

# Повышение ресурса деталей судовых машин и оборудования

Л.К. АРАБЬЯН, профессор кафедры «Судостроение и судоремонт» НГАВТ

И.П. КУТИКОВ, начальник научно-исследовательского сектора НГАВТ

**Реформирование речного транспорта России наряду с положительными результатами привело и к негативным последствиям, в частности, это относится к разрушению единой системы кооперации в сфере изготовления и поставок запасных частей для судового оборудования. В этих условиях катастрофического дефицита деталей специалисты Новосибирской государственной академии водного транспорта разработали способы и методы повышения их ресурса.**

Действовавшие ранее ССРЗ и РЭБ флота, многие из которых специализировались на изготовлении запасных частей для речного флота, были преобразованы в акционерные общества. Некоторые из них впоследствии либо полностью сменили профиль деятельности, либо были ликвидированы. Одновременно была ликвидирована и система централизованного снабжения, что лишило предприятия стабильных заказов на такие изделия.

Несмотря на огромный спад объёмов перевозок речным транспортом в целом, перевозки по рекам Лена, Енисей, Обь (в низовье) остаются жизненно необходимыми для прилегающих территорий. Действующий здесь флот требовал ремонта, а значит, запасных деталей. С каждым годом эта потребность возрастала.

Специалисты НГАВТ предложили пароходствам следующий выход из создавшегося положения:

1. Создать практические технологии восстановления и упрочнения быстроизнашивающихся деталей судовых дизельных двигателей и других установок.

2. Создать технологические комплексы по изготовлению наиболее дефицитных деталей на собственных предприятиях.

3. Использовать методы комплексной оценки состояния судовых дизелей, отработавших назначенный ресурс, с целью определения возможности их дальнейшей эксплуатации.

Решение поставленных задач взяли на себя специалисты двух кафедр: кафедры «Судостроение и судоремонт» (СиС) и кафедры «Технология металлов и судового машиностроения» (ТМиСМ). Действующая при кафедре СиС лаборатория технологии и орга-

низации судоремонта (ТиОС) разработала более 30 технологических процессов.

Потребовалось освоение плазменных методов нанесения покрытий с различными служебными свойствами. Плазменная технология нанесения покрытий весьма универсальна. Она позволяет наносить твёрдые покрытия: керамические, хромо-никелевые (порошками ПГСП-3,4), пористые, монокристаллические (после оплавления при температуре 1100 °С), мягкие (соединения меди, олова, алюминия и т. д.). Специалистам лаборатории пришлось провести глубокую модернизацию стандартных, выпускаемых в стране установок УПУ-3Д, УМП, УН-120 камеры 15ВВ, которая заключалась в создании новых универсальных плазматронов с межэлектродными (МЭВ) вставками, имеющих большой ресурс и способных работать на различных газах: пропане, азоте, воздухе, в отличие от стандартных, работающих на дефицитных газах аргоне и гелии. В это же время совместно с лабораторией плазменных генераторов Института теплофизики СО РАН, возглавляемой чл.-корреспондентом РАН М.Ф. Жуковым, были созданы малогабаритные плазматроны с МЭВ, работающие в ламинарном режиме, позволяющие оплавливать самофлюсующиеся порошковые хромо-никелевые покрытия, увеличивая прочность сцепления покрытий с подложкой, доводя ее до прочности монолитного материала, то есть до прочности высоколегированной стали. Все это позволило к началу 90-х гг. создать в самом НИИВТе (НГАВТ), а также в Новосибирской и Жатайской РЭБ флота и Красноярском СРЗ участки плазменного напыления.

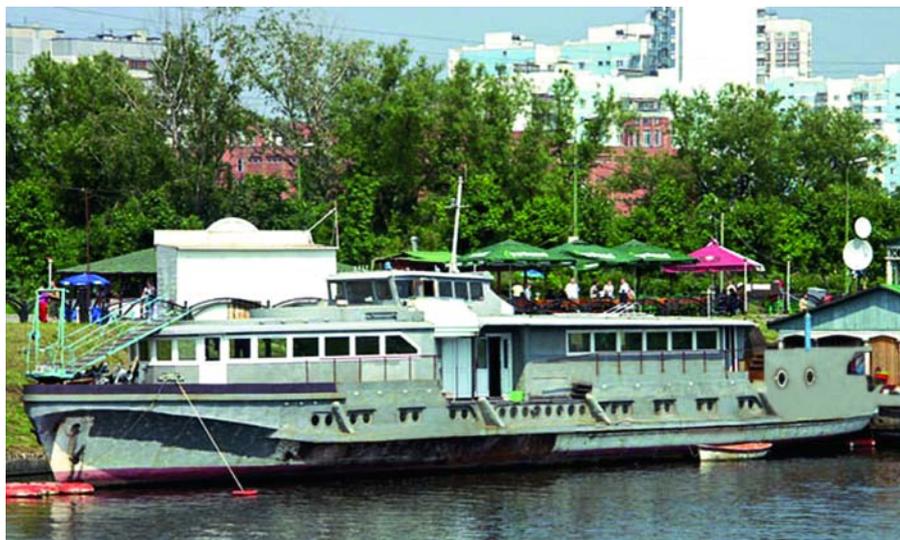
С этого периода началось интенсивное внедрение комплексных техноло-

гических процессов восстановления и упрочнения деталей СДВС.

Комплексность применяемых технологических процессов заключается в том, что в них использовался целый набор технологических операций: предварительная механическая обработка, наплавка или заплавка дефектов с разделкой швов, напыление порошковых покрытий, в необходимых случаях оплавление покрытий, электроискровое легирование, термическая обработка деталей и, наконец, окончательная механическая обработка.

В разные годы в лаборатории ТиОС было освоено восстановление алюминиевых поршней СДВС, крышек цилиндров двигателей НФД 26, 6ЧНСП18/22, поршневых пальцев, гильз цилиндров двигателей 6ЧНСП18/22, М400, М 401, деталей топливных насосов двигателей НФД 26 и т.д. После отработки технологии и проверки работоспособности деталей в эксплуатационных условиях оборудование и технологии тиражировались на предприятиях Сибирского региона: Новосибирской РЭБ, Подтёсовской РЭБ. На последней до сих пор с успехом применяются технологические комплексы, созданные НГАВТ: механизированная установка для наплавки облицовок и шеек гребных валов в среде аргона бронзовыми и легированными проволоками, участок механизированной наплавки износостойкой алюминиевой проволокой АК6 поршней из алюминиевых сплавов.

Многолетний опыт эксплуатации восстановленных деталей показал, что износостойкость этих деталей возросла в 2-3 раза по сравнению даже с фирменными. Так, использование поршней с наплавленными проволокой АК6 канавками под поршневые кольца двигателей НФД 26 АЗ на теплоходе РТ-646 Новосибирской РЭБ в течение 8 навигаций позволяет экономить смазочные материалы и топливо до 10-15%. Это достигается за счёт длительного сохранения оптимальных зазоров в сопряжениях кольцо-канавка-поршень. Экономический эффект от внедрения перечисленных технологий составляет



ежегодно 1,5 — 2 млн. рублей, он был бы ещё выше, если бы не сокращение действующего транспортного флота в бассейнах Сибири.

Ещё одним важным направлением в повышении эффективности работы флота является совершенствование технического состояния движительно-го хозяйства. С распадом централизованной системы обеспечения запасными частями судов движительное хозяйство пришло в упадок.

Двигатели теплоходов своевременно не заменяются, ремонтируются кустарными методами. Из-за низкого технического состояния двигателей пережигается топливо, суда снижают скорости движения, т.е. судовладельцам и государству наносится большой ущерб. Лаборатория ТиОС с начала своего существования всегда уделяла особое внимание этому направлению.

Применяемые на речных судах гребные винты из обычной углеродистой стали обладают низкой износостойкостью, они плохо сопротивляются коррозии и особенно кавитационной эрозии. Уже к концу первой навигации шероховатость их поверхности достигает значений  $Rz = 300-500$  МКМ. Это приводит в дальнейшем к значительному перерасходу топлива за счёт возрастания коэффициента момента трения и снижения коэффициента упора, при этом снижается скорость. Применение износостойких легированных сталей для производства гребных винтов на промышленных предприятиях речных бассейнов не осваивается из-за несовершенной технологии литья и сложности обработки такой стали.

Лабораторией ТиОС была разработана и внедрена технология плазменного упрочнения гребных винтов, изготовленных из обычной углеродистой стали 25Л. Внедрение этой технологии потребова-

ло создать механизированный комплекс, который разработан и смонтирован специалистами лаборатории в Новосибирской РЭБ. Комплекс включает в себя механизированную пескоструйную камеру, где предварительно отремонтированный гребной винт подвергается пескоструйной очистке (корундовой крошкой) для обеспечения прочного сцепления напыляемого порошка с поверхностью лопастей. На следующем этапе отработанный гребной винт мостовым краном подаётся в камеру плазменного напыления, где устанавливается на специальный сварочный манипулятор, на котором и подвергается напылению плазматроном, перемещаемым эквидистантно поверхности лопастей с помощью промышленного робота. Успешное внедрение комплекса позволило упрочнить гребные винты теплоходов проектов 428,2, Р-83 и других судов, которые эксплуатировались без ремонта длительное время. Оплавление самофлюсующихся хромо-никелевых покрытий типа ППСР-3 с помощью ламинарного плазматрона позволяет получить износостойкое гладкое покрытие твёрдостью до HRC-58. Кавитационная стойкость такого покрытия выше углеродистых сталей в 7–10 раз и превышает износостойкость большинства винтовых легированных сталей. Сохранение высокой чистоты поверхности упрочнённых гребных винтов плазменным напылением позволяет снизить расход топлива на судна на 5–7%. Эти данные подтверждены эксплуатационными испытаниями.

К сожалению, расширенное использование этой технологии сдерживается снижением объёмов перевозок и высокой стоимостью хромоникелевых порошков.

Дальнейшее совершенствование движительно-го хозяйства лаборатория ТиОС видит в использовании новой

технологии изготовления так называемых лито-сварных гребных винтов, которая заключается в изготовлении точным литьем из легированной стали ЗОХГСА отдельно лопастей и приварки их после предварительной обработки к ступице, изготовленной из обычной стали. Такая технология позволяет избежать сложности при отливке лопастей и последующей механической обработке их. Целый винт сложно отлить из легированной стали ввиду плохой жидкотекучести.

По новой технологии лабораторией изготовлены 8 гребных винтов (рабочих колёс водомётов) теплоходов проекта Р-83 («Заря»). Сложная геометрия и тяжёлые условия эксплуатации на мелководье предъявляют высокие требования к этим двигателям. Успешное внедрение этой технологии подтверждается также многолетней эксплуатацией этих двигателей на судах, работающих в бассейнах рек Оби и Енисея. В настоящее время технология осваивается на Подтёсовской РЭБ для серийного производства.

Многие годы для пароходств Сибири большой проблемой являлось приобретение резино-металлических подшипников для ремонта дейдвудных устройств теплоходов. Подшипники поставлялись с Московского ССРЗ и с одного из заводов Казахстана. Часто их продукция была низкого качества (отслаивание резины). По договорам с Енисейским и Ленским пароходствами лабораторией ТиОС были разработаны и изготовлены уникальный длинноходовой гидропресс усилием 100 т и оригинальная оснастка для производства резино-металлических подшипников по ГОСТ 7199-77. Учитывая опыт производства армированных ответственных резиновых деталей, особенно опыт НАПО «Чкаловский завод» и фирмы «Титан», НГАВТ удалось создать целую серию пресс-форм с автоматическим поддержанием температуры и давления в заданных пределах (7,5-10 мПа) и таким образом создать технологию производства качественных резино-металлических подшипников.

В настоящее время предприятия производят судовые подшипники диаметром от 60 мм до 230 мм. Подтёсовская РЭБ обеспечивает этой продукцией все пароходства Сибири и даже предприятия рыбного хозяйства и морского флота Дальнего Востока.

Продукция и оборудование сертифицированы Российским речным регистром и Морским регистром судоходства.