

посредством выпускного клапана 6. Предложенная система позволяет производить добавки водорода к топливу, более 5%.

Произведен тепловой расчет четырехтактного двигателя для легкового автомобиля с разработанным механизмом газораспределения ДВС [4] и системой питания ДВС.

Мощность $N_e = 70$ л. с.; число оборотов $n = 4400$ в минуту; число цилиндров $i = 4$; топливо – бензин с октановым числом 80 следующего состава (по весу): $C = 0,850$ и $H = 0,150$; низшая теплотворная способность $H_u = 10500$ ккал/кг, $m_T = 114$.

Результаты данного расчета: уменьшился ход поршня на 5 мм и диаметр поршня на 8 мм, объем цилиндра на 0,111 дм, повысили при этом эффективный К.П.Д. на 11,3% и снизили расход топлива на 0,021 кг/л.с.ч., увеличили количество свежего заряда на 0,04 кгмоль/кг топлива, при уменьшении числа молей в продуктах сгорания N_2 на 0,0063 кгмоль/кг топлива, PE_2 на 0,0523 кгмоль/кг топлива.

Рассматривая перспективность внедрения описанного технического решения, возможно у любого стандартного бензинового ДВС может быть реализован такой режим работы с минимальными затратами и конструктивными изменениями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лихтарович Е. С. Модернизация системы комбинированного автомобильного питания (СКАП) // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления. Гомель, 2007. С.19.
2. Мигун А. Н., Чернуха А. П., Жданок С. А. Влияние добавок водорода и синтез-газа на характеристики процесса горения бензиновоздушных смесей в условиях, характерных для двигателей внутреннего сгорания / ИФЖ. Т. 79, № 4. Минск, 2006. С. 23-28.
3. Ассад М., Лещевич В. В., Миронов В. Н., Пенязьков О. Г., Севрук К. Л. Горение модифицированных топлив в модели камеры сгорания ДВД // Тепло- и массоперенос–2005. Минск: ИТМО им. А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2005. С. 100–105.
4. Лихтарович С. В., Лихтарович Е. С. Механизм газораспределения двигателя внутреннего сгорания. Беларусь, Патент №7955

УДК 674.023

Дулевич А. Ф., Киселев С. В.

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ УСТАНОВКИ ДЛЯ УСКОРЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ

*Белорусский государственный технологический университет
Минск, Беларусь*

Недостаточная долговечность полотна пилы является одной из основных проблем при эксплуатации ленточных пил в деревообрабатывающей промышленности. Основными причинами потери работоспособности ленточных пил является затупление режущих кромок зубьев и аварийный разрыв полотна пилы. Практика показывает, что в некоторых случаях разрыв полотен происходит уже после 3–4 часов работы, что крайне негативно сказывается как на производительности оборудования, так и на безопасности труда. Поэтому существует необходимость разработки методов и рекомендаций по повышению долговечности полотна пилы, что связано с проведением большого объема экспериментальных исследований. Проведение таких исследований непосредственно на ленточнопильном оборудовании требует больших затрат энергии, рабочего времени и распиливаемого сырья.

Стал актуальным вопрос о необходимости создания экспериментальной установки, максимально воспроизводящей условия работы ленточной пилы на станке. Для создания принципиальной схемы установки, с помощью которой можно было бы провести корректное моделирование условий эксплуатации необходимо определить основные напряжения возникающие в полотне пилы и их характер.

Анализ работы ленточных пил показал, что основными напряжениями вызывающие усталостное разрушение полотна ленточной пилы являются [1,2]: напряжение от предварительного натяжения пильного полотна $\sigma_{нат} = 50–100$ Н/мм² и напряжение от изгиба полотна на шкивах, зна-

чение которого может изменяться в пределах $\sigma_{изг} = 180-600$ МПа. В сумме данные напряжения составляют 75–85 % от общих напряжений, возникающих в полотне пилы. Следует отметить, что напряжения растяжения можно принять постоянными, а напряжения изгиба – циклическими, с частотой равной частоте пробега пилы по шкивам и равной $\nu = 6-40$ Гц в зависимости от конструктивных особенностей станка.

Из анализа условий работы ленточной пилы видно, что для моделирования условий ее работы необходимо воспроизведение как минимум двух основных нагрузок: растяжение и изгиб. Причем изгиб характеризуется следующими свойствами: постоянный радиус кривизны, постоянное значение изгибающего момента в сечении полотна пилы на длине участка лежащем на шкиве, изгиб происходит только с одной стороны, т.е. можно говорить о отнулевом цикле нагружения. Растяжение может быть как осевым, так и внецентренным, в случае учета при моделировании наклона ведомого шкива станка.

Существуют различные конструкции установок для усталостных испытаний листовых материалов [3]. Данные установки различаются по способу возбуждения колебаний и могут быть магнитоэлектрические, электродинамические, акустические, механические и пр.

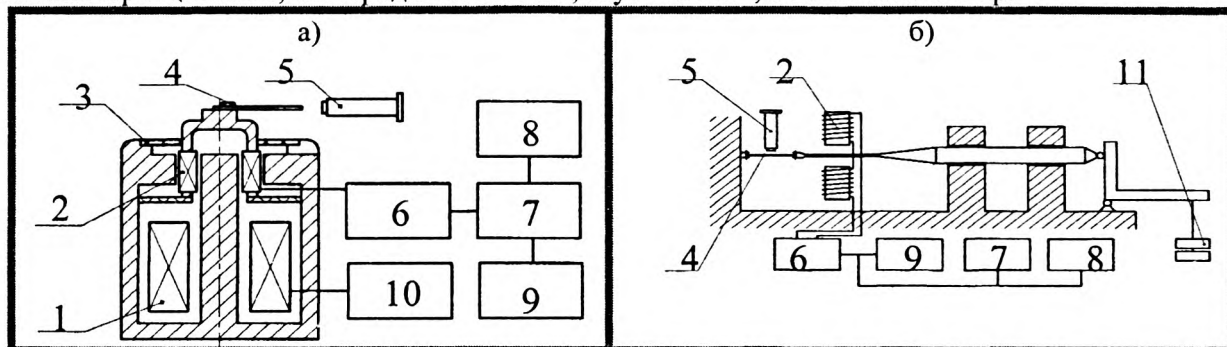


Рис. 1. Блок-схемы электродинамических установок для усталостных испытаний при консольном изгибе образца: а) без растягивающей нагрузки; б) с растягивающей нагрузкой.

1) обмотка постоянного тока; 2) обмотка возбуждения; 3) мембраны; 4) образец; 5) микроскоп; б) усилитель; 7) генератор; 8) счетчик импульсов; 9) частотомер; 10) выпрямитель; 11) грузы.

На рисунке 1 представлены схемы электродинамических установок для усталостных испытаний плоских образцов.

Возбудителем колебаний в данных установках является электродинамический вибратор представляющий собой электромагнит, основным элементом которого является обмотка возбуждения 2, которая питается переменным током и передающая колебания испытываемому объекту 4. Амплитуда колебаний образца измеряется микроскопом 5. Задающий генератор 7 подает сигнал нужной частоты на мощный усилитель 6, от которого питается катушка возбуждения электродинамического вибратора. Частота возбуждения контролируется частотомером 8, а число циклов до разрушения образца определяется счетчиком циклов 9. Основным условием работы данных установок является резонансный режим, т.е. совпадение частоты возбуждения и собственной частоты колебания образца.

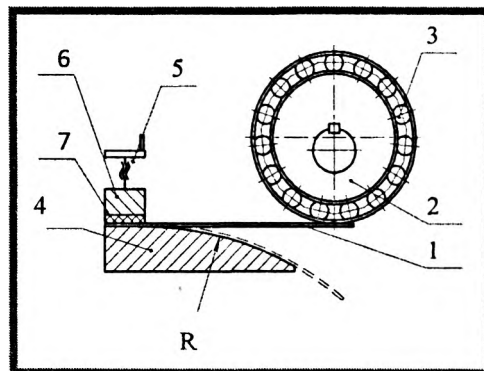


Рис. 2. Схема установки для сравнительных усталостных испытаний образцов из ленточных пил: 1) - образец; 2) – эксцентрик; 3) – шариковый подшипник; 4) – шаблон-копир; 5) – винтовой зажим; 6) – прижимная линейка; 7) – резиновая прокладка.

В зависимости от размеров образца и толщины тяги частота нагружения находится в пределах 50–500 Гц. Резонансная частота измеряется частотомером 7, а по счетчику импульсов 8 определяется число циклов нагружения.

Основным недостатком данных установок не позволяющей использовать их для моделирования условий работы пилы на станке является то, что образец испытывает симметричный цикл изгиба, в то время как пила изгибается на шкивах по отнулевому.

На рисунке 2 представлена схема установки, спроектированная в Архангельском ЛТИ для сравнительного испытания ленточных пил [4].

При испытаниях исследуемые образцы 1 устанавливаются рабочей частью на шаблон-копир 4 и фиксируются прижимной планкой 6 через резиновую прокладку 7. Нагружение (изгиб)

образцов происходит при вращении вала с эксцентриками 2 от электродвигателя, при этом рабочая часть образцов копирует форму поверхности шаблона-копира.

Следует также отметить, что во всех данных установках образец закрепляется консольно, что качественно не соответствует условиям изгиба полотна на шкиве.

Так как ни один из существующих стендов по усталостным испытаниям плоских образцов не позволяет адекватно воспроизвести нагрузки, действующие на полотно ленточной пилы, то существует необходимость проектирования и создания новой экспериментальной установки.

При разработке схемы нагружения проектируемой установки, были учтены недостатки существующих. Была принята схема, при которой образец шарнирно закреплялся на двух опорах (рисунок 4), на него действует растягивающее усилие F_0 и изгибающее усилие F , которое прикладывается посередине длины образца.

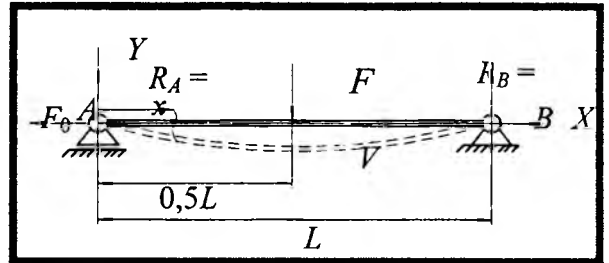


Рис. 3. Схема нагружения на установке

Данная схема предусматривает возможность осевого либо внецентренного растяжения образца. Необходимость использования внецентренного растяжения может возникнуть в случае дополнительного учета наклона ведомого шкива.

Для данной схемы нагружения было составлено и решено дифференциальное уравнение гибкой линии, позволяющее определять величину необходимой изгибающей силы и прогиба в точке приложения силы для заданного уровня изгибных и растягивающих напряжений возникающих в образце.

Для расчетов элементов конструкции и для определения потребляемой мощности, значение боковой изгибающей силы F определялось по формуле, Н:

$$F = \frac{2\sqrt{F_0 E J_z}}{\rho k \tanh\left(\frac{l\sqrt{F_0}}{2\sqrt{E J_z}}\right)} \quad (1)$$

где ρ – моделируемый радиус кривизны, мм; F_0 – сила растягивающая балку, Н; E – модуль упругости материала, МПа; $J_z = bs^3/12$ – момент инерции сечения пилы при продольном изгибе, мм⁴; l – расстояние между опорами, мм; b – ширина полотна, мм; s – толщина полотна, мм;

Общий вид установки для усталостных испытаний образцов ленточных пил представлен на рисунке 4. Установка состоит из станины представляющей собой две жестких плиты – верхней 1 и нижней 2 соединенных между собой стойками 3. На нижней плите закреплён узел возбуждения боковой изгибающей силы. Данный узел представляет собой две стойки, в которых на подшипниках качения установлен вал, на котором закреплены приводной шкив (на рисунке не показан) и силовой кулачок. Кулачок обкатывается подшипником каретки, которая движется возвратно-поступательное движение по направляющим, выполненным в боковых стойках и через подвижный шток и толкатель передает изгибающее усилие на образец.

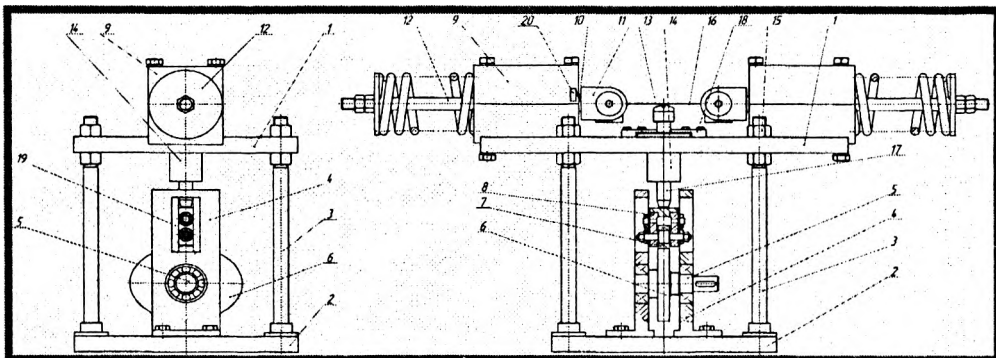


Рис. 4.Схема установки для ускоренных испытаний ленточных пил

На верхней плите расположен узел растяжения образца, представляющий собой две опоры 9, каждая из которых представляет собой две призмы с пазами. В пазы вставляются оси с вращающимися втулками, которые служат опорами качения для перемещающегося по ним стержня, жестко закрепленного с одной стороны с захватным устройством 11, а с другой стороны соединен

со стержневым элементом натяжения 12 передающие растягивающее усилие от цилиндрических пружин сжатия на образец. Пружины предварительно тарируются, т.е. определяется зависимость деформации от сжимающей нагрузки. Захватное устройство выполнено в виде клинового захвата, в который вставляется образец и дополнительно закрепляется штифтом, а само устройство может свободно поворачиваться вокруг оси лежащей в плоскости, находящейся на середине толщины образца, тем самым выполняется условие растяжения образца вдоль геометрической оси.

Установка и регулировка контакта толкателя 13 и образца выполняется с помощью регулировочных гаек на стойках 3.

Установка работает следующим образом. Образец 16 устанавливается в зажимные приспособления 11. Сжатием пружины гайками на стержневых элементах 12 создается необходимая осевая растягивающая нагрузка, величина которой контролируется с помощью величины деформации пружины. Значения растягивающей силы определяется в зависимости от необходимого уровня напряжения и площади поперечного сечения рабочей части образца

Крутящий момент от двигателя через ременную передачу приводит во вращение вал 5 и находящийся на нем силовой кулачок 4. При вращении кулачка каретка совершает возвратно-поступательные движение, передавая изгибное усилие на образец через толкатель 7. Изгиб испытываемого изделия 9 вызывает уменьшение расстояния между зажимными приспособлениями 11, причем, чем больше изгиб (прогиб) тем на большую величину изменяется расстояние между ними. Для компенсации изменения осевой силы предусмотрен компенсатор, выполненный совместно с узлом создания осевой растягивающей силы и представляющий собой цилиндрическую пружину с заданными геометрическими характеристиками.

Жесткость данных пружин выбирается в зависимости от необходимой величины растягивающей силы. Величина пульсаций растягивающей силы не превышает 5% от номинальной величины

При воздействии изгибающей силы образец 9 начинает поворачиваться в шарнирах захватного приспособления 11.

Для предотвращения вращения штока вокруг своей оси на верхней плите установлены направляющие 18.

Для автоматической остановки установки после разрушения образца на одной из опор установлен конечный выключатель 20. При разрушении образца захватное устройство 11 прижимается к опоре 9 за счет растягивающей силы пружины. Пластина, закрепленная на захватном устройстве давит на конечный выключатель и размыкает цепь питания электродвигателя.

Частота нагружения образца плавно регулируется за счет изменения частоты вращения вала кулачка и может варьироваться в диапазоне 2-75 Гц.

Число циклов нагружения пересчитывается исходя из времени работы установки и частоты вращения вала 5.

Стенд позволяет осуществлять основные виды нагружения обеспечивающие максимальное приближение к эксплуатационным режимам ленточных пил: нагружение статической осевой силой натяжения, изгибающим моментом при чистом изгибе.

Образец для данной установки представляет собой отрезок испытываемой ленточной пилы, либо стандартный образец для усталостных испытаний – тип IV по ГОСТ 25.502-79. Основные размеры образцов представлены на рисунке 4.

Длина образца выбиралась таким образом, что бы обеспечить минимальные габариты экспериментальной установки, рациональные значения прогиба образца и величины боковой изгибающей силы, а значит и минимальной потребляемой мощности, а также из соображений наличия на рабочем участке как минимум три впадины зубьев.

Для данной установки приняты образцы длиной 160₋₁₀ мм. В зоне захватов зубья срезаются по линии впадин.

Данная установка позволяет испытывать пилы шириной 10–45 мм, толщиной 0,3–2 мм.

Для предварительного захвата в образцах выполняются отверстия для штифтов захватов по середине либо со смещением в случае необходимости эксцентричного растяжения.

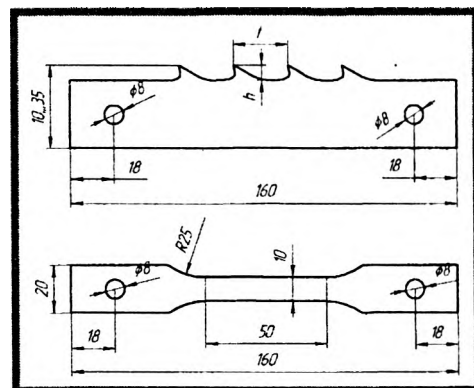


Рис. 5. Образцы: а) натуральный образец ленточной пилы; б) стандартный образец тип IV.

Спроектированная установка дает возможность воспроизводить основные нагрузки, действующие на полотно ленточной пилы – статическое растяжение и циклический изгиб, что позволяет проводить экспериментальные исследования по изучению долговечности пилы в лабораторных условиях.

Конструкция установки позволяет провести ее модернизацию и дополнительно нагружать образец силами резания с учетом цикла работы пилы на станке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Феоктистов, А. Е. Подготовка ленточных пил к работе / А.Е. Феоктистов. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 72 с.
2. Дулевич, А. Ф. Исследование причин возникновения усталостных трещин в полотнах ленточных пил / А. Ф. Дулевич, С. В. Киселев // Труды БГТУ. Сер. II. Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2006. – Вып. XIV. – С. 3.
3. Усталостные испытания при высоких частотах нагружения / В. А. Кузьменко [и др.]; под общ. ред. В. А. Кузьменко. – Киев: Навук. думка, 1979. – 336 с.
4. Настенко, А. А. Экспериментальное исследование усталости ленточных пил из различных сталей / А. А. Настенко // Совершенствование техники и технологии лесозаготовок и транспорта леса: сб. науч. тр. Архангельского государственного технологического университета посвященного 70-летию АГТУ. – Архангельск, 1999. – С. 82–89.

УДК 634.377

Симанович В. А. , Пищов М. Н. , Бельский С. Е.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ РЕСУРСА РАБОТЫ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

*УО «Белорусский государственный технологический университет»
Минск, Беларусь*

Применяемые в настоящее время технологические процессы характеризуются использованием разнообразных систем машин и оборудования. Их различие объясняется не только различием технологий, но и разнообразием условий эксплуатации, что требует применения оборудования различных типов и разного конструктивного исполнения.

В лесозаготовительной промышленности предпочтение как правило отдается колесным машинам, обладающими по сравнению с гусеничными лучшей управляемостью и маневренностью, более высокими скоростными показателями, эргономическими качествами и надежностью, относительно низкой металлоемкостью, меньшими затратами на обслуживание и эксплуатацию. В настоящее время к трелевочным тракторам предъявляют высокие требования по повышению: энергонасыщенности, маневренности и проходимости, которая должна обеспечивать работу трактора на лесных грунтах. Все это ведет к усложнению конструкции трактора и понижению надежности его деталей и узлов.

Проведенные нами наблюдения на лесопромышленных предприятиях показали, что повышенные динамические нагрузки на трансмиссию обеспечивают постоянные трогания с места при трелевке пачки деревьев. Установлено, что у тракторов созданных на базе МТЗ-82-1 и МТЗ-82-2 наиболее часто приходится заменять конические зубчатые пары и переднего моста, а также шестерни третьей и четвертой передачи. Данные детали, изготавливаемые из стали 25 ХТТ и проходящие цементацию выходят из строя вследствие интенсивного изнашивания.

Известно большое количество публикаций, посвященных современным методам расчета и прогнозирования надежности систем и отдельных элементов транспортных машин. Авторы каждой из приведенных работ выдвигают на первый план свое видение проблемы через призму тех изменений, с которыми они чаще всего встречались и решали задачи их технического усовершенствования с целью повышения надежности.