

# НЕКОТОРЫЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ ДЕТАЛЕЙ ПОДШИПНИКОВ, РАБОТАЮЩИХ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Константинов В.М., Ковальчук А.В., Галимский А.И.

*Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь*  
a-v-kov@yandex.com

В настоящее время все большее внимание, при производстве деталей работающих в экстремальных условиях – высоких контактных нагрузок и климатического холода, уделяется получению мелкодисперсных сорбитообразных структур, способствующих улучшению комплекса механических свойств и снижению порога хладноломкости. Эти результаты достигаются при помощи микролегирующих добавок в связке с термической обработкой. Стали, которые в настоящее время используются на предприятиях, были созданы в 70-80-х годах прошлого столетия и требуют не только адаптации под современные технологии и оборудование, но изменений химического состава используемых материалов в связи с изменением состава сырьевой базы и режимов обработки, обеспечивающих получение свойств деталей, отвечающих все более сложным условиям их работы.

Обычно повышение прочности стали, достигаемое при термической обработке, сопровождается снижением вязкости, что в свою очередь ограничивает возможность использования низколегированных сталей. Достижение необходимого комплекса прочностных характеристик для использования сталей в условиях климатического холода (высокие показатели  $t^{50}$ ) достигается за счет использования дорогостоящих легированных сталей. Так происходит на многих современных металлургических производствах, в том числе и на предприятиях Республики Беларусь.

Использование современных способов термической обработки, таких как термическая обработка, важной особенностью которой является то, что она позволяет одновременно повысить как прочность, так и вязкость стали, обеспечит возможность получения необходимых прочностных характеристик при одновременном сохранении пластичности стали без использования дорогостоящих легирующих добавок [1]. Использование такой обработки позволит существенно повысить показатели механических свойств, а также позволит использовать экономнолегированные марки сталей, что сократит стоимость производства стали без потери в качестве готовых изделий. Использование неполной закалки для конструкционных сталей может позволить повысить результативность управления структурно-фазовым составом при проведении термической обработки и получать более широкий комплекс механических свойств необходимый для работы в условиях климатического холода.

Перспективным способом повышения стойкости стальных деталей подшипников, работающих при повышенных контактных нагрузках, является нанесение на их рабочую поверхность защитных вакуумных покрытий на базе наноструктурированных металлоподобных PVD/CVD покрытий, а также получение функциональных диффузионных слоев и покрытий методами химико-термической обработки [1–4]. Такие разработки уже нашли широкое практическое применение, и используется для повышения свойств деталей подшипников компаниями SKF, SNR Roulements, Lemforder, Bosch, The Timken Company, NSK, Craft, CX и многими другими.

Однако нерешенными остаются отдельные научно-технические задачи использования покрытий и функциональных слоев на стальных деталях подшипников, получаемых химико-термической обработкой и вакуумными ионно-плазменными технологиями, связанные с закономерностями структурообразования и формирования механиче-

ских свойств сталей, используемых для изготовления деталей подшипников, при регламентированном термическом и термохимическом воздействии, нанесении покрытий различной толщины, химического и фазового состава; взаимосвязями между упруго-вязкими характеристиками и структурно-фазовым состоянием стальных деталей подшипников в результате комплексной обработки.

Перспективным является использование покрытий, получаемых химико-термической обработкой и вакуумными ионно-плазменными технологиями для деталей, работающих в экстремальных условиях, от которых помимо высокой износостойкости требуются высокое сопротивление малым пластическим деформациям, высокая статическая грузоподъемность, высокое сопротивление контактной усталости и релаксации напряжений. Использование указанных покрытий на рабочих поверхностях деталей подшипников обеспечит:

- общее увеличение их ресурса;
- увеличение допустимой нагрузки подшипников того же типа и геометрии;
- увеличение скорости вращения без уменьшения нагрузки;
- повышение стойкости в условиях сухого трения или недостатка смазки;
- увеличение ресурса в условиях атмосферной коррозии.

Кроме того, перенос внимания в вопросах повышения износостойкости деталей подшипников со свойств объемных материалов на свойства поверхностных слоев дает возможность замены подшипниковых сталей на более дешевые конструкционные и инструментальные стали, упрочняемые в результате поверхностной обработки путем нанесения защитных вакуумных покрытий и химико-термической обработки [5].

Таким образом, повышение свойств стальных деталей подшипников, работающих в экстремальных условиях – условиях климатического холода и высоких контактных нагрузок, необходимо рассматривать как комплексную научно-техническую задачу, включающую в себя вопросы формирования различных характеристик деталей на различных этапах их производства: от выплавки стали с необходимым химическим составом до финишной обработки в виде нанесения пленок методами парофазного вакуумного осаждения. Перспективным является использование термохимического воздействия с нанесением вакуумных функциональных покрытий.

#### *Список использованных источников*

1. Восстановление деталей машин: Справочник / Ф.И. Пантелеенко, В.П. Лялякин, В.П. Иванов, В.М. Константинов Под ред. В.П. Иванова. – М.: Машиностроение, 2013. – 672 с.
2. Komarov, F.F. Formation and characterization of nanostructured composite coatings based on the TiN phase. / F.F. Komarov, S.V. Konstantinov, A.D. Pogrebnyak, V.V. Pilko, C. Kozak, M. Opielak // Acta Physica Polonica A., 2014. – V. 20. – P. 1292–1295.
3. Комаров, Ф.Ф. Получение и свойства покрытий TiAlN на стали / Ф.Ф. Комаров, А.В. Ковальчук, С.В. Константинов, В.В. Пилько // Ползуновский альманах. – 2014. – № 2. – С. 10–15.
4. Константинов, В. М. Перспективы поверхностного упрочнения с использованием ХТО и вакуумных технологий / В. М. Константинов, А. В. Ковальчук // Проблемы производства металлов и сплавов : материалы международного научно-практического семинара, 16 сентября 2014 г. – Минск: РУП НВЦ «БелЭкспо», 2014. – С. 79–83.
5. Дашкевич, В.Г. Эффективные технологии поверхностной обработки изделий из стали / В.Г. Дашкевич, Г.В. Стасевич, А.В. Ковальчук, В.Г. Щербаков, Д.В. Гегеня // Наукоемкие технологии и инновации : сборник докладов Юбилейной Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию БГТУ им. В. Г. Шухова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. – Ч. 4. – С. 229–233.