

УДК 674.023

А. Ф. Дулевич, кандидат технических наук, доцент (БГТУ);**С. В. Киселев**, преподаватель (БГТУ)

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ НА УСТАЛОСТНУЮ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ ДЛЯ РАСПИЛОВКИ ДРЕВЕСИНЫ

В статье рассмотрен метод повышения усталостной долговечности ленточной пилы за счет создания внутренних компенсирующих напряжений. Определено влияние параметров проведения операции на глубину деформированного слоя, величину остаточных напряжений и усталостную долговечность. Определены режимы упрочнения, при которых обеспечивается максимальная усталостная долговечность пил для различных марок сталей. Построены зависимости 50%-ной вероятности разрушения образцов ленточных пил для оптимальных режимов проведения операции.

The method of increasing the bandsaw durability at the expense of inner compensation is regarded in the article. The influence of the parameters during the process of determining the depth of the deformation layer and the value of the remaining tensions as well as decreasing lasting is determined. The stable regime when the maximum saw life lasting for various sorts of steel is determined as well. The 50% dependence of probability the destruction of band saw for optimal regimes during the fulfilling operation is built.

Введение. Повышение усталостной долговечности ленточных пил является одной из актуальных проблем, стоящих перед деревообрабатывающей промышленностью. Существует множество возможных путей повышения долговечности [1], но наиболее перспективным является создание компенсирующих напряжений в полотне пилы совместно с созданием его предварительно искривленного состояния с помощью упругопластического деформирования.

Основная часть. Целью данных исследований являлась разработка режимов проведения операции упругопластического деформирования, метода контроля и разработки возможных конструкций оборудования для проведения данной операции.

Для оценки эффективности применения операции предварительного упругопластического деформирования проводились испытания узких ленточных пил согласно рекомендациям ГОСТ 25.502–79 «Методы механических испытаний металлов. Методы испытаний на усталость».

Осуществление данной операции возможно несколькими путями. Первое – обкатка на двух шкивах заданного диаметра, при этом когда пила находится на шкивах, – радиус кривизны соответствует радиусам шкивов, на которых ведется деформирование (при условии, что угол обхвата будет равен 180°). Второй путь – обкатка пилы на одном шкиве. При этом для плотного обглатания пилой шкива служат прижимные ролики, установленные по радиусу относительно оси вращения шкива для деформирования

Согласно вышеперечисленным способам проведения операции упругопластического деформирования были разработаны две основные конструкции установок (рис. 1). В первом варианте (рис. 1, а) установка представляет собой основание, выполненное в виде деревянного бруса либо

из металлического проката, на котором закреплены две оси. Одна из осей имеет возможность передвижения вдоль бруса при помощи натяжного устройства. На осях установлены два шкива с заданным диаметром. Шкив на неподвижной оси является приводным, крутящий момент на который передается от двигателя. Ширина шкивов подбирается таким образом, чтобы установленная на них пила не касалась зубьями их поверхности, при этом предотвращается нарушение развода зубьев. Для правильного размещения полотна пилы на шкиве имеется упорный буртик.

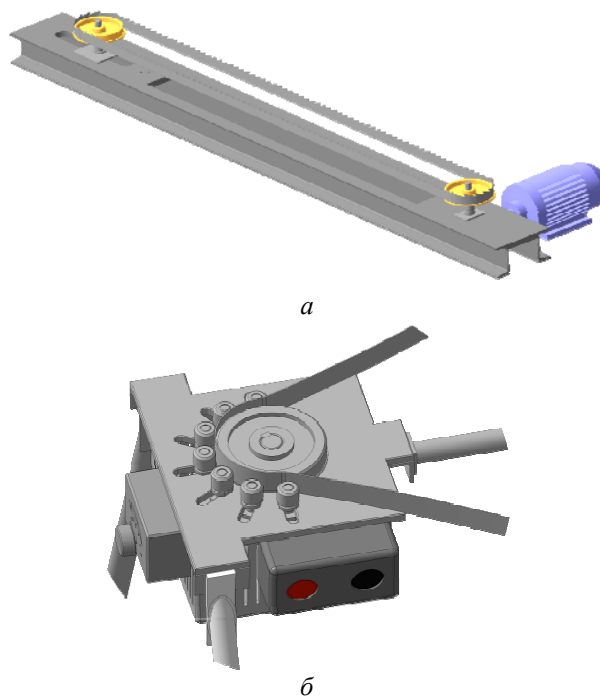


Рис. 1. Установки для проведения упругопластического деформирования ленточной пилы:

а – с двумя шкивами; б – с одним шкивом

Во втором варианте (рис. 1, б) установка представляет собой плиту, на которой размещены приводной шкив и прижимные ролики, имеющие возможность радиального перемещения относительно оси вращения шкива. Количество прижимных роликов и их расположение обеспечивают полный контакт полотна пилы со шкивом с углом охвата не менее 180° . Остальная часть пилы поддерживается на опорах.

Деформирование образцов для испытаний проводилось на стенде, конструкция которого представлена на рис. 1, б. Образец длиной 0,5–0,6 м прокатывался по шкиву со скоростью 0,01 м/с. Измерение радиуса кривизны проводилось с помощью шаблона. Шаблон представляет собой лист плотной бумаги, на которой нанесены окружности заданного радиуса. Образец устанавливался на шаблон, и по наиболее полному совпадению пилы с окружностью определялся радиус кривизны (рис. 2).

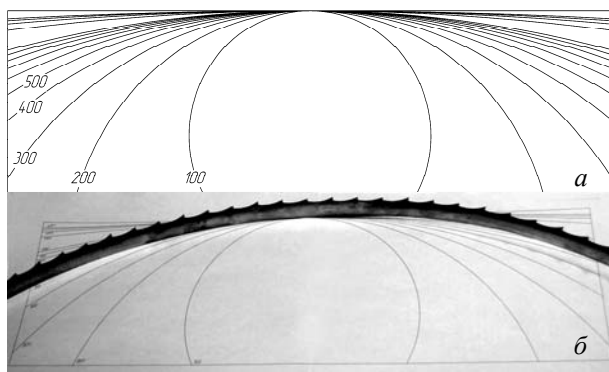


Рис. 2. Определение остаточного радиуса кривизны с помощью шаблона:
а – шаблон для измерения радиуса кривизны;
б – схема измерения

Для определения влияния времени деформирования на остаточный радиус кривизны проведены исследования для различной продолжительности операции. Целью исследований было определение минимального времени деформирования, при котором полотно пилы достигнет расчетного радиуса кривизны. Для каждой марки стали определялись радиусы шкивов, на которых проводилось деформирование. Образцы, представляющие собой отрезки ленточных пил длиной 500–600 мм и толщиной 1 мм, деформировались на шкиве. Время деформирования проводилось с градацией 1 с, после чего образец снимался со шкива и прикладывался к шаблону (рис. 2) для определения величины остаточного радиуса кривизны.

На рис. 3 представлен график полученных результатов исследований для случая, когда конечный остаточный радиус кривизны $\rho_{\text{ост}} = 500$ мм.

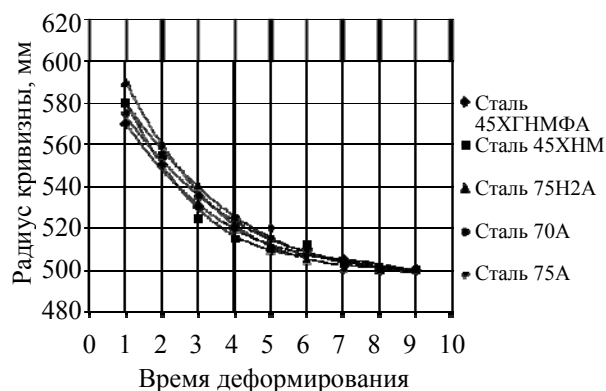


Рис. 3. Величина остаточного радиуса кривизны $\rho_{\text{ост}}$ образцов ленточных пил из разных марок сталей в зависимости от времени деформирования

Как видно из графика, для установления заданного значения остаточного радиуса кривизны необходимо определенное время. За время 8–10 с, при котором пила изгибается на шкивах, значение радиуса кривизны практически достигает номинального и не изменяется.

Таким образом, при разработке режимов проведения операции предварительной подготовки следует учитывать, что для достижения расчетной величины остаточного радиуса кривизны $\rho_{\text{ост}}$ скорость прохождения ленточной пилы по шкивам должна быть такой, чтобы время нахождения ее на шкивах было не менее 8 с.

Для определения эффективности проведения операции упругопластического деформирования, а также для определения рациональных режимов данной операции были проведены исследования. Основными параметрами, влияющими на долговечность пилы, являются величина остаточных напряжений в полотне пилы и остаточный радиус кривизны $\rho_{\text{ост}}$ (рис. 4, 5).

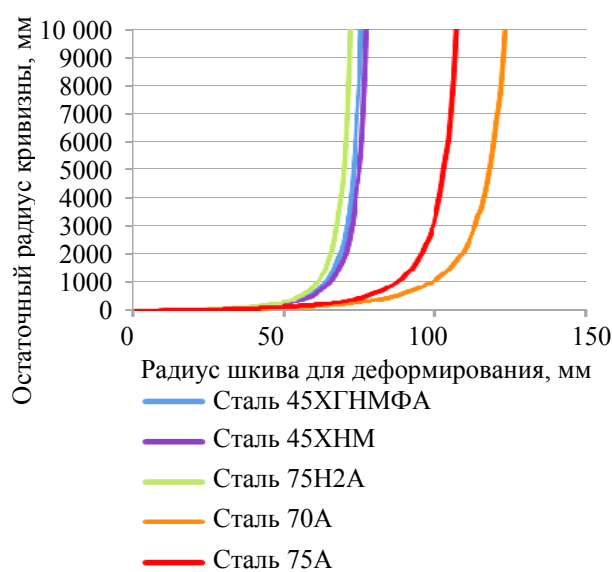


Рис. 4. Зависимость остаточного радиуса кривизны полотна пилы от радиуса шкива деформирования

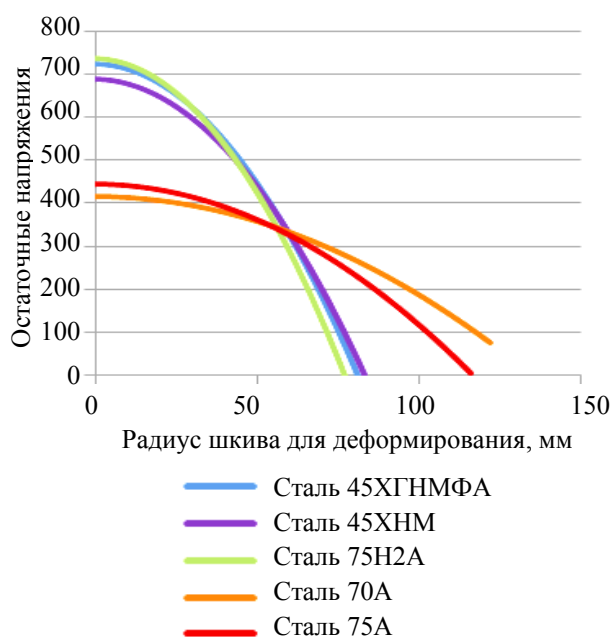


Рис. 5. Зависимость остаточных напряжений в полотне пилы от радиуса шкива деформирования

Испытания проводились на установке, воспроизводящей основные нагрузки, действующие на полотно пилы во время работы, а именно циклический изгиб и статическое растяжение [2]. Режимы испытаний выбирались исходя из соответствия режимов нагружения ленточной пилы на станке во время работы. Так как на деревообрабатывающих предприятиях Республики Беларусь наибольшее распространение получили горизонтальные бревнопильные станки с диаметром шкивов 400–600 мм, то параметры испытаний приняты для данного типа оборудования.

Частота нагружения образцов стандартом на усталостные испытания не регламентируется, если она составляет менее 300 Гц. Для сравнительных испытаний рекомендуется выбирать одинаковое значение частоты нагружения для всех образцов. Для уменьшения времени испытания образцов было принято двукратное увеличение частоты нагружения изгибающей силой $\nu = 30$ Гц по сравнению с частотой изгиба полотна ленточной пилы на станке. Основные параметры и режимы проведения сравнительных испытаний приведены в таблице.

Испытания образцов проводились для различных уровней величины остаточных напряжений в образцах ленточной пилы. Определялось количество циклов нагружения изгибающей силы до разрушения образцов.

Как видно из полученных зависимостей, усталостная долговечность растет по мере увеличения остаточных напряжений в поверхностных слоях ленточной пилы. Однако достигнув значения 150–200 МПа, долговечность практически не изменяется.

Параметры и режимы проведения сравнительных испытаний ленточных пил

Параметр	Значение
Моделируемый диаметр шкива, мм	480
Величина напряжений предварительного натяжения, МПа	100
Частота нагружения изгибающей силой, Гц	30
Параметры образца пилы:	
толщина полотна, мм	1
первоначальная ширина, мм	32
ширина по впадине зуба, мм	24
тип профиля впадины	WM

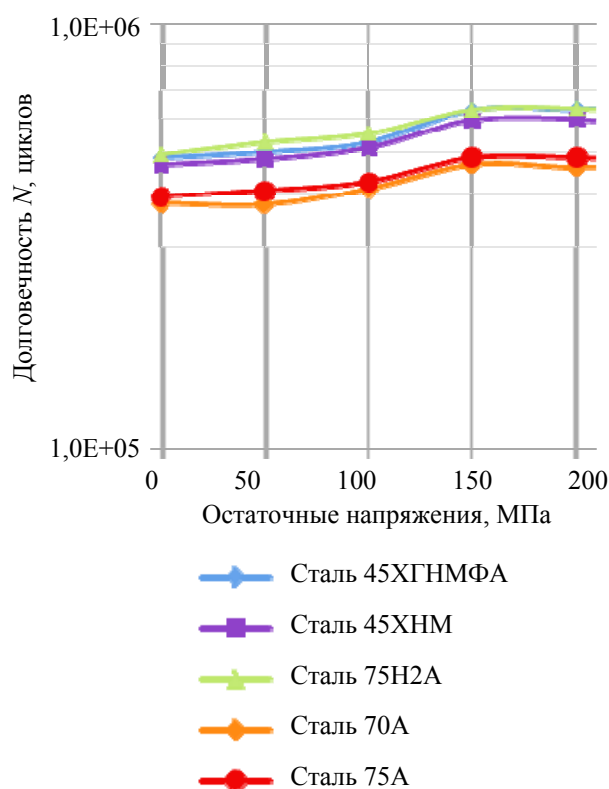


Рис. 6. Изменение долговечности ленточной пилы при различных режимах упругопластического деформирования

Это связано с тем, что повреждения, возникшие в полотне ленточной пилы в процессе упругопластического деформирования на режимах, обеспечивающих большие значения остаточных напряжений (более 200 МПа), уменьшают влияние снижения напряжений от изгиба на шкивах.

Таким образом, наибольший эффект повышения усталостной долговечности будет наблюдаться в том случае, когда величина остаточных напряжений в поверхностных слоях ленточной пилы будет находиться в пределах 150–170 МПа.

Для режимов, при которых наблюдается максимальное увеличение долговечности для различных сталей, были построены кривые усталости, соответствующие 50%-ной вероятности разрушения (рис. 7).

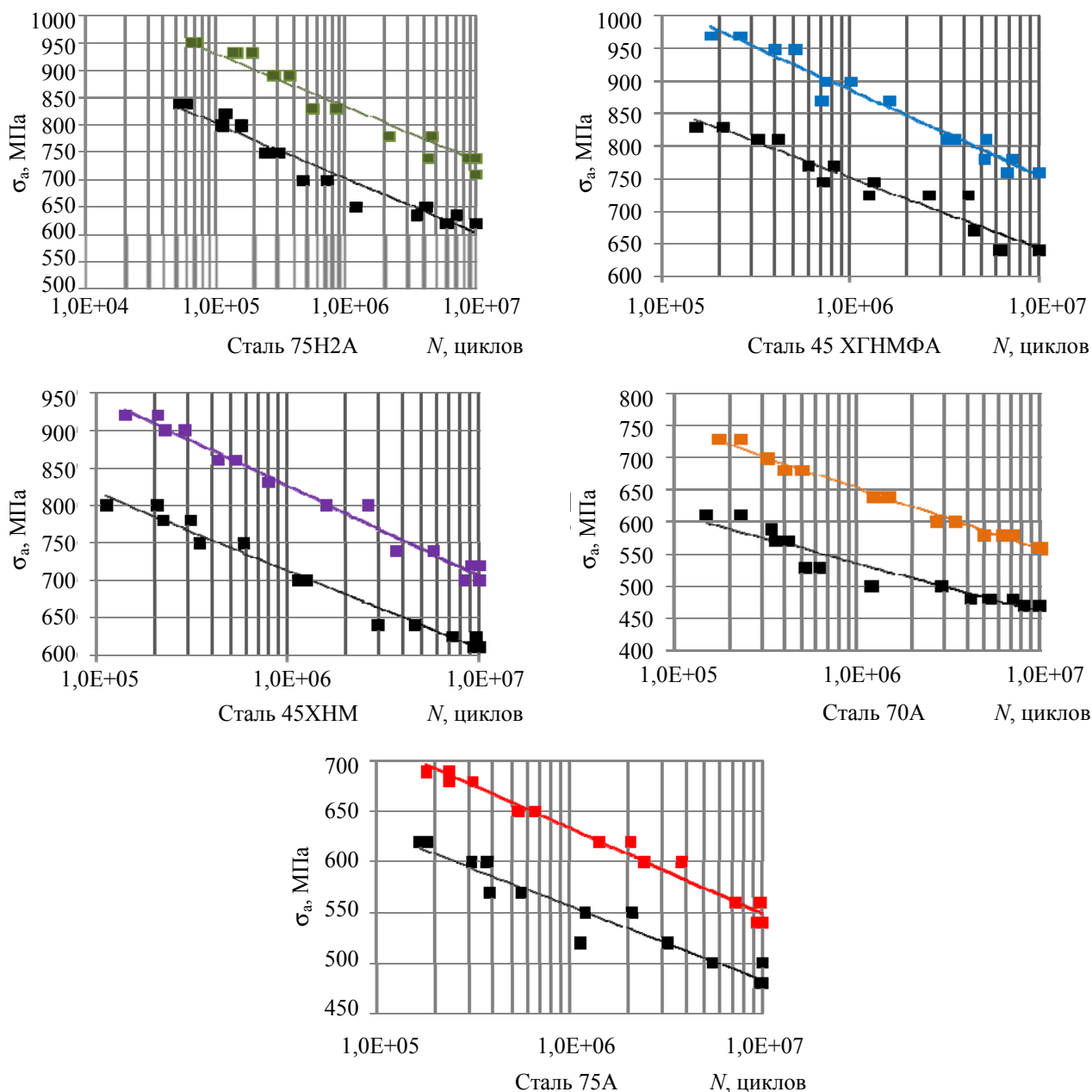


Рис. 7. Кривые, соответствующие 50%-ной вероятности разрушения до и после проведения операции упругопластического деформирования

Как видно из данных зависимостей, величина предела выносливости σ_{-1} после проведения операции деформирования увеличивается на 19–23%. Таким образом, можно судить об эффективности предложенного метода проведения операции предварительной подготовки ленточных пил для распиловки древесины.

Заключение. Операция упругопластического деформирования ленточной пилы в силу своей эффективности и простоты проведения является перспективным направлением повышения усталостной долговечности ленточных пил для распиловки древесины. При соблюдении рациональных режимов проведения данной операции возможно повысить усталост-

ную долговечность полотна ленточной пилы на 20–23%.

Литература

1. Дулевич, А. Ф. Пути повышения долговечности ленточных пил для распиловки древесины / А. Ф. Дулевич, С. В. Киселев // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2010. – Вып. XVIII. – С. 316–320.
2. Дулевич, А. Ф. Установка для ускоренных испытаний ленточных пил / А. Ф. Дулевич, С. В. Киселев // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2008. – Вып. XVI. – С. 318–322.

Поступила 01.04.2011