



## RESTORATION OF GEAR SHAFT TEETH OF MILLS OF MILLS MSHR 2700 × 3600 IN THE CONDITIONS OF JSC "AGMK" SHAFT TSRMZ

### Mirzaraimov Ziyodulla Acrom coals

Master's student, Department of Technological Equipment Engineering, National Research Technological University "MISiS", Russian Federation, Moscow

### Khozhiev Shokhrukh Toshpulatovich

Senior Lecturer, Department of Metallurgy, Tashkent State Technical University, Uzbekistan, Tashkent

### Munosibov Shohrukh Muhiddin coal

Assistant, Department "Metallurgy", Tashkent State Technical University, Almalyk branch, Uzbekistan, Tashkent

### Munosibov Shokhjakhon Muhiddin coal

student, department "Metallurgy", Tashkent State Technical University, Almalyk branch, Uzbekistan, Tashkent

### Irsalieva Dilnoza Bakhtiyor kizi

student, department "Metallurgy", Tashkent State Technical University, Uzbekistan, Tashkent

Article history:	Abstract:
<b>Received:</b> 28 <sup>th</sup> February 2021 <b>Accepted:</b> 7 <sup>th</sup> March 2021 <b>Published:</b> 30 <sup>th</sup> March 2021	In this work, the options for the restoration of the gear shaft of the mill MSHR 2700 × 3600 were considered. A 3D model was constructed in Autodesk Inventor. The selected recovery option increases the operational efficiency of the pinion shaft in mills and reduces the recovery time of the mill. In the course of studying the selected option, a technological process for restoring the pinion shaft was developed.

**Keywords:** Mill, pinion shaft, tangential gear meter, surfacing, pitting.

### ВВЕДЕНИЕ:

Вал шестерня, применяемая в шаровой мельнице МШР 2700×3600, которая, в свою очередь, широко используется на Медной обогатительной фабрике (МОФ), входящей в состав АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат», является дорогостоящей и быстроизнашивающейся деталью. Вследствие чего разработка рациональной схемы восстановления данной детали является важной практической задачей [1].

Износ вала шестерни происходит, главным образом, в месте её зацепления с венцом шаровой мельницы, т.е. в месте контакта зубьев. Так как направление вращения шестерни неизменно, происходит односторонний износ боковой поверхности зуба. Основные причины износа зубьев вала шестерни:

— попадание в места контакта зубьев вала шестерни и венца абразивной пульпы из мельницы, которая попадает туда вследствие плохой герметизации болтового соединения корпуса шаровой мельницы с внутренней футеровкой;

— несоосность вала шестерни и венца;

— неточность изготовления вала шестерни;

— несвоевременная смазка.

Цель данной работы – предложить вариант восстановления вала шестерни мельницы МШР 2700×3600 в условиях центрального ремонтно-механического завода (ЦРМЗ) комбината АО «АГМК».

### СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ.

АГМК – Алмалыкский горно-металлургический комбинат.

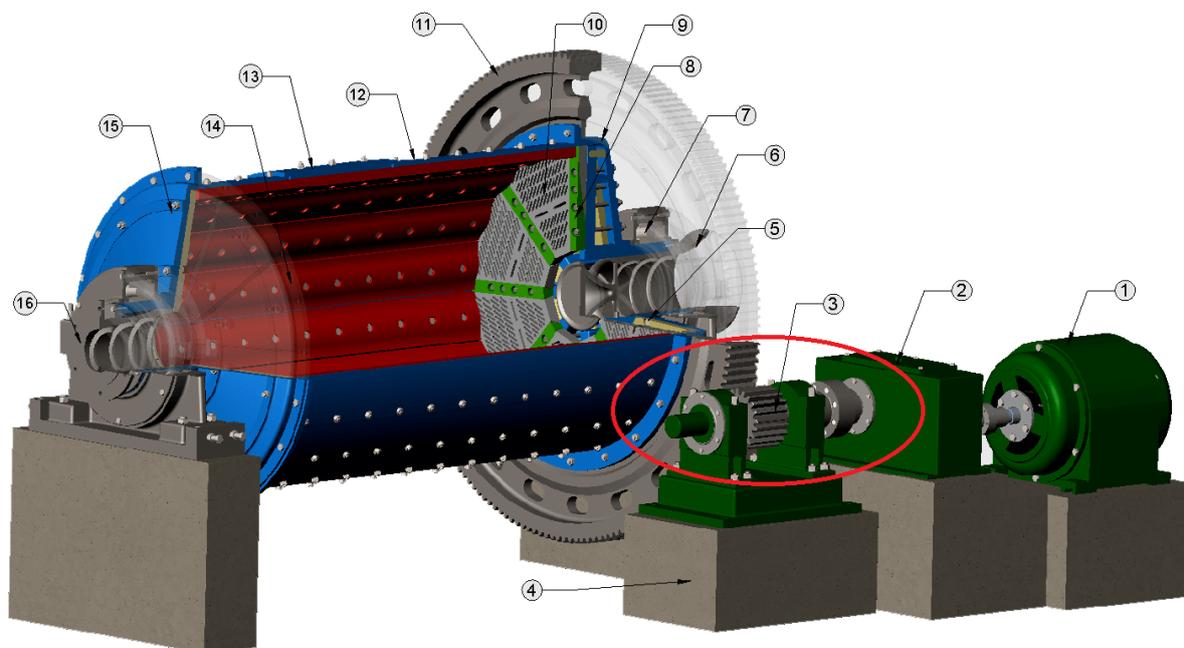
МОФ – Медная обогатительная фабрика.

ЦРМЗ – Центральный ремонтно-механический завод.

МШР – Шаровые мельницы с разгрузкой через решетку.

На МОФ АГМК широко применяются шаровые мельницы, используемые для измельчения крупных кусков руды, используемых в цветной металлургии для завершения подготовки руд для флотационного и гравитационного обогащения.

Мельницы МШР 2700×3600 представляют собой вращающийся пустотелый барабан, закрытый по бокам крышками (рисунок 1).



- 1 – электродвигатель; 2 – редуктор; 3 – вал шестерня; 4 – опора;  
 5 – футеровка торцевая; 6 – разгрузочный барабан; 7 – шариковый подшипник; 8 – клин фиксирующий;  
 9 – крышка; 10 – решетка;  
 11 – зубчатый венец; 12 – барабан; 13 – смотровой люк;  
 14 – футеровка барабана; 15 – крышка; 16 – втулка загрузки

Рисунок 1 – Схема устройства мельницы МШР

Вращательное движение барабана 12 мельницы осуществляется от электродвигателя 1, через редуктор 2, вал шестерню 3 и зубчатый венец 11.

Деталь «вал шестерня» передает крутящий момент от электродвигателя к мельнице. Постоянная работа, высокие нагрузки являются причиной износа зубьев вала шестерни. Красным цветом на рисунке 2 показано место зацепления зубчатого венца и вала шестерни, где происходит односторонний износ боковой поверхности зуба.

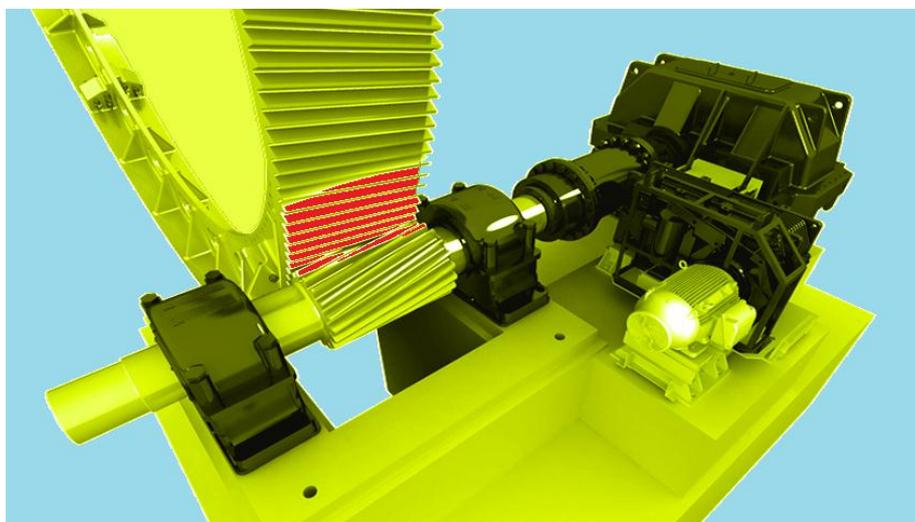


Рисунок 2 – 3D модель привода мельницы МШР 2700×3600 в сборе

В результате визуального осмотра вала выявляем степень износа зубьев шестерни, они не подлежат восстановлению, если есть несколько сломанных зубьев, контактное выкрашивание на большей части зубьев, потеря геометрии вала (рисунок 3).

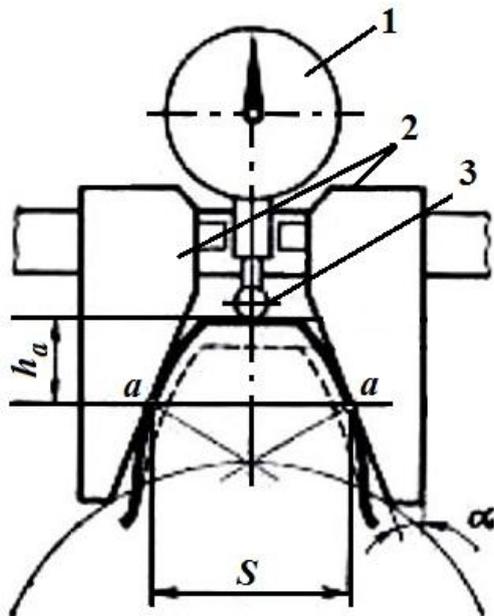


1 – износ значительной поверхности зубьев; 2 –износ одного зуба  
Рисунок 3 – Изношенные вал шестерни

Износ зубьев вала шестерни мельницы вначале оцениваем визуально – нет поломок зубьев, потеря геометрии, есть износ по толщине зубьев.

Вал шестерня не подлежит ремонту, если износ зуба по толщине  $S_x$  более 30% от рабочей толщины зуба  $S$  (для открытых передач со стальными зубьями).

Измеряем толщину наиболее изношенного зуба вала шестерни при помощи тангенциального зубомера (рисунок 4) [2].



1 – индикатор часовой; 2 – измерительные губки; 3 – фиксирующий винт  
Рисунок 4 – Схема тангенциального зубомера

Рассчитаем толщину питтинга наиболее изношенного зуба, мм:

$$b = S - S_x = 25,9 - 23,5 = 2,4,$$

где  $S = 25,9$  – измеренная наибольшая толщина изношенного зуба, мм;

$S_x = 24,5$  – толщина зуба шестерни, мм.

Оценим износ по толщине зуба, %:

$$\Delta = \frac{b}{S} \cdot 100 = \frac{2,4}{25,9} \cdot 100 = 9,2.$$

Рассчитаем критическую толщину питтинга, мм:

$$b_{\text{крит.}} = k_f \cdot S_x = 0,6 \cdot 24,5 = 14,7,$$

где  $k_f$  – коэффициент износа, для стали находится в пределах  $0,5 \div 1$ .

После проведения дефектации вала шестерни определяется целесообразность ремонта данной детали: так как процент износа меньше 30%, сделаем вывод, что вал шестерня подлежит ремонту.

Для восстановления изношенных зубьев шестерни применяют способы:

- наплавка, нанесение металла на поверхности зубьев, с использованием различного оборудования;
- пластическое деформирование металла;
- нанесение порошковых покрытий.

Выбираем наплавку зубьев вала шестерни. Этим способом наплавляем слой металла отдельными валиками с полным последующим охлаждением. Положение электрода при наплавке должно соответствовать изображению на рисунке 5.

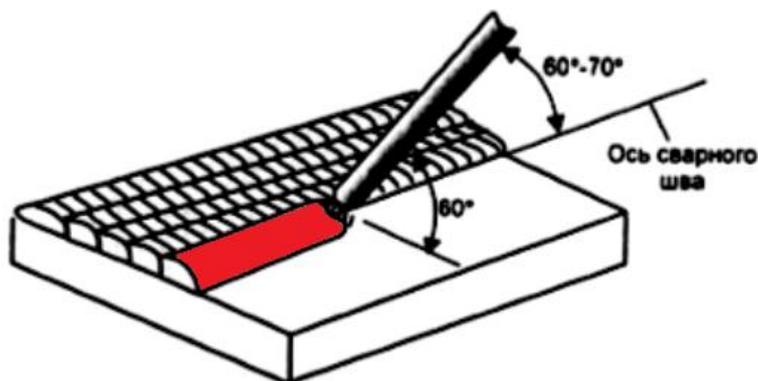


Рисунок 6 – Положение электрода при наплавке отдельными валиками

Для наплавки используем электроды ОЗН-6, они имеют повышенную твердость, высокую стойкость к износу, прочность благодаря наличию в своем составе титана 4,4%. Электроды ОЗН-6 расшифровываются, как наплавочные материалы для сварки твердых сталей, имеющие основное покрытие с индексом твердости 6.

При наплавке регламентируют два параметра: диаметр электрода; наплавочный ток. Длина дуги составляет обычно 0,5 ÷ 1,1 от диаметра электрода. Лучшее качество наплавки обеспечивает короткая дуга.

Размеры электрода  $d_э \times l_э$  выбирают исходя из толщины наплавляемого слоя  $b$ . Исходя из этого, толщина наплавляемого слоя на изношенную сторону будет составлять  $b_{крит.} = 14,7$  мм, с учетом запаса на последующую механическую обработку общая толщина наплавляемого слоя –  $b_{общ} = 16$  мм, размеры электрода  $4 \times 420$  мм [3]

Определяем площадь боковой поверхности зуба,  $m^2$ :

$$S_S = k_S \cdot \frac{H}{\cos \alpha} \cdot h = 1,3 \cdot \frac{450}{\cos 20} \cdot 36 = 22 \cdot 10^{-3},$$

где  $k_S = 1,3$  – коэффициент, учитывающий эвольвентный профиль зуба;

$H = 450$  – ширина зубчатого венца вала шестерни, мм;

$\cos \alpha = \cos 20$  –  $\alpha$  угол эвольвентного зацепления;

$h = 36$  – высота зуба, мм.

Определяем объем наплавляемого металла,  $m^3$ :

$$V_{н.м} = S_S \cdot b_{общ} = 22 \cdot 10^{-3} \cdot 0,016 = 0,35 \cdot 10^{-3},$$

Рассчитаем массу наплавляемого металла, г:

$$m_{н.м} = V_{н.м} \cdot \rho = 0,35 \cdot 10^{-3} \cdot 7,8 \cdot 10^3 = 2,73 \text{ кг} = 2730 \text{ г},$$

где  $\rho = 7,8 \cdot 10^3$  – плотность наплавляемого материала,  $кг/м^3$ .

Определяем массу рабочей части электрода  $4 \times 420$  мм, г:

$$m_э = S_э \cdot l_э \cdot \rho = \frac{3,14 \cdot 4^2 \cdot 420 \cdot 7,8 \cdot 10^{-3}}{4} = 41 \text{ г},$$

где  $S_э$  – площадь электрода.

Определяем количество электродов, необходимое для наплавки одного зуба, шт.:

$$N = \frac{m_{н.м}}{m_э} = \frac{2730}{41} \approx 67.$$

Рассчитаем общее количество электродов, шт.:

С учетом того, что вал шестерня имеет 31 зубьев, количество электродов составит:

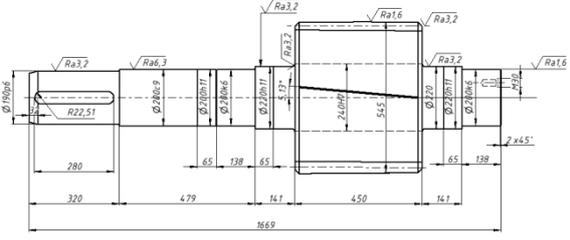
$$N_{общ} = z \cdot N = 31 \cdot 67 = 2077,$$

где  $z = 31$  – количество зубьев вала шестерни, шт.

Для операции наплавки выбирается сварочный аппарат Русич С300. Фрезерная операция будет осуществляться на зубофрезерном станке 5В370.

Технологический процесс восстановления вала шестерни предложен в таблице 1.

Таблица 1 – Основные этапы технологического процесса восстановления вала шестерни

Операция	Изображения	Действия процесс изготовления вала
1	2	3
001		<p>Перед началом работы прорабатывается конструкторская документация и создается чертеж вала шестерни.</p>
005		<p>На следующем этапе деталь промывается от следов смазки и ржавчины</p>
010		<p>Затем проводится осмотр и проверка повреждений, а также мелких дефектов</p>
015		<p>После осмотра приступают к наплавке изношенных поверхностей зубьев</p>
020		<p>Напавленные зубья</p>

Продолжение таблица 1

025		<p>На следующем этапе вал шестерня устанавливается на зубофрезерном станке 5В370. Производится обработка зубьев.</p>
030		<p>Восстановленная вал шестерня</p>

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В проделанной работе были изучены дефекты зубьев вала шестерни и предложен вариант восстановления вала шестерни мельницы МШР 2700×3600 в условиях центрального ремонтно-механического завода (ЦРМЗ) комбината АО «АГМК». Были рассмотрены этапы технологической обработки вала шестерни.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. <http://www.agmk.uz/index.php/ru/proizvodstvo/vspomogatelnoe-proizvodstvo/16-tsentralnyj-remontno-mekhanicheskij-zavod> (дата обращения 09.04.2020)
2. ГОСТ 5368-81 Приборы для измерения цилиндрических зубчатых колес [Текст]. – Введ. 1982-01-01. – М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФО», 2011. – 16 с.
3. ГОСТ 9466-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки [Текст]. – Введ. 1976-01-01. – М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФО», 2007. – 11 с.

