

Студент гр. 104513 Ушаков В.Н.

Научный руководитель – Протасеви Г.Ф.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Целью настоящей работы является описание метода металлотермии, как одного из способов повышения свойств поверхностных слоев деталей машин и инструмента.

В настоящее время известно много способов повышения свойств поверхностных слоев деталей машин и инструмента, однако часто предпочтение отдают химико-термической обработке. При химико-термической обработке диффузионное легирование поверхностных слоев обрабатываемого металла или сплава позволяет не только резко повысить прочностные характеристики, но изменить химические и физические свойства.

В последние десятилетия как в нашей стране, так и за рубежом проводят интенсивные исследования процессов диффузионного насыщения сталей, алюминиевых и медных сплавов.

Как известно, диффузионное насыщение производят в газовых средах, в жидких (с электротокком и без него) и в твердой фазе (порошках). Каждый из этих способов имеет свои достоинства и недостатки. Этим объясняется применение для различных видов обработки разных способов насыщения, например газовой цементации, жидкого цианирования и электролитного борирования.

Здесь мы рассмотрим вопросы применения для диффузионного насыщения в твердых средах методов металлотермии.

Металлотермия — восстановление металлов из их соединений другими металлами, химически значительно более активными чем восстанавливаемые, при повышенных температурах.

Для разработки конкретных способов металлотермического получения диффузионных покрытий на сталях необходимо решить несколько общих вопросов. Первым является выбор восстановителя. Известно, что такие металлы, как Mg, Al, Ti, Si, а также некоторые лигатуры, содержащие эти элементы (силикокальций, силико-мишметалл, кальцийалюминиевая лигатура  $CaAl_2$  и др.), обладают высоким сродством к кислороду и являются сильными восстановителями.

Наиболее широкое распространение среди металлотермических процессов получила алюминотермия, т. е. отрасль металлургии, основанная на восстановлении алюминием металлов из их кислородных или иных соединений. Алюминий — наиболее удобный элемент для восстановления окислов. К числу основных преимуществ, способствовавших широкому распространению алюминотермических процессов, следует отнести:

- 1) высокую восстановительную способность алюминия, позволяющую получать алюминотермическими методами сплавы большинства технически важных металлов;
- 2) возможность получения более низких содержаний вредных примесей, особенно углерода, чем при использовании других металлургических процессов;
- 3) несложное производство, хранение и использование алюминиевого порошка по сравнению с порошками таких восстановителей, как магний или кальций;
- 4) относительно небольшие затраты на аппаратное оформление процесса и легкость моделирования промышленной плавки в экспериментальных условиях.

Так, алюминий восстанавливает Ti, Si, B, Cr, Nb, V, Mo и другие элементы из их окислов (элементы расположены по степени стабильности их окислов). При применении алюминотермических смесей при химико-термической обработке возможны два варианта проведения процессов насыщения:

- 1) совмещенный процесс. В этом случае насыщаемые детали находятся в алюмотермической смеси во время прохождения в ней реакции восстановления;
- 2) отдельный процесс. Порошкообразную смесь готовят алюмотермическим методом и затем в ней ведут химико-термическую обработку обычным способом.

Совмещенный вариант — процесс предпочтительный во многих отношениях, однако в тех случаях, когда смесь обладает высокой термичностью, лучше применять отдельный процесс. Отдельный процесс в ряде случаев дает также более высокую концентрацию насыщающего элемента в диффузионном слое.

Температуры, развивающиеся при прохождении реакции восстановления, в большинстве случаев значительно превышают температуры плавления металлов и сплавов.

Для снижения температуры в алюминотермические смеси вводят «балластную» добавку, поглощающую часть теплоты реакции восстановления. Наиболее удобной и дешевой балластной добавкой является окись алюминия  $Al_2O_3$ .

В качестве активаторов процесса насыщения можно использовать хлористый аммоний, фтористый алюминий, фтористый натрий и др. Конкретный выбор того или иного активатора зависит от степени термичности смесей и схемы проведения процесса насыщения (отдельной или совмещенной). При совмещенном варианте рекомендуется использовать малолетучие галогениды, например  $AlF_3$ ,  $NaF$ . Отдельный процесс насыщения лучше проводить с использованием в качестве активаторов  $NH_4Cl$  или  $NH_4F$ .

Использование алюминотермического метода в химико-термической обработке позволяет получать широкую гамму одно- и многокомпонентных покрытий, свойства которых не уступают свойствам покрытий, полученных традиционным методом в порошках чистых металлов или ферросплавов при снижении стоимости обработки в 10—15 раз и более.

С помощью металлотермии получают такие металлы, как, например, Ti, U, РЗМ, Nb, Ta, безуглеродистые сплавы, отличающиеся высокой чистотой. Высокая чистота конечных продуктов металлотермического восстановления обуславливает, например, высокую пластичность полученных металлов, т. к. содержание многих примесей в них, в первую очередь примесей внедрения, на очень низком уровне.