

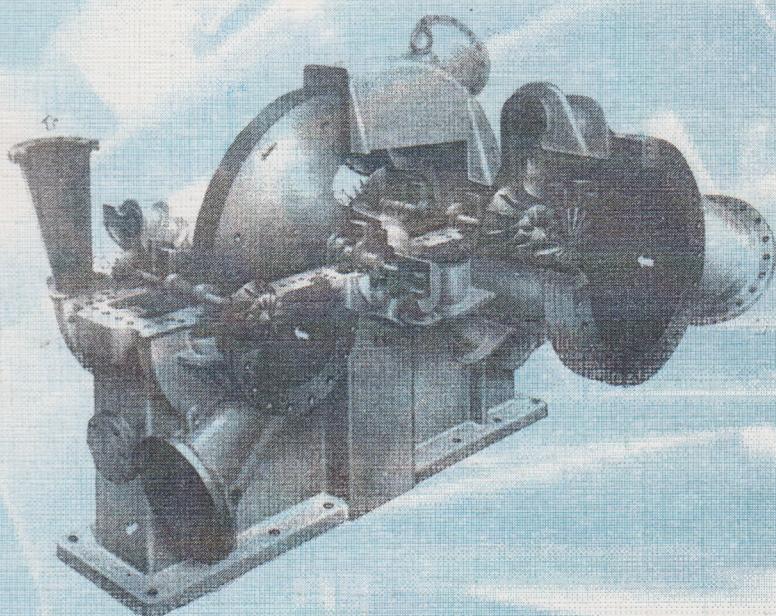
ISSN 1607-8284

Открытое акционерное общество
"НЕВСКИЙ ЗАВОД"



ТУРБИНЫ и КОМПРЕССОРЫ

2003. Выпуск № 3, 4 (24, 25)



Санкт-Петербург
2003

кает в научно – производственную деятельность самую активную часть общества - молодежь.

Итак, в настоящее время в мировом технологическом пространстве сформировалось и интенсивно развивается новое направление – наукоёмкие компьютерные технологии проектирования и инженерного анализа, главной особенностью которого является непосредственная и тесная связь фундаментальных научных знаний с инженерными методами и подходами на основе компьютерных технологий. Именно они объединяют такие области человеческой деятельности, как фундаментальная наука, прикладная наука, технологии и производство.

Отечественное машиностроение в целом и машиностроение для топливно-энергетического комплекса как его часть имеют все основания для того, чтобы не только претендовать, но и занимать ведущие позиции в сфере мирового промышленного производства. Обес-

печеие решения этой задачи в рамках стратегии интенсивного развития нефтегазовой отрасли требует, на наш взгляд, консолидации всех усилий заинтересованных сторон, скорейшего формирования, принятия и неуклонного исполнения специальной программы активного и непременно системного внедрения интегральных компьютерных технологий во все стадии производственного процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Митин С. Состояние и перспективы развития производства нефтегазового оборудования // Нефтегазовое машиностроение. 2003. № 1. С. 16–20.
2. Шмаль Г. Прогресс машиностроения – важнейшее условие развития нефтегазового комплекса // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2003. № 1. С. 30–32.
3. Сулакшин С. Как разработать концепцию промышленной политики России // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2003. № 1. С. 21–29.

УДК 621.822.5

П. А. Тополянский (НПФ «Плазмацентр», Санкт-Петербург)

ГАЗОТЕРМИЧЕСКОЕ НАПЫЛЕНИЕ БАББИТОВЫХ ПОКРЫТИЙ НА ДЕТАЛИ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

Подшипники скольжения – это широко используемые узлы машин и механизмов, предназначенные для восприятия радиальных нагрузок, действующих между валом и вкладышем. Преобладающей причиной разрушения подшипников скольжения, работающих в условиях граничной смазки, является усталостное изнашивание.

Известны общие требования к антифрикционному поверхностному слою подшипников скольжения [1,2]:

- достаточная механическая прочность для обеспечения жесткости сопряжений и выдерживания нормальных нагрузок;
- повышенная долговечность узла при необходимом значении коэффициента трения;
- поверхностный слой должен иметь оптимальные теплофизические свойства;
- высокая износостойкость;
- совместимость со смазочным материалом;
- поддержание стабильного значения коэффициента трения в подвижном сопряжении;
- хорошая прирабатываемость;
- обеспечение минимального периода приработки;
- исключение схватывания и задира;
- в случае несовершенной смазки, а также кратковременных перерывов в подаче смаз-

ки к зоне контакта должны быть исключены повреждения трущихся поверхностей и выплавление антифрикционного слоя;

- высокая теплопроводность при низком коэффициенте теплового расширения;
- высокая коррозионная стойкость;
- сохранение основных свойств материала в условиях воздействия таких эксплуатационных факторов как экстремальная температура и влажность, контакт с водой, смазочными и технологическими жидкостями, солнечная радиация и т.д.;
- хорошая обрабатываемость;
- сравнительная простота технологических процессов при изготовлении деталей и разработке эффективного контроля качества продукции;
- возможность создания параметров шероховатости поверхностей трения, близких к равновесным, т. е. обеспечивающим незначительный по длительности период приработки;
- отсутствие разложения, выделения токсичных веществ, образования материалов, вызывающих загрязнение окружающей среды;
- недефицитность.

Применительно к антифрикционным поверхностям трения сегментов и колодок опорных и опорно-упорных подшипников скольжения компрессоров, нагнетателей и приводных паро-

вых и газовых турбин, изготавливаемых на ОАО «Невский завод» (Санкт-Петербург), разрабатывалась технология газотермического напыления баббитовых покрытий.

Условия работы рассматриваемых подшипниковых узлов: удельная нагрузка (вертикальная для сегментов опорных подшипников и горизонтальная для упорных подушек упорных подшипников) не более 20–25 кгс/см²; смазочные материалы – турбинные масла Т-22, турбинное Л, турбинное 35 и другие; температура масла на входе не выше 45 °C (пределная температура 65 °C); температура металла вкладышей в рабочей зоне не выше 90–100 °C; давление масла на входе 2–3 кгс/см². В качестве основного материала вкладышей используются стали 3, 10, 15, 25, чугун 28-48, бронза БрОФ 10-1. Толщина антифрикционного слоя баббита должна составлять от 1 до 4 мм (в отдельных случаях до 6 мм) при разнотолщинности слоя не более 0,2 мм.

Контроль качества баббитового слоя на поверхности корпусов вкладышей должен производиться ультразвуковой дефектоскопией и керосиновой пробой. При этом не допускаются отслаивание баббита от основы, трещины, забоины, инородные включения и другие дефекты.

Традиционно для нанесения баббитовых покрытий используется центробежная заливка расплавленного баббита Б-83 (ГОСТ 1320-74) с проведением следующих операций: механической очистки, обезжикивания, травления, флюсования, изоляции и нагрева под лужение, лужения, сборки вкладыша с приспособлением, заливки баббитом и охлаждения, контроля качества. Недостатками данной технологии являются: длительный процесс изготовления, большой расход баббита, использование экологически грязных химических процессов подготовки поверхности, неоднородность залитого слоя, удаление поверхностного слоя баббита из-за его ликваций, газовых раковин, инородных включений и крупных кристаллов на поверхности, повышенный припуск толщины покрытия для последующей механической обработки. По данным [3] количество бракованных вкладышей из-за недопустимых и исправляемых дефектов при заливке оценивается в 30–40 % от общего числа изготавливаемых. При использовании технологии исправления дефектов, возникающих при заливке баббита, с помощью газопламенной обработки также возможно расслоение баббита с выделением на поверхности жидкой ванны фаз с повышенным содержанием сурьмы, имеющих более высокую по сравнению с баббитом твердость, что может привести к возникновению задиров шеек валов [3].

Известны также технологии наплавки баббитового слоя газопламенным и аргонодуговым способами [4, 5]. При этом в качестве присадочного материала применяются прово-

лока диаметром от 2 до 4 мм, прутки треугольного или круглого сечения и пластины. Последние могут изготавливаться плавкой баббита в специальных тиглях. В качестве флюса при газопламенной наплавке применяется травленая цинком соляная кислота. Технологический процесс наплавки традиционно состоит из механической обработки для зачистки заусениц и снятия острых кромок, процесса обезжикивания, закрытия поверхностей, не подлежащих лужению, специальной пастой с последующей ее просушки, флюсования, нагрева заготовки и ее лужения оловом и непосредственно наплавки, которая должна осуществляться в нижнем положении. Газопламенная и аргонодуговая наплавка выполняются в один или несколько проходов в зависимости от толщины наплавляемого слоя валиками высотой 2–3 мм и шириной 5–8 мм с промежуточным флюсованием. Для предотвращения стекания баббита с кромок устанавливаются ограничители из медных охладителей.

Недостатками технологий наплавки являются повышенная трудоемкость процесса, требование высокой квалификации рабочего, использование самостоятельно изготавливаемых литых прутков и пластин (требующих тщательного контроля качества), применение химически активного флюса на основе соляной кислоты, обязательное использование паст для защиты поверхностей, не подлежащих лужению и наплавке, необходимость промежуточного контроля качества процесса флюсования и лужения, использование приспособлений для предотвращения стекания баббита при наплавке, использование при наплавке в несколько слоев процесса флюсования.

Основные задачи данной разработки:

- значительно упростить технологию нанесения антифрикционного покрытия с целью изготовления новых или восстановления изношенных вкладышей с баббитовым покрытием;
- обеспечить сохранение (аналогичных литому баббитовому покрытию) или повышение триботехнических характеристик поверхностного слоя.

Для этих целей используются процессы газотермического напыления [3, 6, 7, 8] – газопламенные, электродуговые и плазменные. Сущность этих процессов состоит в нанесении антифрикционных покрытий толщиной от десятых долей до нескольких миллиметров из порошковых или проволочных материалов на поверхность вкладышей ручными или механизированными горелками, металлизаторами, плазмотронами, обеспечивающими универсальность процессов и гибкость регулирования режимов.

Для осуществления газотермического напыления используется оборудование различных моделей.

Технологический процесс напыления включает в себя операции обезжиривания, предварительной активации поверхности и непосредственно нанесения покрытия путём взаимного перемещения горелки, металлизатора, плазмотрона и изделия.

Контроль качества напыленного покрытия производится методом ультразвуковой дефектоскопии на вкладышах после предварительной механической обработки с припуском по толщине покрытия не более 1 мм для окончательной обработки.

Отличительными особенностями способов газотермического напыления по сравнению с процессами центробежной заливки и наплавки являются: комплексное решение проблем упрочнения и восстановления изношенных вкладышей; оптимальные физико-механические свойства поверхностного слоя, приводящие к увеличению ресурса узла трения за счет получения регламентированной пористости покрытия и специфической топографии поверхности, наилучших условий удержания смазочного материала, уменьшения коэффициента трения, обеспечения повышенной стойкости против задиров и схватывания, уменьшения времени приработки, снижения шума и вибрации.

В настоящее время на отечественном рынке имеются предложения по внедрению технологии напыления баббита на подшипники скольжения от следующих фирм: ООО «Сунар» (г. Брянск), ВНИИАВТОГЕНМАШ (Москва), НИИ защитных покрытий ООО «ТСЗП-Сатурн» (Москва), ЦНИИ КМ «Прометей» (Санкт-Петербург), ЗАО «Фирма ТАС» (г. Люберцы). При этом перечисленные фирмы в качестве материала процесса напыления, в основном, используют баббитовую проволоку. Основным преимуществом процесса напыления проволочными материалами является максимальная производительность. Применительно к вкладышам подшипников скольжения, которые изготавливаются или ремонтируются единичными или малыми сериями, это преимущество несущественно.

При разработке технологии нанесения баббитовых покрытий научно-производственной фирмой «Плазмацентр» использовался порошковый материал из баббита, который предварительно перед нанесением покрытия проходил специальную обработку. Преимуществом данной технологии является повышенная прочность сцепления баббитового покрытия с основой.

Анализ свойств напыленного покрытия (по оптимизированной технологии с использованием специальных образцов) показал следующие результаты:

- прочность сцепления при условиях адгезионного отрыва – 37-47 МПа;

- прочность сцепления при условиях адгезионного сдвига – 39 МПа;

- прочность сцепления по диаметру пятна напыления при условиях адгезионного отрыва, среднестатистическая – 37 МПа;

- когезионная прочность сцепления – 57 МПа;

- коэффициент использования материала – 89 %;

- структура – слоистая, состоит из эвтектической смеси частиц α -раствора сурьмы в олове и мелких (до 1–2 мкм) частиц SnSb и CuSn, а также отдельных более крупных частиц SnSb и Cu₃Sn (5–20 мкм) и пор (пористость порядка – 9–11 %).

Данную технологию можно рекомендовать для изготовления и ремонта любых баббитовых подшипников скольжения паровых и газовых турбин, судовых дизелей, насосов, компрессоров, нагнетателей и т. д. При этом возможно оперативно и многократно решать проблемы ремонта путем локального залечивания дефектов без полного удаления баббитового покрытия, обеспечивать ремонт вкладышей подшипников скольжения на различных предприятиях с выездом бригады с оборудованием для реализации процесса напыления на вкладыши без ограничения их размеров.

Предприятиям экономически выгодно использовать данный экологически чистый процесс за счет снижения стоимости изготовления и ремонта вкладышей из-за упрощения процесса, уменьшения припусков на механическую обработку, снижения расхода баббита, уменьшения необходимой толщины рабочего слоя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рубин М. Б., Бахарева В. Е. Подшипники в судовой технике. Л.: Судостроение. 1987. 147 с.
2. Гаевик Д. Т. Подшипниковые опоры современных машин. М.: Машиностроение. 1985. 214 с.
3. Балдаев Л. Х., Волосов А. Н., Волосов Н. А. Применение различных технологических методов изготовления и ремонта антифрикционного слоя подшипников скольжения //Ремонт, восстановление, модернизация. 2002. № 4. С. 18–21.
4. Веслополов Ю. И., Веслополов В. Ю. Наплавка баббитом подшипников скольжения судовых дизелей с нагревом ТВЧ //Сварочное производство. 1990. № 11. С. 27–28.
5. Фридкис З. И. Наплавка баббитов //Сварочное производство. 1971. № 4. С. 47–49.
6. Путилин В. Г., Сухобоков В. А., Самсонович Е. Н. и др. Нанесение баббитов на поверхности трения электродуговой металлизацией //Строительные и дорожные машины. 1984. № 7. С. 6–7.
7. Хмелевская В. Б., Леонтьев Л. Б., Лавров Ю. Г. Технологии восстановления и упрочнения деталей судовых механизмов и триботехнические характеристики покрытий. СПб.: СПГУВК. 2002. 309 с.
8. Егоров Н. П., Егоров В. Н., Прудников С. В. и др. Опыт восстановления деталей энергооборудования газотермическим напылением //Энергетик. 2001. № 12. С. 29–30.