

УДК 621.833.002

Б.И.Коган, А.Л.Майтаков

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕМОНТНЫЙ БЛОК ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС

Восстановление функциональных поверхностей зубьев изношенных зубчатых колёс традиционными методами (наплавкой и заваркой с последующей обработкой зубьев, заменой зубчатого венца и др.) – трудоёмкий, энерго- и материалоемкий процесс. В соответствии с предложенной авторами концепцией [1] научной основой ремонта и изготовления рабочих модулей машин и аппаратов различного назначения должны стать создание и использование банка технологических и ремонтных блоков (ТБ и ТРБ), формируемых на базе виртуальных информационных моделей с учётом условий эксплуатации (назначения) и производства [2]. В статье рассмотрен один из вариантов ТРБ для ремонта зубчатых колёс с модулями 3 – 10 мм путём деформации и компенсации износа [3].

На рис. 1 показана схема устройства с двумя парами зубчатых роликов: одна пара - для выдавливания вдоль зубьев клиновидных пазов под компенсирующую износ смесь и одна пара – для

обжатия и калибровки зубьев.

Зубчатое колесо 1 с изношенными зубьями устанавливают, центрируют и зажимают верхним 2 и нижним 3 стаканами на накатном станке между двумя зубчатыми роликами 4 для выдавливания (рис. 1-а). Обкатка колеса 1 производится двумя зубчатыми роликами 4 для выдавливания и формирования за счет радиального давления на каждом зубе клиновидных пазов с макрошероховатостями в виде рисок на боковых стенках. В эти пазы помещают компенсирующую износ смесь 5 металлического порошка, эпоксидной смолы и отвердителя. Затем зубчатое колесо 1 перемещают во второе рабочее положение между зубчатыми роликами 6 для обжатия и калибровки (рис. 1-б). Производится ускоренный нагрев зубьев колеса до  $t=250^{\circ}\text{C}$  и обжатие их зубчатыми роликами 6 для обжатия и калибровки (вид А, рис. 1-б). Затем зубчатое колесо снимают с накатного станка, производят его очистку от окалины и шевингование.

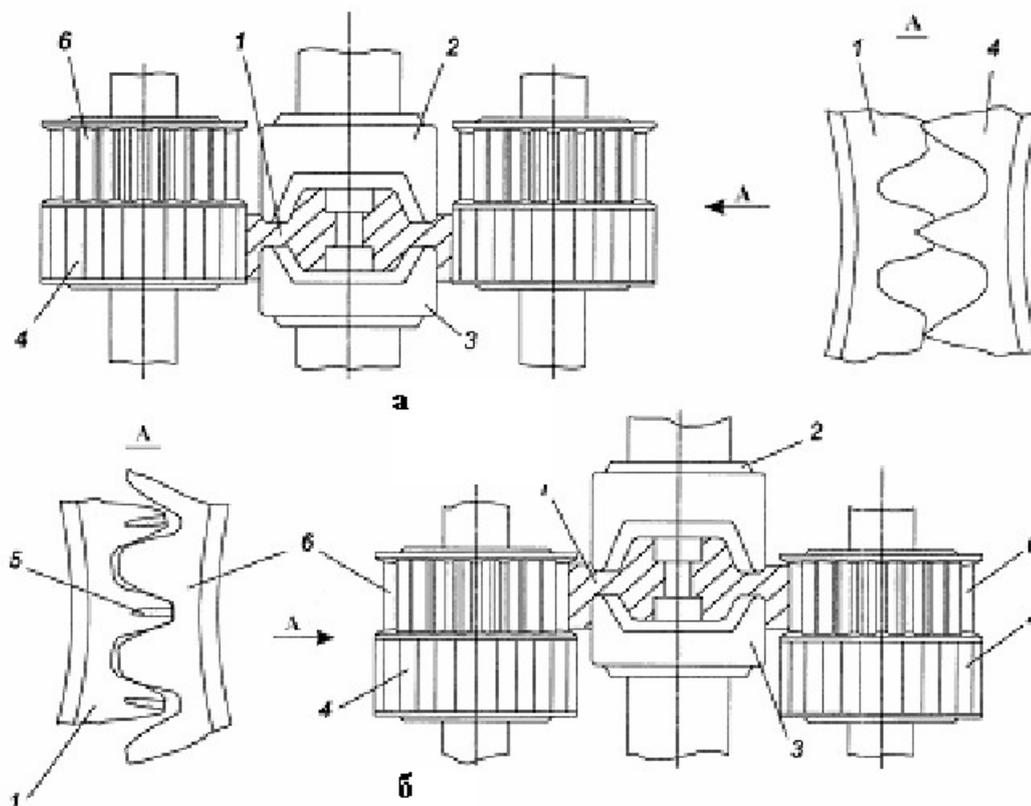


Рис. 1. Схема устройства с двумя парами зубчатых роликов:  
 а – для выдавливания клиновидных пазов вдоль зубьев;  
 б – для обжатия и калибровки зубьев.

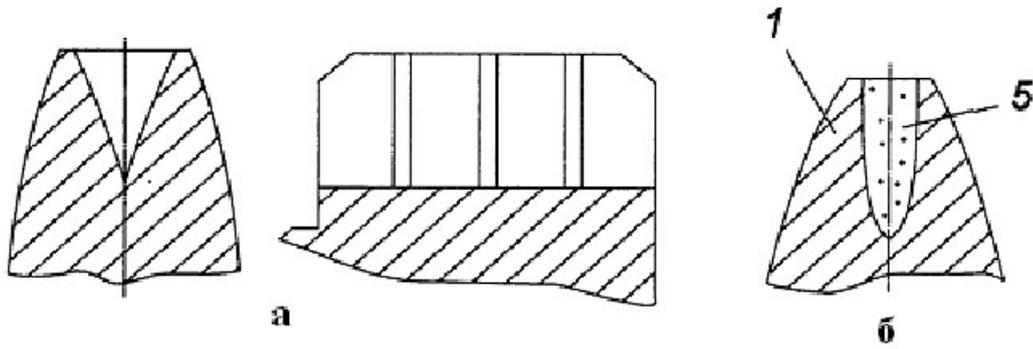


Рис.2. Схема зуба после выдавливания пазов:  
(а – сечение зуба после выдавливания паза и вид боковой поверхности с микрошероховатостями для удержания компенсирующей смеси;  
б – обжатый зуб с наполнителем)

На рис.2 показаны сечение зуба с клиновидной канавкой и вид боковой поверхности с макрошероховатостями для удержания компенсирующей смеси, а также сечение обжатого зуба с компенсирующей смесью.

Для обеспечения точности колеса 1 (рис.1) по длине постоянной хорды и по шагу в накатном станке пары зубчатых роликов 4 для выдавливания и пары зубчатых роликов 6 для обжатия и калибровки расположены с симметричным смещением зубьев на угол  $\gamma$  относительно друг друга (рис.3).

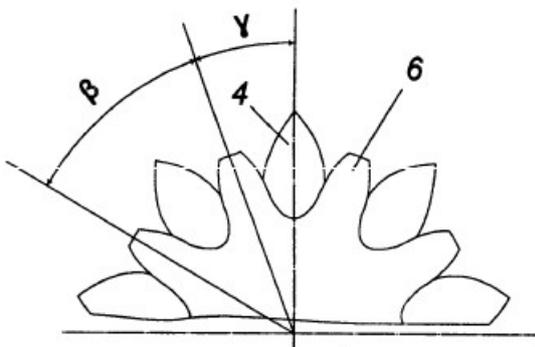


Рис.3. Схема расположения зубьев роликов на общей оси со смещением на угол  $\gamma$

Примером применения предлагаемого способа может служить восстановление изношенных зубьев зубчатого колеса редуктора скребкового конвейера «Анжера 30» ( $m=6$  мм,  $z=20$ , материал: сталь 20Х4Н4А, габариты:  $140 \times 22 \times 82$ , степень точности: 7 – 8 – 8А, допуск на среднюю постоянную хорду  $\bar{S}_c=0,14$  мм.). Способ осуществляют в следующей последовательности: Зубчатое колесо 1 устанавливают и закрепляют между стаканами 2 и 3 зажимного приспособления накатного станка (рис.1). Далее на станке осуществляют нагрев колеса в индукторе токами высокой частоты (ТВЧ) до  $t=1050^\circ\text{C}$ , формирование выдавливанием клиновидных пазов с макрошероховатостями на боковых стенках парой зубчатых роликов 4 для выдавливания последовательно на каждом зубе

путем обкатки с радиальным давлением. В клиновидных пазах размещают вязкую самотвердеющую компенсирующую износ смесь 5. Затем зубчатое колесо 1 в зажатом состоянии вместе с индуктором перемещается в положение между второй парой зубчатых роликов 6 для обжатия и калибровки и, после вторичного нагрева зубьев 1 до  $t=250^\circ\text{C}$ , осуществляют обжатие их обкаткой с радиальным давлением. При этом происходит последовательное деформирование зубьев 1 с одновременным спеканием вязкой самотвердеющей компенсирующей износ смеси 5 до заданных размеров длин постоянных хорд  $\bar{S}_c$ , регламентируемых геометрией зубьев обжимных зубчатых роликов 6 и их симметричным смещением относительно зубьев роликов 4 на угол  $\gamma$  (рис.3). Трудоемкость восстановления указанного зубчатого колеса, без учета времени затвердевания компенсирующей износ смеси, зачистки и шевингования, составляет примерно 5 мин., а отклонение длины постоянной хорды не превышает 0,14 мм.

Для приготовления эпоксидной смолы холодного (при  $t=20^\circ\text{C}$ ) отвердевания применены: эпоксидная смола ЭД-6 (в виде вязкой жидкости, играющей роль связующего вещества) – 10%, пластификатор – дибутилфталат (в виде маслянистой жидкости, повышающей пластичность клеевой пленки и ударную прочность эпоксидного состава после отвердевания) – 15 – 20%, наполнитель – дробленая металлическая стружка – 80 – 85%, отвердитель – полиэтиленполиамин (в виде вязкой маслянистой жидкости, способствующей переходу эпоксидного состава из тестообразного состояния в необратимое твердое) – 10%. Перед применением из отвердителя при интенсивной вентиляции в течение трех часов удаляют летучие вещества и влагу.

Наполнитель и пластификатор вводят в эпоксидную смолу, разогретую до  $60 - 150^\circ\text{C}$ , смешивают с металлическим порошком и всю смесь тщательно перемешивают 3 – 5 мин. Затем добавляют отвердитель непосредственно перед нанесением в выдавленные канавки зубьев. Риски на бо-

ковых стенках канавок способствуют удержанию вязкой смеси и препятствуют ее вытеканию до затвердевания в период обжигания зубьев. Боковые стенки канавок перед нанесением смеси очищают от окалины и обезжиривают. При индукционном нагреве зубьев перед обжигом до 250<sup>0</sup>С время затвердевания смеси сокращается до 0,2 часа и завершается после обжигания зубьев. После окончательной операции производятся зачистка зубьев и их шевингование шевром.

Такой ТРБ может эффективно взаимодействовать с ТБ, например, для ионного азотирования, что позволяет исключить деформацию зубьев и

повысить их ресурс. Технологические и технологические ремонтные блоки для производства и ремонта рабочих модулей машин и аппаратов различного назначения отличаются конструкторскими и технологическими особенностями, определяемыми характером взаимодействия с внешней средой, видами контактов, скоростями и усилиями взаимодействия элементов кинематических пар, их трибохарактеристиками [4]. Пополнение банка ТБ и ТРБ – принципиальная задача обеспечения качества и конкурентоспособности продукции машиностроения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коган, Б.И. Новые принципы технологического обеспечения качества ремонта машин / Б.И. Коган, М.А. Шиколович, М.А. Березинский // Вестник КузГТУ, 2006, № 3. - С. 72 – 75.
2. Патент РФ № 2333088, В 23р 6/00. Способ формирования технологических ремонтного блока. Б.И. Коган, А.П. Черныш. Бюллетень № 25, 10.09.2008.
3. Патент РФ № 2428293, В 23р 6/00. Способ восстановления зубьев зубчатых колес и устройство для его осуществления. Б.И. Коган, А.Л. Майтаков. Бюллетень № 25, 10.09.2011.
4. Майтаков, А.Л. Теоретические основы обеспечения качества функциональных элементов пищевых машин на основе формирования моделей технологических блоков. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2010. – 139 с.

□ Авторы статьи:

Коган  
Борис Исаевич,  
доктор техн/наук, проф. каф. технологии машиностроения КузГТУ  
Тел. (3842) 75-05-91

Майтаков  
Анатолий Леонидович,  
канд. техн. наук, проф. каф. технологии металлов Кемеровского технологического института пищевой промышленности.  
Тел.: (3842) 39-68-80  
E-mail: may@kemtipp.ru