

Гибкие шнуровые материалы для газопламенного напыления и наплавки покрытий

А.Е. Затока, В.Н. Борисов (ООО "СП Техникорд")

Гибкие шнуровые порошковые материалы впервые появились на рынке газотермических покрытий во Франции под торговой маркой "Sfecord" в начале 70-х годов XX столетия. Особенностью данных материалов является применение экологически чистых органических связующих, полностью сублимирующих при нагревании до 400...450 °С без внесения побочных продуктов в покрытие. В России производителем этого вида расходных материалов для напыления и наплавки с использованием "know-how" фирмы SNMI (Франция) с 1988 г. является российско-французское предприятие ООО "СП Техникорд".

Для ремонта и повышения долговечности деталей различного оборудования "СП Техникорд" выпускает широкую номенклатуру гибких шнуровых материалов (ГШМ). В настоящее время "СП Техникорд" производит ГШМ диаметром 3,17...4,75 мм для газопламенного напыления и ГШМ диаметром 4,75...6,35 мм для ручной газопламенной наплавки (рис. 1).

Опыт эксплуатации деталей с покрытиями, полученными с использованием гибких шнуров, показал, что качество данных покрытий значительно превосходит качество порошковых газопламенных и, в большинстве случаев, даже плазменных покрытий. Прочность и эластичность гибких шнуров позволяет пользоваться ими так же, как и проволокой и наносить покрытия с помощью газопламенных аппаратов проволочного типа. В то же время метод

газопламенного напыления отличается экономичностью, простотой и мобильностью аппаратурного оформления, надежностью оборудования для нанесения покрытий, что позволяет использовать его там, где требуется соблюдение непрерывности и стабильности технологического процесса, в т.ч. и для крупногабаритных деталей.

Технология изготовления ГШМ позволяет получать в составе шнуров практически любые сочетания различных порошковых материалов, отличающихся по гранулометрическому составу. Стабильная подача шнурового материала в высокотемпературную зону газового потока по оси струи, аналогично достигаемой при распылении стержней и проволок (не более 0,2%), а также правильный подбор состава компонентов порошковых смесей и размера частиц порошков гарантируют плавление всех составляющих порошкового наполнителя шнура, в том числе и керамики. По сравнению с традиционными методами газотермического напыления это обеспечивает повышение адгезионной и когезионной прочности, снижение пористости покрытий, повышение коэффициента использования напыляемого материала.

В последнее десятилетие в промышленности наметился устойчивый спрос на материалы с улучшенными триботехническими характеристиками и обрабатываемостью, предназначенными для восстановления деталей

машин и оборудования методами "холодного" напыления. Благодаря конструкции гибких шнуров серии "Сфекорд-Экзо", состоящих из органического связующего, порошкового наполнителя и присутствующих в их составе компонентов, обеспечивающих протекание экзотермических реакций и синтезирование новых фаз в процессе напыления, достигается повышение показателей адгезионной и когезионной прочности, а также коэффициента использования напыляемого материала. Высокое качество и надежность покрытий из ГШМ серии "Сфекорд-Экзо" были подтверждены опытом эксплуатации колесных валов тепловозов 12 УФЕ 17/24, которые были восстановлены в АО "Холдинговая компания "Коломенский завод". По данным на октябрь 2002 г. ресурс работы 1-ой серии

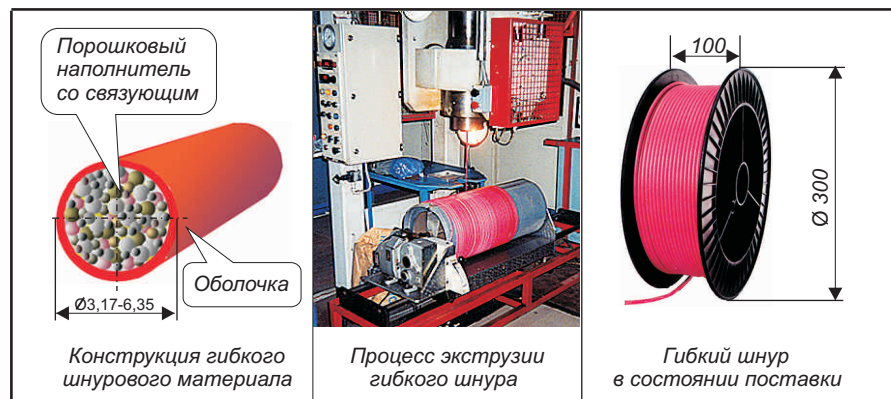


Рис. 1. Гибкий шнур: от конструирования до конечного продукта

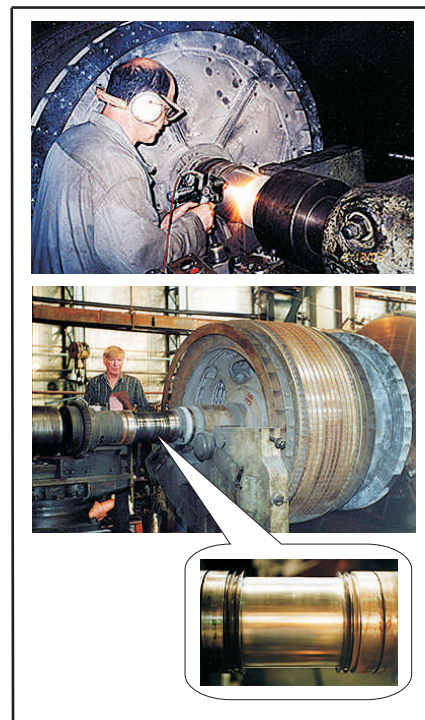


Рис. 2. Применение гибких шнуровых материалов серии "Сфекорд-Экзо" для восстановления шеек ротора электродвигателя воздуходувки ГРЭС: напыление покрытия и его механическая обработка выполнены за один установ на крупногабаритном токарном станке.

восстановленных валов превысил 500 тыс. км. Композиционные покрытия из материалов "Сфекорд-Экзо" позволили решить проблему восстановления напылением коленчатых валов большегрузных автомобилей (КамАЗ, МАЗ, ЗИЛ и др.), крупногабаритных деталей энергетического оборудования (рис. 2). Напыленные покрытия из ГШМ серии "Сфекорд-Экзо" находят широкое применение при восстановлении опорных поверхностей подшипников, сальников. В некоторых случаях покрытия данной серии по триботехническим характеристикам превосходят покрытия из гальванического хрома.

Сочетание высокой твердости, химической нейтральности, сопротивляемости окислению и диэлектрических свойств открывает керамическим материалам серии "Сфекорд-Керамика" широкие области применения в химической, нефтяной, металлургической, бумажной и пищевой промышленности. Например, на ОАО "Лебединский ГОК" шнуры из "Алюмина" (Al_2O_3), "Голубого корунда" ($Al_2O_3+3\% TiO_2$) и "Черного корунда" ($Al_2O_3+13\% TiO_2$) являются основными расходными материалами для нанесения покрытий. "Черный корунд" также показал прекрасные результаты при восстановлении деталей этиленовых поршневых компрессоров (штоки, поршни гидронасоса) установки для производства полиэтилена высокого



Рис. 3. Детали насосного оборудования (плунжер, штоки, защитная втулка) с напыленными покрытиями серии "Сфекорд-Керамика".

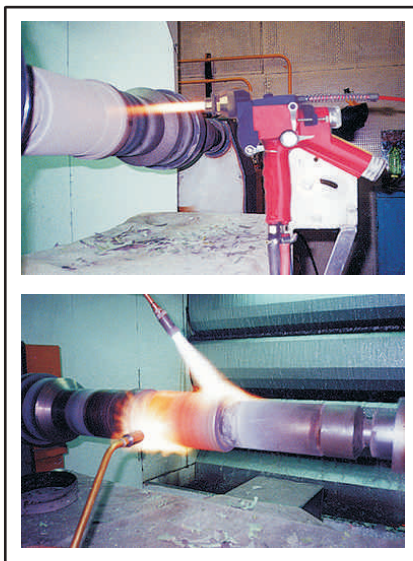


Рис. 4. Напыление покрытия шнуровым материалом "Рок-Дюр 57 Sp" и его оплавление

давления. Покрытия "Оксид хрома" и "Черный корунд" используются при изготовлении и ремонте таких деталей, как торцевые уплотнения, плунжеры, защитные втулки насосов в пищевой и нефтехимической промышленности (рис. 3). Долговечность нитеводителей текстильного производства с покрытием "Голубой корунд" увеличивается в 30 раз по сравнению с покрытием из гальванического хрома.

Серия "Сфекорд Рок-Дюр" объединяет группу шнуровых материалов с порошковыми наполнителями на основе самофлюсующихся сплавов систем Ni (Co)-Cr-B-Si и их смесей с карбидом вольфрама и применяется для создания защитных покрытий, обладающих высоким сопротивлением абразивному изнашиванию, стойкостью против коррозии и окисления в сочетании с отличными антифрикционными свойствами при нормальных и повышенных температурах. Характерными областями применения шнуров серии "Сфекорд Рок-Дюр" являются плунжеры, защитные втулки и муфты валов различных насосов, тяговые ролики волоочильных машин, направляющие ролики в металлургической промышленности, запорная арматура химического и энергетического оборудования, пуансоны и формы в стекльной промышленности и др. В частности, эти материалы широко применяются на ПО "БелАЗ" при изготовлении и ремонте деталей

рулевого узла большегрузных самосвалов. Авторами была разработана технология напыления с последующим оплавлением покрытий системы Ni-Cr-B-Si из ГШМ "Сфекорд Рок-Дюр" на ниппелях бурового райзера установки глубоководного бурения скважин (рис. 4). Особенностью данного технологического процесса является проведение термической обработки заготовок деталей с оплавленными покрытиями по схеме "закалка + отпуск" для обеспечения заданного уровня механических свойств ниппелей, эксплуатируемых в морской воде при рабочем давлении перекачиваемой жидкости до 100 МПа. Конструкция многокомпонентного гибкого шнурового материала "Рок-Дюр 57 Sp" позволила обеспечить высокую стабильность качества покрытий, подвергаемых последующей термической обработке по схеме "закалка + отпуск" и требуемый уровень механических свойств основного металла. Технология нанесения покрытий "Рок-Дюр 57 Sp" на ниппели буровых райзеров, эксплуатируемых в экстремальных условиях, была внедрена в серийное производство в 2001 г.

Благодаря технологическим возможностям оборудования, имеющегося в "СП Техникорд", в настоящее время для предприятий авиационной промышленности изготавливаются ГШМ для срабатываемых уплотнительных покрытий системы Me-Nb-C и жаростойких металлокерамических покрытий.

Для нанесения покрытий из ГШМ

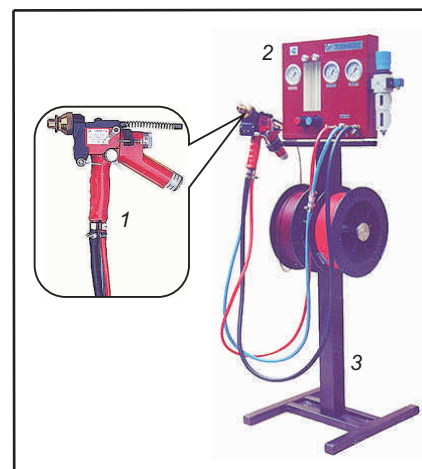


Рис. 5. Установка газопламенного напыления "Техникорд ТОП-ЖЕТ/2": 1 - распылитель; 2 - пульт управления рабочими газами; 3 - стойка

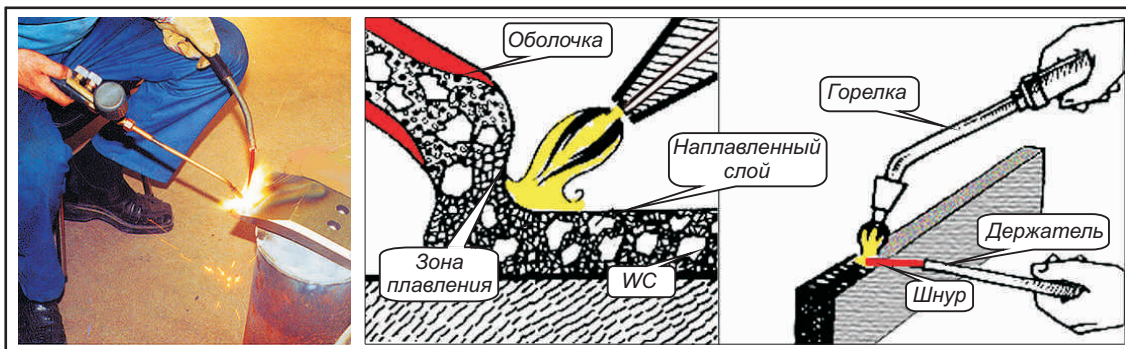


Рис. 6. Технология ручной газопламенной наплавки шнурового материала "Сфекорд-НР"

"СП Техникорд" производит многофункциональную установку газопламенного напыления "Техникорд ТОП-ЖЕТ/2" (рис. 5), позволяющую распылять как порошковые шнуровые материалы, так и проволоку. В качестве горючего газа для данной установки используются ацетилен или пропан. При работе на пропане и использовании специальных сопел в горелке "Техникорд ТОП-ЖЕТ/2" для ряда материалов, в т.ч. керамики, достигается сверхзвуковой режим напыления. Небольшая масса установки (20 кг), ее мобильность позволяют не только выполнять технологические процессы нанесения покрытий в цеховых условиях, но и обрабатывать крупногабаритные детали и конструкции по месту или в полевых условиях.

Кроме того, для ручной газопламенной наплавки деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания, "СП Техникорд" (Россия) производит шнуровые материалы серии "Сфекорд-НР" диаметром 4,75 и 6,35 мм с размером зерен литого карбида вольфрама в диапазоне от 0,1 до 2,5 мм, причем для конкретных видов изнашивания применяются специальные комбинации мелкозернистого и крупнозернистого карбида вольфрама. Равномерное распределение зерен карбидов в порошковом шнуре обеспечивает наиболее благоприятное их расположение на рабочей поверхности, что приводит к повышению износостойкости наплавленного слоя.

Матрица наплавленного слоя, представляющая собой никелевый самофлюсующийся сплав системы Ni-Cr-B-Si, обеспечивает хорошее смачивание зерен карбидов, обладает низкой температурой плавления (950-1050 °С), имеет высокую текучесть и отличается высокой стойкостью к воздействию кислот, щелочей и других коррозионно-активных сред.

Максимальная температура эксплуатации наплавленного слоя - 600 °С.

Преимуществом ГШМ "Сфекорд-НР" является то, что для наплавки не требуется специального оборудования. Наплавка производится, как правило, с использованием кислородно-ацетиленовых сварочных

горелок. При этом применяются те же технологические приемы, что и при наплавке прутковыми материалами и трубчато-зерновым релитом (рис. 6). Шнур диаметром 6,35 мм длиной более 40 м в катушечном исполнении успешно заменяет наплавочные материалы в виде трубок с наполнителем типа трубчатого релита или прутков, требующих постоянной стыковки.

Результаты эксплуатации деталей с поверхностями, наплавленными шнурами "Сфекорд-НР", показали, что в определенных случаях наплавка данного материала позволяет на порядок увеличить срок службы изделий по сравнению со стальным литьем и ручной электродуговой наплавкой. Шнуровые материалы "Сфекорд-НР" получили широкое распространение для наплавки твердых поверхностных слоев при изготовлении и ремонте деталей строительной индустрии при производстве кирпича, цемента, в нефтехимическом машиностроении, горнодобывающей, металлургической, нефтедобывающей промышленности и дорожном строительстве (рис. 7).

В настоящее время технологические процессы наплавки и газопламенного напыления с использованием гибких шнуровых материалов, выпускаемых "СП Техникорд", применяются при восстановлении или изготовлении деталей с покрытиями на предприятиях черной и цветной металлургии, машиностроения, автомобилестроения, химической, нефтяной, целлюлозно-бумажной, стекольной и других отраслей промышленности России и ряда зарубежных стран. Для напыления и наплавки используются серийные или разрабатываются новые шнуровые материалы в соответствии с требованиями заказчиков.

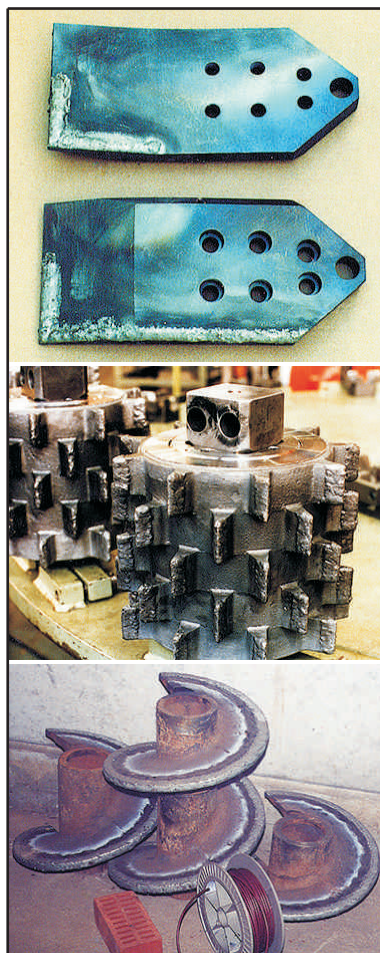


Рис. 7. Детали с наплавкой рабочих поверхностей гибким шнуровым материалом "Сфекорд-НР": буровые лопатки, буровые шарошки, шнеки кирпичного производства