

Технологии восстановления изношенных и дефектных деталей с помощью металлополимерных материалов

А. А. Ищенко, д-р техн. наук, Приазовский государственный технический университет (Мариуполь)

В последние годы в различных отраслях промышленности эффективно используют технологии ремонта оборудования с помощью металлополимерных материалов. В отдельных случаях они конкурируют с традиционными технологиями сварки и наплавки, и их применение оказывается экономически оправданным, несмотря на достаточно высокую стоимость этих материалов.

Для излагаемой ниже технологии восстановления деталей использовали полимерные материалы фирмы «Диамант» (ФРГ): двухкомпонентные материалы на эпоксидной основе с мелкодисперсным металлическим наполнителем и различными модификаторами. Предел прочности на сжатие одного из таких материалов — «мультиметалла» — составляет 180–195 МПа, модуль упругости до 14000 МПа, температурный интервал эксплуатации от –32 до +200 °С.

Один из типичных примеров успешного применения металлополимерных материалов — восстановление чугунных корпусных деталей с повреждениями в виде трещин. К таким деталям относятся блоки цилиндров, рубашки охлаждения цилиндров компрессора и т. д. Работа была выполнена на центральном компрессоре автотранспортного предприятия в 1993 г. В результате «размораживания» этого корпуса общая длина трещин на двух цилиндрах составила более 800 мм. После разделки кромок, обезжиривания и просушки материал «мультиметалл—чугун» был нанесен на поврежденное место, а в местах, где трещина имела максимальный размер, усилен армирующей стеклотканью. Все работы выполняли без разборки и демонтажа компрессора. Через 16 ч компрессор был пущен в работу и проработал без замечаний к качеству шва более 9 лет.

Опыт восстановления треснувших чугунных блоков цилиндров автомобилей показал, что такой ремонт можно рассматривать как временную меру, позволяющую без разборки двигателя в кратчайшие сро-

ки запустить агрегат в работу. Наблюдения за отремонтированными двигателями показывают, что в зависимости от расположения дефектного места на блоке, где произошла его разгерметизация, и интенсивности эксплуатации двигателя срок службы загерметизированного шва составляет от 2 до 6 лет. Если длина трещины превышает 150 мм, применяют известные способы ее фиксации: частичную (путем установки гужонов в трещину) и полную (путем установки пластин, закрепляемых болтами по обе стороны трещины). Затем сверху и трещину, и крепежные элементы покрывают металлополимерным материалом.

Аналогичным образом решают задачи восстановления целостности корпусных деталей, выполненных из различных цветных металлов и сплавов. В России, например, эти технологии активно применяют при ремонте разнообразных повреждений чугунных корпусов насосов, компрессоров в системе «Тюменьэнерго» на Сургутской ГРЭС, Нижневартовской ГРЭС и др., а также при ремонте магистральных нефтепроводов и нефтеперекачивающего оборудования.

К этой же категории восстановительных ремонтов относят и ремонт дефектов литья, включая микропоры и микротрещины, которые устраняют однокомпонентным пропиточным материалом, имеющим специальную «ползучую» добавку для гарантированного проникновения на большую глубину микротрещины. Проведенные испытания восстановленных таким материалом деталей показали, что они выдерживают последующую работу под давлением до 9 МПа. При этом продолжительность работы восстановленной детали превышает 11 лет.

Такой пропиточный материал, по-видимому, можно использовать и для герметизации сварных швов, поскольку его модификации позволяют герметизировать трещины и поры размером от 0 до 0,1 мм и от 0,1 до 0,5 мм.

Первый закон Мизеса. Все, что может испортиться, портится. Следствие. Все, что не может испортиться, портится тоже.



Другой пример успешного использования металлополимерных материалов взамен традиционных способов наплавки — восстановление изношенных поверхностей тяжело нагруженных деталей и машин, например восстановление гнезд подшипников качения корпусных крупногабаритных деталей. Экономически целесообразно применять такие технологии прежде всего в тех случаях, когда корпусную деталь невозможно демонтировать и отправить в ремонтный цех. Такой подход возможен, поскольку восстановленная поверхность гнезда не требует механической обработки: она формируется либо поверхностью наружного кольца подшипника, либо специальным шаблоном. При этом металлополимерный материал не дает усадки во время затвердевания. Необходимо отметить, что практика такого восстановления и последующая эксплуатация машин в условиях воздействия ударов и динамических нагрузок показали, что срок работы восстановленных узлов в 1,8–2,0 раза превышает срок службы таких узлов, восстановленных традиционным способом. Причина этого, казалось бы, парадоксального результата кроется, по мнению автора, в увеличении площади контакта деталей после восстановления гнезда подшипника и соответствующего снижения удельных нагрузок, приводящих к постепенному выходу детали из строя. Шлифованная поверхность наружного кольца подшипника после восстановления контактирует со шлифованной поверхностью гнезда, сформированной самим подшипником (рис. 1). Кроме того, металлополимерный слой демпфирует ударные нагрузки.

На рис. 2–4 показан пример применения технологии нанесения полимерного материала «мультиметалл» при восстановлении гнезда подшипника в корпусе рельсопроводной машины на металлургическом комбинате «Азовсталь».

Отметим, что целесообразно выполнять обработку металлополимерами не только изношенных, но и вновь изготовленных деталей, и прежде всего деталей, которые не могут быть упрочнены поверхностным пластическим деформированием. Расходы на металлополимерный материал и трудовые затраты на выполнение операций нанесения его минимальны, а эффект превосходит все ожидания — стойкость и долговечность деталей значительно возрастают.

Тот факт, что металлополимерные материалы хорошо работают на сжатие, позво-

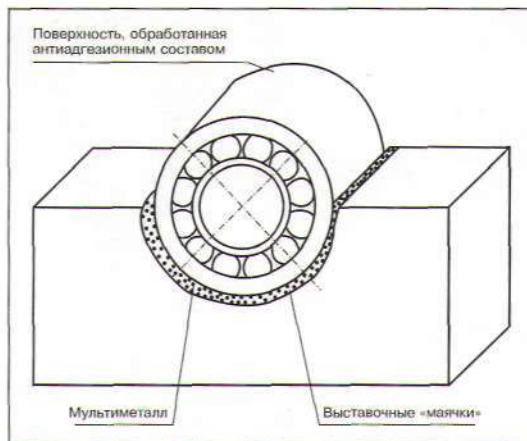


Рис. 1. Схема формирования поверхности гнезда подшипника



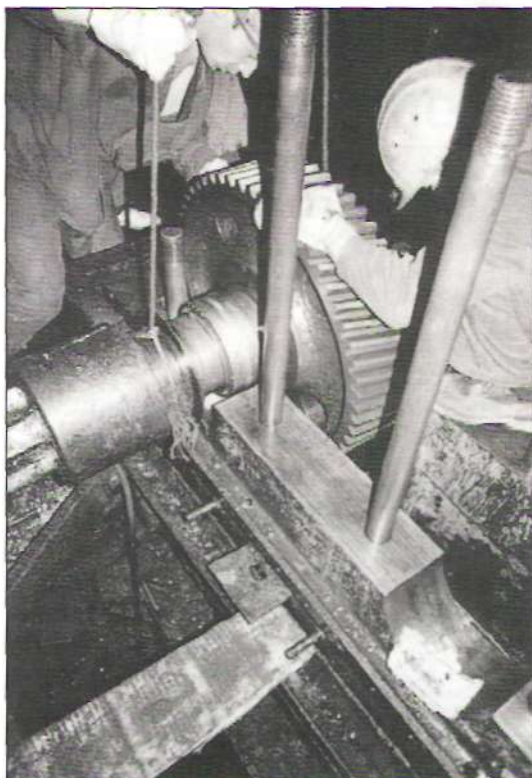
Рис. 2. Изношенное гнездо, подготовленное к нанесению металлополимерного материала «мультиметалл»



Рис. 3. Поверхность гнезда с нанесенным избытком металлополимерного материала

ляет использовать их в тяжелых условиях, в частности, для восстановления проектных размеров проемов станин клетей прокатных станов и опорных поверхностей плитвин, на которых устанавливают прокатную клеть.

Рис. 4.
Установка
вала в сборе
в проектное
положение
для форми-
рования
поверхности
посадочного
размера
гнезда
подшипника



Обычно плитовины приходится сры-
вать с фундамента и восстанавливать в ме-
ханических цехах путем наплавки и после-
дующей механической обработки. Этот
трудоемкий процесс требует больших за-
трат времени, в том числе на последующую
установку восстановленных плитовин в
проектное положение, заливку бетона и
т. п. В 1994 г. на комбинате «Азовсталь»
осуществлена уникальная ремонтная опе-
рация по установке новой клетки блюминга
на старые плитовины, находившиеся в экс-
плуатации с 1948 г. и имевшие износ в от-
дельных точках до 7 мм. В течение 48 ч с
помощью металлополимерных материалов
была восстановлена поверхность опорной
площади плитовин и выполнена их защита
от дальнейшего изнашивания.

Выполняли эту операцию следующим
образом. После зачистки изношенной по-
верхности на плитовины наплавляли кон-
трольные полоски, обработанные ручными
шлифовальными машинками. На эти поло-
ски выставили клеть, затем ее приподняли
гидродомкратами, на изношенную поверх-
ность плитовин нанесли с избытком метал-
лополимерный материал, клеть опустили
на контрольные полоски и затянули с по-
мощью болтов. Таким способом был обра-
зован идеальный контакт станины клетки с
плитовиной, при котором удельные нагруз-
ки в любой точке контактной поверхности

оказались минимально возможными для
данного соединения.

Во время эксплуатации этой клетки не
возникло необходимости в подтяжке бол-
тов ее крепления, что свидетельствует,
прежде всего, об идеальной установке
клетки на плоскость плитовин.

После девяти лет эксплуатации ситуа-
ция остается стабильной: металлопластик
надежно изолирует рабочую поверхность
плитовин от воздействия воды, а следова-
тельно исключает коррозию, а также дем-
пфирует ударные нагрузки, которые от
валков передаются на опорные поверхно-
сти станины.

Аналогичная технология была исполь-
зована и при восстановлении проектных
размеров прокатных клетей на прокатных
станах 3000 и 1700 ОАО «Мариупольский
металлургический комбинат им. Ильича».
Станины прокатных клетей имели износ
по поверхности контакта с защитными (ли-
цевыми) планками, достигавший в отдель-
ных случаях 10–13 мм. Этот износ был
компенсирован слоем металлополимерного
материала. Причем выставить в проектное
положение защитные планки в двух плос-
костях — вертикальной и горизонталь-
ной — стало значительно легче. Четырех-
летний срок эксплуатации восстановлен-
ных станин стана 1700 и трехлетний — ста-
на 3000 показал, что предложенная техно-
логия оправдывает ожидания и дает значи-
тельный экономический выигрыш в срав-
нении с применявшейся ранее наплавкой
изношенных мест и последующей обработ-
кой специальными переустанавливаемыми
фрезерными станками.

Результаты наблюдений за работой мо-
дернизированных клетей стана 3000 позво-
ляют отметить, что снизились динамиче-
ские нагрузки, воздействующие на клетку во
время прокатки; обеспечена стабильность
прокатки листа толщиной до 6 мм; исклю-
чена серповидность полосы; обеспечена
стабильность геометрических параметров
листа; на 25–30% снизились затраты вре-
мени на текущие ремонты за счет исклю-
чения снятия лицевых планок, проемов и
установки подкладок, компенсирующих
износ станины; во время текущих ремонтов
не возникло необходимости в подтяжке
болтов крепления планок, что свидетельст-
вует об отсутствии износа станины и слоя
полимерного материала.

Использование металлополимерного
материала в качестве прокладки между

станиной и лицевыми планками позволило герметизировать зазор между ними, исключив попадание в него воды и появление коррозии на опорной поверхности станины, демпфировать ударные нагрузки, уменьшить удельные нагрузки на опорную площадку станины путем создания максимальной площади контакта между лицевой планкой и этой площадкой в период, предшествующий полимеризации используемого материала.

За 12 лет работы в этой области накопилось достаточно много различных технологических разработок. Это — восстановление изношенных шеек эджерных прокатных валков трубопрокатного стана, которые нельзя было подвергать наплавке из-за специфических свойств применяемых сталей; ремонт нефте- и бензоналивных емкостей, когда сварку нельзя выполнять по условиям пожарной безопасности; успешные опыты установки штифтов на металлополимерный материал в конструкции составного маховика диаметром 8500 мм пильгерстана трубопрокатного цеха Нижнеднепровского трубного завода и т. д.

Зарубежный опыт подтверждает эффективное использование металлополимерных материалов в судоремонтном и литейном производствах, автомобилестроении и станкостроении, но наиболее впечатляющим примером, перекликающимся с отечественным опытом восстановления станин прокатных станков, служит применение этих материалов в качестве нивелирующего, герметизирующего и демпфирующего слоя между элементами мостовых сооружений в месте, где пролет моста контактирует с опорами. Это подтверждает эффективная работа такого слоя в течение 10 лет в конструкции южного моста (Зюдбрюкке) в Кельне (ФРГ).

Однако наибольший эффект от внедрения описанных технологий восстановления промышленного оборудования может быть получен при комплексном подходе, включающем использование сварочных технологий. Это позволит создавать новые конкурентоспособные технические решения при ремонтно-восстановительных работах в тяжелой промышленности и, в частности, в металлургии. ● #498