

ЛИТЕРАТУРА

1. Матохнюк Л.Е. Ускоренные усталостные испытания высокочастотным на грузением. - Киев: Наукова думка. - 1988.
2. Dovgyallo I., Tsaruck F., Dolbin N., Dovgyallo A. Estimation of influence of flecuency of flexural vibrations of structural sensitive characteristics of 20x13 steel // The 4Th. International Symposium on Creep and Coupled Processes. Bialostok, 1992. - P.57-63.
3. Чишко К.А., Нацик В.Д. ФТТ, 1975, т.17, №1, с.348-353.
4. Довгялло И.Г., Капсаров А.Г., Бельский С.Е. Прогнозирование низкочастотной циклической прочности сложнагруженных элементов трубопроводов по результатам высокочастотных испытаний. // Труды БГТУ, вып. 5. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. - Мн., 1997, с.84-88.

УДК 621.785.532

А.И. Сурус, ассистент;
 А.И. Пыжик, студент;
 П.В. Боровский, студент

ПОВЫШЕНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ЛЕСНЫХ МАШИН ПУТЕМ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ

Data dealing with the influence of hingfrecuence mechanical vibrations during surface strenghening of 40X and 38X2MЮA steels on strength in the cyclic bending have been given.

Одной из актуальных проблем, связанных с повышением эффективности технологических процессов в лесозаготовительной области, является повышение эксплуатационной надежности лесных машин. Актуальность этой проблемы подтверждается прежде всего тем, что лесозаготовительные работы отличаются своей энергоемкостью. Физический труд в данной области является малопродуктивным. Повышение производительности достигается прежде всего использованием в технологических процессах надежных и эффективных машин и механизмов.

В свою очередь, надежность и долговечность лесных машин во многом определяются особыми условиями их работы, существенно отличающимися от условий работы подобной техники в других условиях (сельском хозяйстве, транспорте и т.д.); особенностями организации технического обслуживания, ремонта и хранения, не всегда позволяющими на практике своевременно и качественно выполнять требования, регламентированные технической документацией.

Все это вызывает необходимость, наряду с другими мероприятиями, принимать меры по повышению надежности и долговечности наиболее уязвимых узлов и деталей таких машин с целью увеличения срока их службы, сокращения ремонтов и увеличения межремонтных периодов, снижения затрат на их эксплуатацию и ремонт, повышая, таким образом, их технологическую надежность.

Проведенный нами анализ показал, что одной из основных причин выхода из строя ответственных сложнонагруженных деталей лесных машин является их усталостное разрушение. Возможно развитие усталостного процесса как на макроуровне вследствие объемного разрушения, так и на микроуровне путем усталостного выкрашивания участков контактных тяжело нагруженных поверхностей.

Рядом исследователей [1] установлено, что в большинстве случаев усталостное разрушение развивается непосредственно в тонком поверхностном слое. В связи с этим его структура и напряженное состояние оказывают решающее воздействие на долговечность и надежность работы деталей машин. Из литературы [2] известно, что проведение финишной упрочняющей обработки с созданием в поверхностном слое сжимающих напряжений и мелкодисперсных упрочняющих фаз является одним из способов повышения усталостных характеристик материалов.

Известным является и то, что процессы с насыщением азотом обеспечивают в поверхностном слое напряжения - сжатия, что является причиной повышения усталостной прочности [3]. Данная работа посвящена исследованиям, связанным с повышением усталостной прочности деталей лесных машин методом карбонитрации с использованием высокочастотных механических колебаний.

Усталостные испытания проводились на сталях 40Х и 38Х2МЮА в условиях растяжения-сжатия при симметричных циклах в диапазоне частот от 0,15 до 18 кГц с использованием оборудования, методик и образцов, разработанных в БГТУ. Методика расчета образцов приведена в работе [4]. Перед испытаниями образцы проходили улучшение с последующей карбонитрацией при температуре 570°C и времени обработки от 10 мин до 5 ч как по обычной схеме, так и с применением колебаний частотой 3 и 18 кГц, вводимых в расплав.

Для проведения усталостных испытаний на частотах 3, 9 и 18 кГц использовалась разработанная в лаборатории динамической прочности материалов БГТУ магнитострикционная установка, работающая в резонансном автоколебательном режиме на первой модели продольных колебаний с преобразователем типа ПМС-15-18. Для усиления механических колебаний применялись полуволновые стержни конической формы. Коэффициенты усиления концентраторов выбирались в соответствии с тре-

буемой величиной амплитуды и формой амплитудно-частотной характеристики колебательной системы. О разрушении образцов судили по падению резонансной частоты, фиксируемой частотомером.

Усталостные испытания на частоте 0,15 кГц проводились на испытательной установке, созданной на базе электродинамического вибростенда типа ВЭ, возбуждаемого усилителем "SAVAGE".

Как видно из приведенных результатов, полученных при испытаниях на частоте 18 кГц (рис.1), применение диффузионного насыщения существенно повышает усталостную долговечность по числу циклов N до полного разрушения образца. Прирост усталостных характеристик отмечен даже при непродолжительном времени обработки (0,5 ч). Зависимости N_c от времени τ насыщения аналогичны для обоих материалов, что свидетельствует о возможности повышения таким образом усталостных характеристик у достаточно широкой номенклатуры конструкционных сталей. Более высокие результаты, полученные для стали 38Х2МЮА, объясняются как повышенным качеством данной стали, так и улучшенными характеристиками поверхностного слоя (более высокая твердость, равномерное распределение упрочняющих элементов и повышенная плотность слоя). С повышением времени обработки без применения колебаний свыше 3 часов усталостная долговечность постепенно снижается, очевидно, под воздействием коагуляции карбонитридов, являющихся концентраторами напряжений, и общей "разрыхленности" слоя, выявленной микроструктурным анализом. Применение колебаний, обеспечивающих повышение числа циклов до разрушения образца при времени обработки 2,0-3,0 часа на 20-25% при использовании частоты 18 кГц и на 15-20% при частоте 3 кГц, препятствует также снижению усталостной долговечности при более длительной обработке.

Частотная зависимость предела усталости σ_a сталей 40Х и 38Х2МЮА, прошедших диффузионное насыщение по различным схемам процесса ($T = 570^\circ\text{C}$, $\tau = 2,5$ ч) (рис.2), принципиально не отличается от результатов, полученных для неупрочненных образцов. Обращают на себя внимание более высокие показатели σ_a , полученные на всех частотах испытаний, что подтверждает благоприятное влияние данного процесса поверхностного упрочнения на усталостные характеристики материалов. Также следует отметить большой прирост величины σ_a при испытаниях на частотах 150 Гц, что связано с повышенной ролью поверхностного слоя в условиях низкочастотного нагружения. Улучшение усталостных характеристик в этом случае особенно важно, поскольку большинство деталей

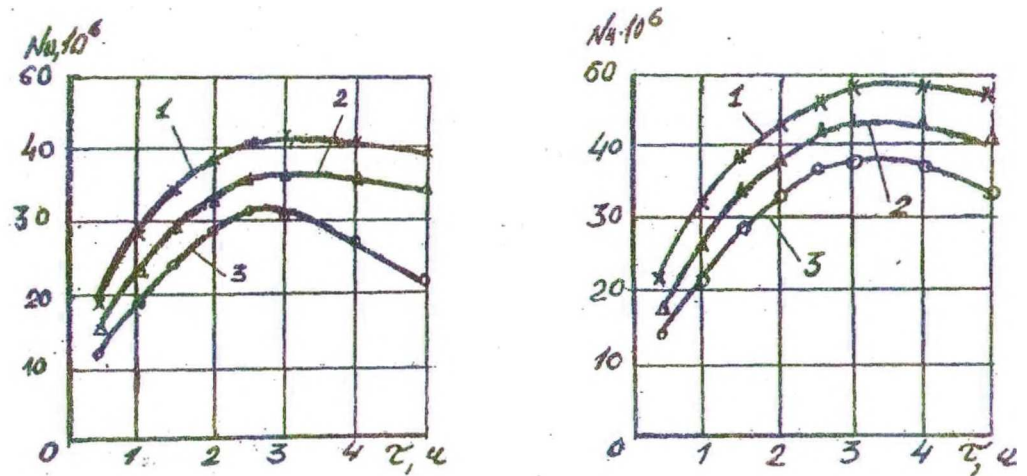


Рис.1. Влияние способа и времени карбонитрации на усталостную долговечность по числу циклов нагружения стали 40X (а) и стали 38X2МЮА (б):

1-18 кГц, в расплав; 2-3 кГц, в расплав;
3- без использования колебаний

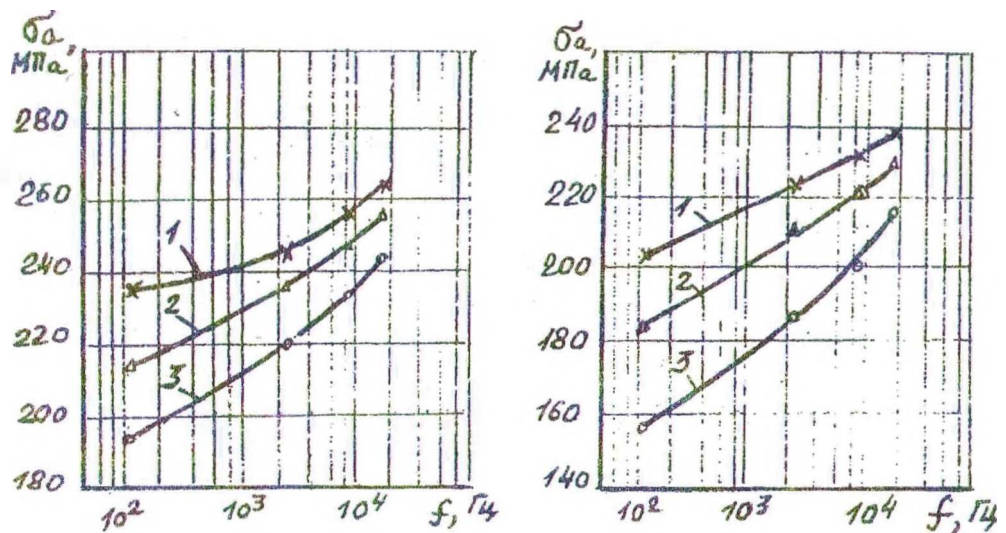


Рис.2. Предел усталости образцов из сталей 38X2МЮА (а) и 40X (б) при различных частотах испытаний:

1- карбонитрация с использованием колебаний частотой 18 кГц, вводимых в расплав; 2- карбонитрация без использования колебаний; 3- образцы без поверхностного упрочнения

машин работает в условиях динамических колебаний с частотами в диапазоне $10-10^2$ Гц. Применение колебаний в процессе диффузионного насыщения повышает усталостные характеристики материалов во всем исследованном диапазоне частот испытаний, причем лучшие результаты получены с использованием при упрочнении колебаний частотой 18 кГц.

Одной из основных причин повышения усталостной долговечности упрочненных деталей являются развивающиеся в поверхностном слое макронапряжения сжатия [3]. Исследование макронапряжений, проведенное с использованием методики [5], также показали, что они являются напряжениями сжатия и повышаются с увеличением времени обработки.

Рост напряжений отмечается преимущественно с увеличением времени обработки от 1 до 3 ч и затем их уровень стабилизируется. Использование знакопеременных колебаний, способствующих интенсификации процесса, повышает содержание азота и углерода в поверхностном слое и, тем самым, обеспечивает повышение уровня напряжений. Можно предположить, что наблюдаемое при использовании колебаний более равномерное распределение упрочняющих элементов приводит к более стабильному напряженному состоянию поверхностного слоя в период эксплуатации деталей, что также способствует общему повышению усталостной долговечности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванова В.С., Терентьев В.Ф. Природа усталости металлов. - М.: Металлургия, 1975.
2. Расчеты на прочность в машиностроении. Т.3 / Под ред. С.Д. Пономарева. 1959, с.1118.
3. Кудрявцев И.В., Саверин М.М., Рябченков А.В. Методы поверхностного упрочнения деталей машин. - М.: Машгиз, 1949.
4. ГОСТ 25.502-79. Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Методы механических испытаний металлов. Методы испытаний на усталость.
5. Горелик С.С. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. - М.: Металлургия, 1970.