

# СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МОЛОТКОВЫХ БИЛ

д.ф.т.н., доцент Б.Д. Юсупов, старший преподаватель З.Ш. Саъдуллаев  
Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического  
университета имени Ислама Каримова

## MODERN METHODS FOR RESTORATION OF THE WORKING ORGANS OF HAMMER BLOCKS

PhD, Associate Professor B.D. Yusupov, senior lecturer Z.Sh. Sadullaev  
Almalyk branch of Tashkent State Technical University named after Islam Karimov

**Аннотация.** Долговечность рабочих компонентов молотковой дробилки имеет решающее значение для поддержания эксплуатационной эффективности и минимизации простоев в таких отраслях, как горнодобывающая промышленность, производство цемента и переработка нерудных материалов. Частый износ и выход из строя этих компонентов не только приводят к увеличению затрат на техническое обслуживание, но и нарушают графики производства, что влияет на общую прибыльность.

В данной статье исследуются инновационные методы повышения долговечности рабочих органов молотковых дробилок. Предлагаемые стратегии включают использование современных материалов, таких как композиционные сплавы и высокоэнтропийные сплавы, применение методов обработки поверхности, таких как термическое напыление и лазерная наплавка, оптимизацию процессов термообработки, таких как криогенная обработка и индукционная закалка, а также усовершенствование конструкции посредством компьютерного моделирования и конечно-элементный анализ.

**Ключевые слова:** схватывание, абразив, скорости, деформация, износ.

**Abstract.** The durability of hammer crusher working components is crucial for maintaining operational efficiency and minimizing downtime in industries such as mining, cement production, and aggregate processing. Frequent wear and failure of

these components not only lead to increased maintenance costs but also disrupt production schedules, impacting overall profitability.

This article investigates innovative methods to enhance the durability of hammer crusher working parts. The proposed strategies include the utilization of advanced materials like composite alloys and high-entropy alloys, application of surface engineering techniques such as thermal spraying and laser cladding, optimization of heat treatment processes like cryogenic treatment and induction hardening, and design improvements through computational modeling and finite element analysis.

**Key words:** grasping, abrasive, speeds, deformation, wear.

Износ деталей является результатом изнашивания — процесса разрушения и отделения материала с поверхности твердого тела и (или) накопления его остаточной деформации при трении. Процесс реализуется в паре трения (сопряжении) — совокупности двух подвижно сопряженных поверхностей в реальных условиях эксплуатации и проявляется в постепенном изменении размеров и (или) формы тела. Виды разрушения поверхностей деталей при трении многообразны, что связано с совокупным действием механических, физико-химических, электрохимических и других процессов при контакте и условиями окружающей среды (температуры, влажности и т. п.). Основными факторами, определяющими повреждение поверхностей и износ, являются: пластические деформации, разрушение микронеровностей и оксидных пленок в результате внедрения отдельных участков поверхности одной детали в сопряженную поверхность другой детали и их взаимного смещения; адгезионное схватывание и перенос металла с одной детали на другую; наводороживание и окислительные процессы; разрушение «мостиков» схватывания и др [1].

На АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» восстанавливается большое количество деталей металлургического оборудования из высокоуглеродистой стали.

Наплавка – это процесс нанесения слоя металла заданного состава на поверхность деталей. Возможны следующие схемы формирования химических связей между металлом детали и наплавляемым металлом [1].

Наиболее распространенной является схема наплавки с образованием ванны жидкого металла, которая состоит из расплавленного присадочного металла и частично оплавленного основного металла изделия.

При наплавочных работах, как правило, необходимо получать минимальное проплавление основного металла и минимальное перемешивание основного и наплавленного металла для того, чтобы сохранить механические свойства наплавленного слоя. В то же время наплавленный металл должен прочно соединяться с металлом основы и не должен содержать пор, шлаковых включений, раковин трещин и др. дефектов.

В настоящее время насчитывается несколько десятков способов наплавки и их разновидностей.

Ручная дуговая наплавка штучными электродами является наиболее распространенным способом благодаря простоте и возможности наплавления любой формы детали. При этом способе используют электроды требуемого состава диаметром от 3 до 6 мм. Наплавку ведут короткой дугой на минимальном токе. Для повышения производительности можно применять наплавку пучком электродов и трехфазной дугой [2].

Основные достоинства метода: универсальность и гибкость при выполнении разнообразных наплавочных работ; простота и доступность оборудования и технологии;

Основные недостатки метода: низкая производительность; непостоянство качества наплавленного слоя; большое проплавление основного металла.

Автоматическая наплавка под слоем флюса является производительным процессом. Этим способом можно наплавливать плоские поверхности и тела вращения. Отличительной особенностью процесса является получение

качественного наплавленного слоя, отличающегося хорошим внешним видом. Наплавку ведут при использовании как плавящихся, так и керамических флюсов в сочетании с низкоуглеродистой, легированной или порошковой проволокой. Состав флюса и электродной проволоки выбирают в зависимости от требований к наплавленному слою. [2].

Основные достоинства метода: высокая производительность; возможность получения наплавленного металла практически любой системы легирования.

Основной недостаток: большое проплавление основного металла, особенно при наплавке проволоками.

Дуговую наплавку в газовой среде выполняют с использованием как инертных, так и активных газов. Наплавку в защитных газах применяют в тех случаях, когда затруднена или невозможна подача флюса и удаление шлаковой корки. Наплавку легированных и высоколегированных сталей в инертных газах производят как плавящимся, так и неплавящимся электродом. В качестве инертного газа в этом случае используют аргон или его смесь с гелием. При использовании обычных режимов, характерных для сварки в защитных газах, доля участия основного металла  $m=0,45-0,65$ . Преимуществом данного вида наплавки является возможность наплавки деталей в различном пространственном положении, а также деталей сложной формы.

Электрошлаковая наплавка основана на использовании тепла, выделяющегося при прохождении электрического тока через шлаковую ванну. ЭШН можно производить в горизонтальном, вертикальном или наклонном положении, как правило, с принудительным формированием наплавленного слоя.

Основные достоинства метода: высокая устойчивость процесса в широком диапазоне плотностей тока (от 0,2 до 300 А/мм<sup>2</sup>), что позволяет использовать для наплавки как электродную проволоку диаметром менее 2 мм, так и электроды большого сечения (>35000 мм<sup>2</sup>); производительность, достигающая сотен килограммов наплавленного металла в час; возможность

наплавки за один проход слоев большой толщины; возможность наплавки сталей и сплавов с повышенной склонностью к образованию трещин.

Основные недостатки метода: большая погонная энергия процесса, что обуславливает перегрев основного металла в зоне термического влияния; сложность и уникальность оборудования [2].

Способ восстановления наплавкой выбирают в зависимости от конфигурации наплавляемой поверхности, серийности производства, наличия оборудования, требований к качеству наплавленного слоя.

Для восстановления рабочих органов молотковых бил выбираем автоматическую дуговую сварку под слоем флюса. В качестве наплавочной проволоки с учетом механических свойств, назначения и твердости материала восстанавливаемого изделия выбираем Нп-30ХГСА по ГОСТ 10543-82 и флюс АН-348А по ГОСТ 4087-81.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Шехтер С.Я., Шварцер А.Я., Наплавка деталей металлургического оборудования – М.: Металлургия, 2011 – 1960 с.
- [2] Абралов М.А., Дуняшин Н.С., Эрматов З.Д., Абралов М.М. Технология и оборудование сварки плавлением – Т: Comron press, 2014 – 420 с.
- [3] Кузнецов М.А. Нанотехнологии и наноматериалы в сварочном производстве (Обзор) / М.А. Кузнецов, Е.А. Зернин // Сварочное производство. – 2010.
- [4] Бороненков В.Н., Саламатов А.М. Расчетная оценка кинетики взаимодействия многокомпонентных металла и шлака при сварке под флюсом// Автоматическая сварка. – 1985.
- [5] Верхотуров А.Д. Методология создания сварочных материалов: монография – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2009.