

УДК 674.023

А. Ф. Дулевич, доцент (БГТУ);
С. В. Киселев, преподаватель (БГТУ)

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ УСТАЛОСТНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ

В статье рассмотрены основные пути повышения усталостной долговечности ленточных пил. Приведены достоинства и недостатки каждого из методов, а также перспективы их внедрения в технологический процесс подготовки пил к работе. Предложен способ упругопластического деформирования ленточной пилы. Данный способ заключается в создании внутренних напряжений сжатия на внешней стороне полотна пилы, которые будут компенсировать напряжения растяжения, возникающие от изгиба пилы на шкивах станка.

The trends of longlife blade saws oblateness is regarded in the article. The dignity and lack of each method as well as the perspectives of their introduction into the saw preparation technology process. The method of plastic elasticity of the blade saw deformation is proposed. This very method contains the inner tension of compression on the outer side of the saw blade, which will compensate the strained tension, appearing because of the saw curve on the pullies.

Введение. Основной причиной выхода из строя ленточных пил является зарождение и развитие усталостных трещин в полотне ленточной пилы, возникающих по причине значительных амплитудных напряжений изгиба при огибании пилой шкивов станка. Зная причины преждевременного разрушения пил, можно определить основные направления по повышению долговечности ленточных пил.

Основная часть. Существует несколько основных направлений для уменьшения количества случаев возникновения усталостных трещин, приводящих к разрушению пилы.

Одним из способов является применение материала, из которого изготовлено полотно ленточной пилы с большим значением предела выносливости.

В настоящее время для изготовления ленточных пил, согласно стандартам ГОСТ 10670-77 «Пилы ленточные для распиловки бревен и брусьев» и ГОСТ 6532-77 (ИСО 3295-75) «Пилы ленточные для распиловки древесины», рекомендуется применять сталь 9ХФ либо стали с большим пределом выносливости. Однако рекомендации по использованию данной стали определились еще в 70-е годы прошлого века, при использовании станков с большими диаметрами шкивов (600–2500 мм) с соотношением толщины пилы к диаметру примерно 1 : 1000. К настоящему времени идет тенденция к использованию компактных горизонтальных ленточнопильных станков для распиловки древесины, у таких станков диаметр шкивов находится в пределах 450–700 мм и соотношение составляет 1 : 600–1 : 400. В этом случае напряжения изгиба, возникающие в полотне ленточной пилы, принимают довольно значительные величины (в пределах 350–550 МПа) и сталь 9ХФ уже не позволяет обеспечить необходимую долговечность полотна пилы.

Исследования, проведенные Настенко А. А. [1] по внедрению новых марок сталей, показали, что наиболее целесообразно использование сталей марок 80Н2, 70Н.

Согласно результатам исследований, ленточные пилы иностранного производства изготавливаются в основном из сталей двух групп. Первая группа – углеродистые пружинные стали (Сталь 70А и Сталь 75А). Это в основном пилы низшей и средней ценовых категорий. Вторая группа – легированные стали. Чаще всего в качестве легирующего элемента используют никель, повышающий вязкость стали. Отечественными аналогами являются марки: сталь 70Н2А и сталь 70НА. Также применяются стали с меньшим содержанием углерода, отечественные аналоги – сталь 45ХГНМФА и сталь 45ХГНА. Это пилы высшей ценовой категории.

Однако повышение долговечности ленточных пил за счет применения легированных сталей имеет основной недостаток – оно приводит к значительному удорожанию пил.

Еще одним из способов повышения долговечности ленточных пил является уменьшение концентрации напряжений в области впадины ленточной пилы, где зарождаются усталостные трещины. Это возможно за счет изготовления компенсирующих отверстий в определенной зоне возле впадины [2]. Таким образом, происходит перераспределение напряжений, и значение максимальных напряжений будет ниже. Предложены различные варианты данных компенсирующих отверстий (рис. 1).

Однако данный метод имеет ряд существенных недостатков: при переточке положение отверстий относительно впадины меняется и уходит из зоны оптимального размещения; уменьшается полезная ширина полотна пилы на переточку; сложность изготовления отверстий; при нарушении режимов изготовления

отверстий последние сами становятся зоной концентрации напряжений.

Таким образом, при довольно значительных затратах на подготовку и изготовление общая эффективность метода остается небольшой, поэтому пилы таких конструкций не нашли широкого распространения.

Следующим направлением повышения долговечности ленточных пил является применение рациональных впадин зубьев с минимальным значением коэффициента концентрации напряжений.

К сегодняшнему дню проведены значительные исследования в области разработки методики определения коэффициента концентрации напряжения, а также определения профиля впадины зуба, имеющего наименьшее значение коэффициента концентрации напряжений. Среди производителей ленточных пил принято 6 профилей впадин зубьев, получивших наибольшее распространение. Проводимые в настоящее время исследования по оптимизации профиля впадины зуба не дают значительного прироста долговечности.

Так как зарождение и развитие трещин начинается с поверхности впадины зубьев, то повышение качества поверхности приведет к повы-

шению усталостной долговечности ленточных пил. Улучшение качества поверхности впадины зуба возможно за счет оптимизации режимов заточки (устранения прижогов, сохранения теоретического профиля впадины зуба); подшлифовки впадины, пластического либо термопластического деформирования впадины зуба.

На рис. 2 представлен способ пластического деформирования и упрочнения поверхности впадины зуба с помощью ролика [3].

Ролик состоит из двух частей, на первой нарезаны зубья, вторая часть – гладкая.

С помощью первой производится чистовая фрезеровка впадины с целью уменьшения шероховатости поверхности, а также изменение направления рисок с поперечных на продольные. С помощью второй производят пластическое выглаживание поверхности впадины.

На рис. 3 представлен метод термопластического деформирования впадины зуба с помощью специального индентора [4]. Он не только упрочняет поверхность зуба, но и скругляет грани, тем самым уменьшает вероятность зарождения трещины. Разогрев зоны контакта происходит за счет пропуска электрического тока через индентор и пилу.

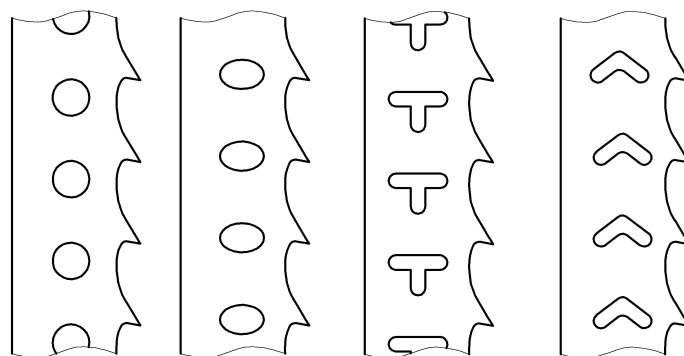


Рис. 1. Виды компенсирующих отверстий в полотне ленточной пилы

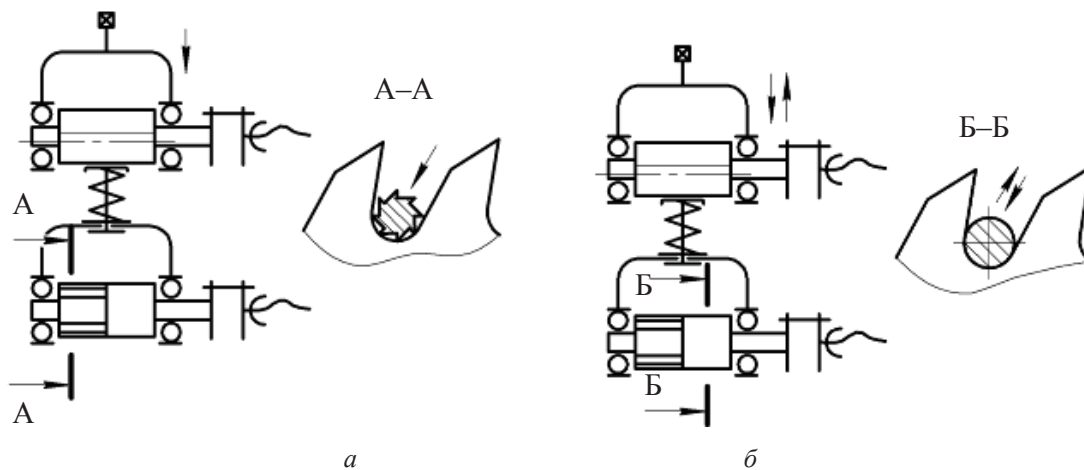


Рис. 2. Пластическое упрочнение впадины зуба:
а – фрезеровка впадины зуба; б – пластическое упрочнение впадины зуба

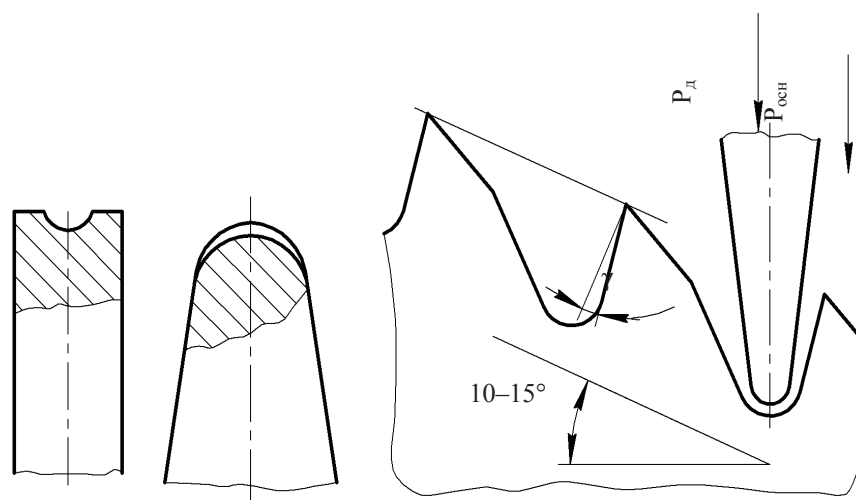


Рис. 3. Термопластическое упрочнение впадины зуба

Недостатки данных методов заключаются в необходимости обработки каждой впадины зуба и повторной обработки после переточки. С учетом того, что в пиле порядка 160–220 зубьев, становятся очевидными значительные затраты по подготовке пил к работе. Вариантом решения данной проблемы является совмещение операций подготовки с операцией заточки путем модернизации заточного станка и установки на нем дополнительных узлов, проводящих упрочнение впадины. Таким образом, после последнего прохода заточки сразу же происходит упрочнение поверхности впадины зуба, тем самым уменьшаются временные затраты на подготовку ленточной пилы к работе.

Одним из возможных путей повышения долговечности полотна ленточной пилы является уменьшение амплитудных значений напряжений, возникающих в результате изгиба пилы на шкивах станка. Уменьшение данных напряжений можно осуществить несколькими способами – увеличением диаметра шкивов (что увеличивает металлоемкость и габариты оборудования), уменьшением толщины пилы (значительно снижается жесткость и устойчивость пилы), созданием предварительно искривленного состояния либо созданием внутренних напряжений, компенсирующих напряжения от изгиба на шкивах.

Предложен вариант создания предварительно искривленного состояния полотна ленточной пилы на стадии изготовления путем термомеханической обработки полотна ленточной пилы [5].

Сущность данного метода заключается в том, что полотно пилы при ее термообработке дополнительно изгибается и после проведения обработки это состояние сохраняется. При установке ленточной пилы на станок пилу уже необходимо изогнуть на меньшую величину и, таким образом, результирующие напряжения будут меньше.

Недостаток данного метода заключается в больших затратах энергии, т. к. необходимо выдерживать пилу в изогнутом состоянии при температуре 500–600° С. Также снижается и твердость полотна пилы, что может привести к снижению стойкости режущей кромки зуба.

Создание компенсирующих напряжений в полотне пилы является одним из перспективных направлений, позволяющих существенно повысить долговечность.

На кафедре деталей машин и ПТУ разработан метод создания компенсирующих напряжений в наружных слоях ленточной пилы за счет ее предварительного упругопластического деформирования. Сущность данного метода заключается в том, что ленточная пила предварительно обкатывается на шкивах малого диаметра (рис. 4). Диаметр шкивов рассчитывается таким образом, что напряжения от изгиба на шкивах несколько превышают предел текучести во внешних слоях, и в них образуются остаточные напряжения сжатия. После обкатки пила принимает определенный радиус кривизны, и при установке на станок остаточные напряжения сжатия во внешних слоях пилы вычитаются из напряжений изгиба на шкивах, таким образом, уменьшая амплитудные значения напряжений и тем самым повышая долговечность пилы.

Достоинства данного метода заключаются в следующем: подготовка производится только один раз перед первой установкой пилы на станок и не требует повторения после каждой переточки; компенсирующие напряжения возникают по всей ширине полотна ленточной пилы и изменяются незначительно при ее переточке; не требуется дорогого оборудования и больших затрат энергии для проведения данной операции. Изготовление приспособления возможно силами самого деревообрабатывающего предприятия. Недостатки: необходимость знания

характеристик сталей, из которых произведена ленточная пила. При изменении поставщика или изменении марки стали необходимо пересчитать параметры и режимы подготовки.

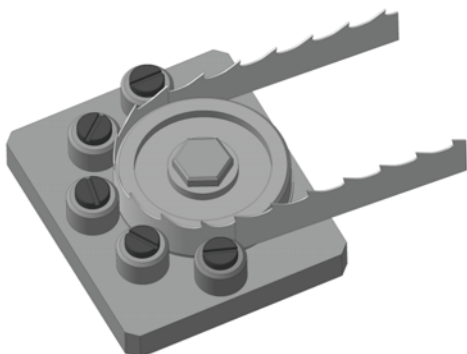


Рис. 4. Приспособление для проведения упругопластического деформирования ленточной пилы на одном шкиве с прижимными роликами

Выводы. Операция упругопластического деформирования ленточной пилы в силу своей эффективности и простоты проведения является перспективным направлением повышения усталостной долговечности ленточных пил для распиловки древесины.

Литература

1. 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 гос. технол. ун-та, посвященного 70-летию АГТУ. – Архангельск, 1999. – С. 82–89.
2. Настенко, А. А. Подготовка ленточных пил. – М.: Лесная пром-сть, 1989. – 152 с.
3. Способ обработки зубьев пил: а. с. 528154 СССР, М. Кл. 2 В 23 D 63/08 / К. И. Демьяновский, Н. И. Цветкова / Архангельский орден Трудового Красного Знамени лесотехн. ин-т им. В. В. Куйбышева. – № 2077384/15; заявл. 22.11.74; опубл. 15.09.76 // Бюл. № 34. – 1976.
4. Устройство для обработки впадины зубьев пил: а. с. 424676 СССР, М. Кл. 2 В 23 D 63/08 / Г. М. Гернет, Ю. И. Юрьев / Архангельский орден Трудового Красного Знамени лесотехн. ин-т им. В. В. Куйбышева. – № 1803108/29-33; заявл. 30.06.72; опубл. 25.04.74 // Бюл. № 15. – 1974.
5. Фонкин, В. Ф. Повышение долговечности и устойчивости дереворежущих ленточных пил / В. Ф. Фонкин, В. В. Герасимов // Изв. вузов. Лесной журнал. – Л., 1984. – № 6. – С. 60–65.

Поступила 01.04.2010