

УДК 621.793

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ В КАЛИЙНОЙ ОТРАСЛИ

М. Н. КАРПЕЦ
ОАО «Беларуськалий»
Солигорск, Беларусь

Современные тенденции развития калийной отрасли направлены на разработку и выпуск новой продукции, снижение издержек, связанных с выпуском продукции. Кроме того, по оценкам специалистов, мировой спрос на калийные удобрения будет расти на 3 %...5 % в год [1], что, в свою очередь, требует увеличения существующих мощностей и более интенсивной работы химического оборудования. Поэтому на сегодняшний день актуальной является задача поиска способов поддержания бесперебойности процесса производства. Большое количество различных узлов и деталей калийного оборудования подвергается интенсивному изнашиванию. Известно, что восстановление изношенных деталей машин является экономически более выгодным решением, чем изготовление (закупка) новых. На основании анализа технологических особенностей калийного производства и статистики поломок оборудования, связанных с износом и коррозией, установлено, что одной из существенных проблем является непредвиденный выход из строя передаточных редукторов по причине фреттинг-коррозии [2] подшипниковых узлов, проворота обоймы подшипника и, как следствие, износа посадочного места под подшипник. Корпусные элементы редукторов изготавливают из стали или чугуна. Существующая технология ремонта предусматривает наплавку и расточку таких повреждений. Однако в некоторых случаях имеются проблемы производительности и ограниченности ремонта данных корпусных элементов, связанные с сильными деформациями стальных и «отбеливанием» чугунных корпусов.

Анализируя альтернативные способы восстановления корпусных элементов редукторов, было определено, что восстановление изношенных посадочных мест гиперзвуковой металлизацией [3] позволит сократить расход присадочных материалов и осуществлять оперативное восстановление редуктора. При гиперзвуковой металлизации применяются проволоочные материалы. Следует отметить, что процесс газотермического напыления, в том числе гиперзвуковой металлизацией, значительно отличается условиями плавления и соединения от процессов сварки и наплавки. Напыленное покрытие обладает значительно меньшей прочностью сцепления, по сравнению с наплавленными, т. к. летящие к поверхности основы капли расплавленного металла пребывают в воздушной среде или ее смеси с продуктами сгорания газов-углеводородов, в которой содержится определенная доля кислорода, что приводит к образованию оксидов

в покрытии, которые, в свою очередь, снижают адгезионно-когезионные характеристики покрытия.

Как правило, для восстановления подшипниковых мест редукторов применяются низколегированные проволоки. Однако, учитывая, что конфигурация посадочных подшипниковых мест подразумевает напыление покрытия на внутреннюю цилиндрическую поверхность, в покрытии возникают остаточные напряжения, способствующие отрыву покрытия от основы. В связи с этим весьма актуальной является задача поиска способов увеличения прочности сцепления газотермических покрытий.

В процессе напыления защитных покрытий было замечено, что подбор оптимальных режимов и техника напыления покрытий является немаловажным фактором, влияющим на прочность сцепления [4]. Для увеличения прочности сцепления покрытий из низколегированной проволоки требуется увеличение адгезионной составляющей [5], что может быть достигнуто улучшением физического и химического взаимодействия между частицами и подложкой, за счет борирования применяемой низколегированной проволоки [6].

После напыления покрытия из борированной проволоки, при восстановлении изношенного посадочного места под подшипник в корпусе передаточного редуктора, отслоения в покрытии отсутствовали. По состоянию на февраль 2023 г. корпус редуктора успешно эксплуатируется более двух лет. Таким образом, применение покрытия из борированной проволоки, нанесённого методом гиперзвуковой металлизации, позволило увеличить ресурс редуктора и нанести покрытие без отслоений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Смычник, А. Д.** Разработка калийных месторождений / А. Д. Смычник, А. Б. Морев. – Минск: Интегралполиграф, 2012. – 400 с.
2. **Данилов, В. А.** Технология производства и ремонта горных машин и оборудования: в 2 т. Т. 2: Ремонт и испытания горных машин и оборудования / В. А. Данилов, В. Я. Прушак, Е. М. Найденышев; под общ. ред. В. Я. Щербы. – Минск: Тэхналогія, 2007. – 491 с.
3. Способ гиперзвуковой металлизации и устройство для его осуществления: пат. EU 024778 / М. А. Белоцерковский, А. А. Дюжев, А. С. Прядко, А. Е. Черепко, В. А. Скворцов, А. В. Сосновский. – Оpubл. 31.10.2016.
4. Влияние режимов гиперзвуковой металлизации на прочность сцепления металлических покрытий / Ф. И. Пантелеенко [и др.] // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Промышленность. Прикладные науки. – 2021. – № 11. – С. 31–36.
5. Определение адгезионной и когезионной прочности металлических покрытий, нанесенных гиперзвуковой металлизацией / Ф. И. Пантелеенко [и др.] // Наука и техника. – 2021. – № 20 (6). – С. 459–464.
6. **Карпец, М. Н.** Особенности применения самофлюсующихся стальных проволок для напыления металлических покрытий / М. Н. Карпец // Горная механика и машиностроение. – 2022. – № 2. – С. 32–39.