


Рис. 1. Лезвие рабочего органа:  
а – новое; б – изношенное

При ремонте дисковых рабочих органов остроту лезвия восстанавливают, чаще всего снимая с лезвия металл механической обработкой (заострение резцом либо абразивное шлифование). Однако при применении этих способов восстановления, как показали расчёты, приведенные в работе В.Н. Чижова [3], относительные потери металла при заточке по отношению к потерям в процессе изнашивания составили 3-16. По данным ГОСНИТИ, для реального износа диска эта величина составила 4,5-10, то есть в 4,5-10 раз больше металла теряется при заточке, чем при износе диска в процессе его эксплуатации.

В справедливости приведенных выше данных можно убедиться, определив и сопоставив потери массы металла при износе диска ( $m_u$ ) и его заточке ( $m_3$ ) в натуральном выражении, воспользовавшись следующими формулами:

$$m_u = \gamma \cdot L_p \cdot S_u, \quad (1)$$

$$m_3 = \gamma \cdot L_p \cdot S_3, \quad (2)$$

$$P_o = \frac{m_3}{m_u}, \quad (3)$$

где  $\gamma$  – объемная плотность стали, г/мм<sup>3</sup>;

$L_p$  – длина режущей кромки лезвия рабочего органа, мм;

$S_u$  и  $S_3$  – площади поперечного сечения соответственно изношенной части лезвия и металла, снимаемого при заточке, мм<sup>2</sup>;

$P_o$  – относительные потери металла режущей кромки диска.

Проведя расчеты для диска диаметром 350 мм, с углом заточки 25°, радиусом изношенной части 0,4 мм, при объемной плотности стали 0,0785 г/мм<sup>3</sup>, было установлено, что масса металла, теряемого диском, при износе составила 3,76 г, а при заточке – 36,60 г. Таким образом, относительные потери металла будут равняться:

$$P_o = \frac{36,60}{3,76} \approx 9,7.$$

То есть потери металла при износе приблизительно в 9,7 раза меньше потерь металла при заточке.

Однако при применении данного способа возникает вопрос определения массы сдвигаемого металла, необходимого для восстановления режущей рабочей поверхности деталей. Допустим, что масса сдвигаемого металла  $m_c$  равна массе металла  $m_u$ , потерянной рабочим органом в результате износа.

Массу сдвигаемого металла можно определить из выражения:

$$m_c = \gamma \cdot L_p \cdot S_c, \quad (4)$$

где  $S_c$  – площадь поперечного сечения сдвигаемого металла, мм<sup>2</sup>.

Таким образом, для определения массы сдвигаемого металла необходимо знать величину  $S_c$ .

Определим последовательно площади поперечного сечения сдвигаемого металла и изношенной части лезвия.

Проведем прямую  $A'C'$  параллельно прямой  $AC$ , при этом угол заточки лезвия  $\alpha$  сохранит свое исходное значение (рис. 2). Считаем, что длина дуги  $BB'$  (как бесконечно малая) приближенно равна длине отрезка  $BB'$ . Тогда площадь сечения сдвигаемого металла  $S_c$  можно приближенно определить как площадь равнобокой трапеции  $A'ABB'$  с углом при основании  $A'B$ , равным  $\alpha$  (как накрест лежащие при параллельных прямых и секущей):

$$S_c = \frac{1}{2}(AB + A'B') \cdot BD. \quad (5)$$

Учитывая, что  $AB = L_\Phi - L_u$ ,

$A'B' = L_\Phi - L_u + 2h_c \operatorname{ctg} \alpha$  и  $BD = h_c$ , имеем:

$$S_c = \frac{1}{2}(2L_\Phi - 2L_u + 2h_c \operatorname{ctg} \alpha) \cdot h_c \quad (6)$$

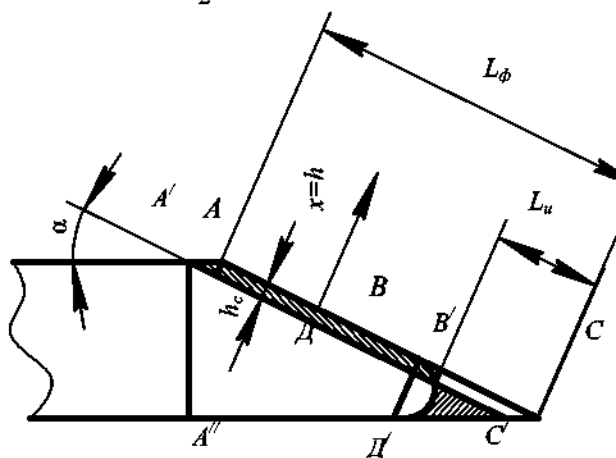


Рис. 2. Расчет массы сдвигаемого металла

После проведения преобразований получаем:

$$S_c = (L_\Phi - L_u + h_c \operatorname{ctg} \alpha) \cdot h_c \quad (7)$$

Обозначим толщину слоя сдвигаемого металла  $h_c$  (высота трапеции). Проведем прямую через точку  $B$  перпендикулярно отрезку  $A'C'$ . Получим отрезок  $B'D'$ , равный диаметру окружности, образованной в сечении изношенной частью лезвия.

Площадь поперечного сечения изношенной части лезвия  $S_u$  определим как разность площади треугольника  $D'DC'$  и площади половины окружности  $D'BV'$  без площади треугольника  $D'BV'$ :

$$S_u = \frac{1}{2}(2r_u - h_c)^2 \cdot \operatorname{ctg} \alpha - \left( \frac{\pi r_u^2}{2} - \frac{1}{2} h_c^2 \operatorname{ctg} \alpha \right) \quad (8)$$

Для нахождения толщины слоя сдвигаемого металла  $h_c$  приравняем площади поперечного сечения сдвигаемого металла (7) и изношенной части лезвия (8) и получим:

$$\begin{aligned} (L_\Phi - L_u + h_c \operatorname{ctg} \alpha) \cdot h_c = \\ = \frac{1}{2}(2r_u - h_c)^2 \cdot \operatorname{ctg} \alpha - \left( \frac{\pi r_u^2}{2} - \frac{1}{2} h_c^2 \operatorname{ctg} \alpha \right) \end{aligned} \quad (9)$$

После преобразований из выражения (9) получаем формулу нахождения толщины слоя сдвигаемого металла  $h_c$ :

$$h_c = \frac{(4 \operatorname{ctg} \alpha - \pi) r_u^2}{4 r_u \operatorname{ctg} \alpha + 2(L_\Phi - L_u)} \quad (10)$$

Тогда масса сдвигаемого металла равна:

$$m_c = 2\pi r_u h_c (L_\Phi - L_u + h_c \operatorname{ctg} \alpha), \quad (11)$$

где  $h_c$  определяется по формуле (10).

Таким образом, значение массы сдвигаемого металла  $m_c$  зависит от толщины слоя сдвигаемого металла  $h_c$ , которая, в свою очередь, зависит от радиуса износа  $r_u$ , угла заточки  $\alpha$  и длины оставшейся части фаски лезвия.

Проведенные численные расчеты при объемной плотности стали  $\gamma = 0,0785 \text{ г/мм}^3$ , радиусе износа  $r_u = 0,4 \text{ мм}$ , ширине фаски  $L_\Phi = 5,9 \text{ мм}$ , ширине изношенной части фаски  $L_u = 1,8 \text{ мм}$  показали, что численное значение массы сдвигаемого металла равно 6,3 г.

Сопоставив массу металла, теряемого диском при восстановлении его режущей способности по существующим технологиям, видим следующее: потери металла режущей кромки предлагаемым способом в 6 раз меньше, что увеличивает количество ремонтных воздействий, а соответственно, ресурс рабочих органов.

Более существенно то, что, зная массу сдвигаемого металла, мы можем определить в разработанном нами технологическом процессе количество тепла, необходимого для разогрева этой массы, количество механической энергии для её деформации и ряд других технологических параметров. Это позволит в дальнейшем подобрать их рациональные значения при реализации процесса заострения дисков сельскохозяйственных машин.

### Библиографический список

1. Чижов В.Н., Бодякин А.В., Селивёрстов М.В. Восстановление дисковых почвообрабатывающих орудий с использованием метода электроконтактного восстановления // Ресурсосберегающие технологии в машиностроении: Матер. 3-й Всерос. науч.-практ. конф. Бийск: БТИ, 2003. С. 27-30.
2. Аскинази Б.М. Упрочнение и восстановление деталей машин электромеханической обработкой. М.: Машиностроение, 1989. 200 с.
3. Чижов В.Н. Электромеханическое деформирование металлов при ремонте деталей сельскохозяйственной техники: Практические рекомендации. Барнаул: РИО ФГОУ ДПОС АИПКРС АПК, 2005. 40 с.

