

чества аустенита, повышения качества и прочности изделий наиболее рационально использовать криогенный метод. Обработка холодом проводится путем охлаждения стали до  $-40\ldots-150^{\circ}\text{C}$ , затем обрабатываемый материал какое-то время находится в среде с данной температурой и затем медленно возвращается в среду с комнатной температурой. Медленное возвращение к комнатной температуре необходимо во избежание криогенного шока металла, что может вызвать трещины или разломы во внутренней молекулярной структуре. Криогенная обработка позволяет улучшить механические и режущие свойства инструментов, повысить их износостойкость и твердость. В качестве основного криореагента выступает твердый углекислый газ (сухой лед). По результатам практических исследований быстрорежущая сталь P18, обработанная при температуре «сухого льда» ( $-78^{\circ}\text{C}$ ), а затем отпущенная, приобретает более равномерную твердость, чем твердость сталей, охлажденных только в масле и отпущенных 3 раза при  $580^{\circ}\text{C}$ . Для резцов из стали P18, обрабатываемой при криотемпературах, рекомендуется двукратный отпуск при  $540^{\circ}\text{C}$  с выдержкой не менее 1 ч каждый. Стойкость инструментов, охлажденных ниже нуля, в 1,5-2 раза превышает стойкость серийных инструментов. Несомненным преимуществом криогенной обработки является отсутствие короблений. При обычной термообработке коробления происходят из-за неравномерного нагрева и охлаждения деталей, тогда как в процессе криообработки этот фактор полностью исключен. При испытании стали P18 было выявлено увеличение твердости до 65-67 HRC. Существует особенность, несколько снижающая эффективность данного метода: режущий инструмент используют в первые двое суток после обработки в среде «сухого льда». Дальнейшее использование инструмента возможно, но без существенного эффекта повышенной стойкости. При необходимости дальнейшего использования режущего инструмента с повышенной стойкостью его перезатачивают и снова подвергают ударному охлаждению в жидком азоте с использованием в первые двое суток.

#### О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ ОБКАТКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Синёв А.Н., Яшин А.С.

Муромский институт, филиал  
ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный  
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых», Муром,  
e-mail: sinyov-rae2014@yandex.ru

Длительность обкатки составляет до 15 часов для тепловозных дизелей и до нескольких часов для судовых двигателей. В современных экономических условиях предприятия заинтересованы в сокращении длительности обкатки и снижении расходов на неё, которые до 95 % связаны с затратами на топливо. Обоснованное сокращение обкатки двигателей внутреннего сгорания затруднено из-за недостаточной изученности процесса приработки.

Наиболее нагруженными и ответственными трибосопряжениями двигателей внутреннего сгорания (ДВС) являются подшипники скольжения коленчатого вала. Анализ теплового режима при обкатке тепловозных и тракторных ДВС позволил установить, что температура в подшипниках при обкатке под нагрузкой изменяется в среднем от  $70$  до  $100^{\circ}\text{C}$ . Использование известных температурно-вязкостных зависимостей для применяемых масел позволили на

основе гидродинамической теории установить динамику изменения толщины масляного слоя  $h$  в шатунных подшипниках при обкатке дизелей М753 и ЯМЗ-238 мощностью 551,5 и 176,5 кВт соответственно с продолжительностью обкатки 4,75 и 1,5 часа. Анализ изменения  $h$  с учётом допускаемой высоты микронеровностей поверхностей трения (6,3 мкм) и допуска на монтажные перекосы и деформации (1,8 мкм) показал, что применяемые технологии нагружения не обеспечивают достаточного сближения (менее 8,1 мкм) трущихся поверхностей в подшипниках скольжения, то есть поверхности разделены гидродинамическим масляным слоем и их приработка не происходит. Эти выводы подтверждаются результатами спектрального анализа проб масла, взятого по ходу обкатки тепловозных дизелей.

Таким образом, представленные результаты показывают, что сокращение периода обкатки с повышением её качества для многих типов ДВС не реализовано. Экономическая эффективность технологии обкатки может быть значительно повышена путем применения новых подходов в её разработке, базирующихся на трибологических закономерностях процесса приработки материалов узлов трения.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБРАЗЦОВ УПРОЧНЕННЫХ СТАТИКО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКОЙ

Стаценко А.С., Пархачёв А.Н.

Муромский институт, филиал  
ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный  
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых», Муром,  
e-mail: alena1994.a@ya.ru

Эксплуатационные характеристики деталей из стали 110Г13Л определяются физико-математическими свойствами и состоянием упрочненного слоя, которые обусловлены высоким качеством стали, в первую очередь – характеристиками прочности и пластичности. Зная степень упрочнения поверхности высокомарганцовистой стали (ВМС) в данных условиях работы, можно оценить работоспособность деталей с различными исходными свойствами и использовать сталь 110Г13Л наиболее эффективно.

В производственных условиях образцы из ВМС, упрочненные статико-импульсной обработкой (СИО) при различных режимах, подвергались испытаниям на механические свойства: прочность ( $\sigma_r$ ), предел текучести ( $\sigma_t$ ), относительное удлинение ( $\delta$ ) и сужение ( $\psi$ ), а также ударную вязкость (КCU).

Рассмотрим динамику механических характеристик образцов из стали 110Г13Л, упрочненных СИО в различных режимах. При изменении усилия статического воздействия в ходе СИО образцов из ВМС наблюдается различная степень деформации, а в плане микроструктурных изменений отмечается изменение размера зерна аустенита. Результаты лабораторных измерений представлены в таблице 1.

Одним из важных показателей, характеризующих качество ВМС, является ударная вязкость. Образцы для исследования на ударную вязкость изготавливали из стали 110Г13Л, упрочненной СИО и термообработанной. Испытания проводили по общепринятой методике согласно ГОСТ 7370-76. На рис. 1 представлены зависимости ударной вязкости от различного содержания углерода в образцах из стали 110Г13Л, термообработанных и упрочненных СИО. Каждое числовое значение ударной вязкости получено как среднее при испытании пяти образцов.