

весины под нагрузкой благодаря малым напряжениям в связях полимер — древесина.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бокшицкий М. Н. Длительная прочность полимеров.— М.: Химия, 1978.— 308 с. [2]. Ванни С. И., Прикот Н. Г. Влияние кислот и щелочей на физико-механические свойства древесины // Тр. ЛТА.— Л., 1947.— Вып. 61.— С. 55—90. [3]. Влияние агрессивных сред на свойства модифицированной полимерами древесины / В. И. Глухов, Ф. З. Райчук, А. Б. Шолохова, В. М. Хрулев // Лесн. журн.— 1985.— № 1.— С. 96—99. (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Гусев В. П. Стойкость деревянных конструкций, эксплуатируемых в производствах с химически агрессивными средами // Повышение эффективности конструкционного использования древесины в строительстве.— М.: Стройиздат, 1968.— С. 39—45. [5]. К вопросу о влиянии действия различных агрессивных сред и температурно-влажностной обработки на свойства модифицированной древесины / Г. М. Шутов, В. С. Болтовский, М. Э. Эрдман, Д. И. Любецкий. // Механ. обраб. древесины.— Минск: Вышэйш. школа, 1983.— С. 72—79. [6]. Костанди Ф. Ф., Ланинский Л. Г. Склады минеральных удобрений.— М.: Стройиздат, 1973.— 208 с. [7]. Николов С., Панайотов П. Кислотостойкость модифицированной древесины из пихты // Науч. тр. ин-та / Н. и. проектно-конструкт. и технол. ин-ты деревообработки.— София, 1972.— № 18.— С. 95—101. [8]. Роценс К. А., Берзон А. В., Гулбис Я. К. Особенности свойств модифицированной древесины.— Рига: Зинатне, 1983.— 207 с. [9]. Гынный А. Н. Прочность и разрушение полимеров при воздействии жидких сред.— Киев: Наукова думка, 1975.— 206 с. [10]. Хрулев В. М., Машкин А. Н. Повышение химической стойкости древесины // Стр-во и архит.— 1983.— № 6.— С. 77—81. (Изв. высш. учеб. заведений). [11]. Хрулев В. М., Рыков Р. И. Обработка древесины полимерами.— Улан-Удэ: Бурятск. кн. изд-во, 1984.— 142 с. [12]. Egler K. Wirkungen aggressiver Lösungen auf Kiefernholz. // Holztechnologie.— 1984.— 25, N 5.— S. 249—252. [13]. Mönk W. Holzzerstörungen bei freitragenden Konstruktionen von Mineraldünger — Lagerhallen // Holztechnologie.— 1975.— 16, N 1.— S. 22—28.

Поступила 1 июня 1987 г.

УДК 624.011 : 620.179.16

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ЗАПРЕССОВКИ И РАЗРУШЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

А. Н. КИРИЛЛОВ, С. Л. КОВАЛЬЧУК

Московский лесотехнический институт

Применение зубчатых соединений (ЗС) при изготовлении элементов конструкций из древесины, с одной стороны, позволило неограниченно увеличивать длину заготовок, а с другой, привело к появлению мест ослаблений в конструкциях. Имеющийся разброс прочности ЗС особенно опасен для однослойных, отдельно работающих сращённых элементов конструкций.

Известно, что качество изготовления соединений определяется как свойствами материалов (древесины, клея), так и правильным выполнением всех операций технологического процесса. Одна из ответственных операций — процесс запрессовки заготовок. Данная работа посвящена изучению влияния некоторых параметров процесса запрессовки на качество соединений и возможности использования для контроля этой операции метода акустической эмиссии.

В качественно изготовленном ЗС зазоры в вершинах зубьев минимальные и нет трещин от раскалывания поперек волокон. В таких соединениях контакт поверхностей максимальный. Увеличенный зазор обычно связан с недостаточным давлением или неправильной зарезкой шипов. Появление трещин может быть связано с нарушением техноло-

гического режима: превышением давления, неправильной резкой шипов, перекосом заготовок при стыковке, пересушенным материалом. Трещины — не только признак неравномерностей напряженного состояния, но при работе отдельного соединения могут являться концентраторами напряжений. Образование трещин при запрессовке сопровождается активным акустическим излучением, которое называется акустической эмиссией (АЭ). Регистрируя параметры АЭ в процессе запрессовки ЗС, имеется возможность проследить динамику этого процесса.

Метод АЭ основан на регистрации энергии упругих волн, возникающих в процессе структурных изменений, происходящих в материале. К настоящему времени накоплен большой опыт [2] по изучению АЭ в различных материалах, таких как металлы, полимеры, композиты. Имеются также данные [1, 4—6] по анализу АЭ при разрушении древесины и ее клеевых соединений, древесных плитных материалов, массивной клееной древесины. Сделаны попытки использовать метод АЭ для контроля за процессами сушки и резания древесины.

При изучении запрессовки и разрушения ЗС путем анализа параметров возникающих в этих процессах сигналов АЭ использована следующая методика. Для создания акустического контакта пьезопреобразователь с помощью пластилина укрепляли на поверхности исследуемого образца. Сигналы АЭ усиливались предварительным усилителем и поступали в устройство анализа АЭ, где селектировались и усиливались основным усилителем. Полоса пропускания усилительного тракта 30...750 кГц, усиление — 40 дБ. Энергия сигналов записывалась на самописец, активность регистрировалась счетчиком. Процесс запрессовки изучали в лабораторных условиях и использовали промышленно изготовленные образцы ЗС типа 1-32 по ГОСТ 19414—79.

Первоначально использовали методику, предложенную в работе [3]. Давление прикладывали ступенчато-возрастающей нагрузкой по 0,55 МПа до появления видимых трещин (примерно 12...15 ступеней). Длительность каждой ступени 45 с (15 с — нагружение, 30 с — выдержка, во время которой проводили замеры). В результате средняя скорость приложения давления составляла 0,012 МПа/с. На каждой ступени измеряли степень обжатия образца ΔL и суммарную АЭ. На одну часть ЗС наносили клей ФРФ-50, другую часть запрессовывали без клея. Для образцов без клея дополнительно измеряли деформации поперек волокон D с помощью тензодатчиков, расположенных на расстоянии 10 мм от концов зубьев.

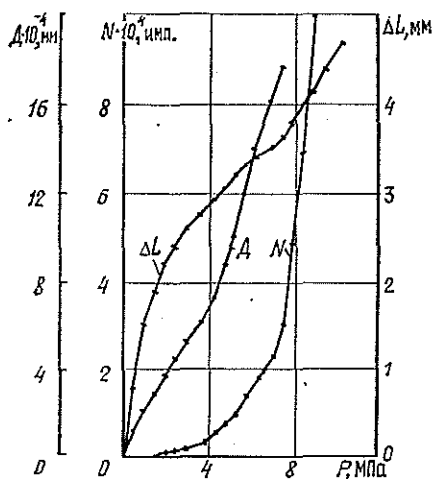


Рис. 1. Зависимость степени обжатия ΔL , деформаций поперек волокон D и суммарной АЭ N от торцевого давления P при запрессовке ЗС

В процессе запрессовки можно наблюдать, как отмечалось в работе [3], три стадии (рис. 1). Первая — вхождение зубьев (значительный рост деформации обжатия ΔL , равномерный рост деформаций D , практически отсутствие АЭ); вторая стадия — уплотнение соединения (замедление роста деформаций обжатия, увеличение де-

формаций поперек волокон, начало роста АЭ); на данной стадии, видимо, начинают образовываться микротрещины; третья — напряжения достигают критического значения, начинают образовываться трещины между зубьями от раскалывания. Рост трещин приводит к значительному увеличению раскалывающих деформаций и разрыву тензодатчиков. Процесс сопровождается резким увеличением АЭ. Характер роста

деформаций обжатия и суммарной АЭ при запрессовке ЗС с клеем и без клея аналогичен.

При анализе результатов запрессовки ступенчато-возрастающей нагрузкой обнаружено, что образование трещин начинается только при значительном превышении нормативного давления.

Далее было рассмотрено влияние скорости приложения давления на динамику процесса запрессовки.

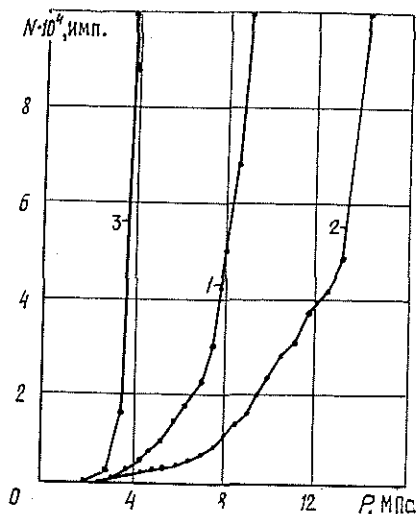


Рис. 2. Зависимость суммарной АЭ N от величины торцевого давления P при запрессовке ЗС с различной скоростью приложения давления запрессовки v : 1 — $v = 0,012$ МПа/с (образец без клея); 2 — $0,012$ МПа/с (с клеем); 3 — $0,18$ МПа/с (с клеем)

На рис. 2 приведены зависимости суммарной АЭ от торцевого давления: для образцов с клеем при скорости приложения давления $v = 0,18$ МПа/с (кривая 3), для образцов со ступенчато-возрастающей нагрузкой ($v = 0,012$ МПа/с) без клея (кривая 1) и с клеем (кривая 2). Можно отметить, что для $v = 18$ МПа/с разрушение начинается при давлении, незначительно превышающем нормативное. Это показывает, что запрессовку следует рассматривать не как статическое равномерное разрушение, а как динамический процесс. При уменьшении скорости приложения давления возникающие концентрации напряжений успевают частично релаксировать, что увеличивает давление начала трещинообразования, т. е. уменьшается вероятность появления трещин при нормативном давлении.

Для выявления влияния трещин на качество соединений были запрессованы и испытаны до разрушения три группы ЗС, склеенные клеем ФРФ-50. Первая группа запрессована при нормативном давлении. Образцы второй запрессовывали до начала роста АЭ (что соответствует началу образования микротрещин), а третьей группы — до активного роста АЭ.

Внешний осмотр перед испытанием (через 30 сут) показал, что образцы первой и второй групп не имели трещин от раскалывания, третьей группы имели трещины. Образцы размером $38 \times 70 \times 900$ мм испытывали на изгиб при нагружении на кромку двумя сосредоточенными силами в третях пролета 780 мм ступенями по 2,3 МПа (нагружение — 15 с, выдержка — 45 с). На каждой ступени снимали показания суммарной АЭ.

Результаты приведены в таблице. Для образцов первой и второй групп средние значения пределов прочности оказались близкими. Для третьей группы предел прочности снизился на 11,6 %; большинство образцов первой и второй групп при изгибе разрушилось по зубчатому

Группа образцов	Параметры запрессовки		Параметр разрушения σ , МПа	Характер разрушения
	P , МПа	$N \cdot 10^3$, имп.		
1 (давление нормативное)	2,1	0,34	41,3	84 % от изгиба 16 % от скалывания
2 (образование микротрещин)	3,3	5,9	41,4	86 % от изгиба 14 % от скалывания
3 (давление завышенное)	7,3	476	36,5	20 % от изгиба 80 % от скалывания

соединению, а третьей группы — от скалывания в средней по высоте зоны по образовавшимся при запрессовке трещинам.

Характерные зависимости изменения активности АЭ \dot{N}/\dot{N}_{max} от величины нагружения для трех групп ЗС показаны на рис. 3. Для образцов, запрессованных при нормативном давлении (а), основная энергия АЭ выделяется на последних стадиях разрушения. При нагрузке около $0,5 P_{кр}$, видимо, происходит образование микротрещин в наиболее напряженных местах, что приводит к перераспределению напряжений; новых трещин не образуется и наблюдается спад активности АЭ. При нагрузке около $0,7 P_{кр}$ процесс разрушения активизируется и АЭ высока до момента окончательного разлома образца. График имеет явно выраженные точки перелома, соответствующие стадиям деформирования.

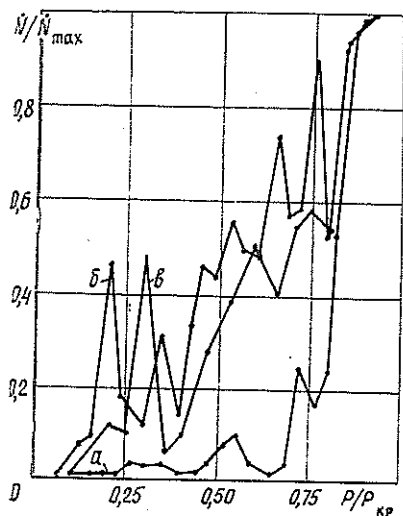


Рис. 3. Изменение активности АЭ \dot{N}/\dot{N}_{max} при разрушении ЗС, запрессованных с давлением нормативным (а), с образованием микротрещин (б) и завышенным давлением (в)

Наличие трещин и дополнительных внутренних напряжений в образцах второй и третьей групп (рис. 3, б, в) изменяет характер АЭ. После временного подъема на начальных стадиях нагружения активность АЭ практически равномерно возрастает до разрушения. То, что наличие начальных напряжений в древесных материалах влияет на характер АЭ при разрушении, отмечалось и ранее. Так, аналогичные зависимости получены при испытании массивной клееной древесины [1], когда при разрушении балок, имеющих начальные внутренние напряжения, наблюдалось практически равномерное возрастание активности АЭ. Циклические влажностные воздействия вызывали релаксацию внутренних напряжений, и на графиках АЭ при разрушении образцов после воздействий появлялись характерные точки перегиба.

Наличием, в частности, замороженных напряжений в стружечных плитах объясняется то, что рост АЭ при нагружении плит начинается уже при напряжениях 10...20 % от разломного, а в массивной древесине — только при 40...50 % [6].

Проведенные эксперименты позволяют сделать вывод, что наличие активной АЭ при запрессовке — признак снижения качества ЗС. При соблюдении нормативных режимов запрессовки трещины не возникают. Уменьшение скорости приложения давления значительно снижает вероятность появления трещин. Метод АЭ может быть использован для обработки и контроля процесса запрессовки ЗС.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Балтрушайтис А. В., Ковальчук С. Л. Изучение влияния нагрузки и переменного увлажнения на деревянные клееные конструкции методом акустической эмиссии.— Деп. в ВНИИС 03.06.86, № 7023. [2]. Грешников В. А., Дробот Ю. Б. Акустическая эмиссия. Применение для испытания материалов и изделий.— М.: Изд-во стандартов, 1976.— 272 с. [3]. Славик Ю. Ю. Давление запрессовки при склеивании зубчатых соединений // Деревообраб. пром-сть.— 1976.— № 7.— С. 10—11. [4]. Фрейдин А. С., Отарбаев Ч. Т., Лемешова Т. Я. Развитие трещин в клееной древесине // Лесн. журн.— 1986.— № 3.— С. 59—63. (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Ansell M. P. Acoustic Emission from Softwood in Tension // Wood Science and Technology.— 1982.— Vol. 16, N 1.— P. 35—57. [6]. Morgner W., Niemez P., Theis K. Anwendung der Schallemissionsanalyse zur Untersuchung von Bruch- und Kriechvorgängen in Werkstoffen aus Holz // Holztechnologie.— 1980.— Bd 21, N 2.— S. 77—82.

Поступила 15 декабря 1986 г.

УДК 674.053:621.935

ВЛИЯНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СМЕЩЕНИЯ ПИЛЬНЫХ ШКИВОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ РАБОТЫ ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ

Б. А. ВЕСЕЛКОВА, В. И. ВЕСЕЛКОВ, А. Ф. СЕЛЕЗНЕВ

Архангельский лесотехнический институт

В конструкциях механизмов резания ряда ленточнопильных станков, эксплуатируемых на предприятиях Минлесбумпрома СССР, предусмотрен специальный механизм, обеспечивающий регулировку относительного смещения пильных шкивов вдоль оси их вращения. Этот механизм позволяет фиксировать плоскость симметрии нижнего шкива в смещенном положении относительно аналогичной плоскости верхнего шкива, т. е. при жестком закреплении одного из шкивов имеется возможность горизонтально перемещать другой шкив вдоль оси.

В работах [4, 5] обсуждался вопрос о целесообразности применения в конструкциях ленточнопильных станков симметричного наклона обоих пильных шкивов механизма резания и сделан вывод о значительном уменьшении жесткости узла резания в результате применения механизма наклона нижнего шкива. Признано более целесообразным использовать механизм, обеспечивающий только горизонтальные перемещения нижнего пильного шкива вдоль оси, но без его наклона.

Проблемы комплексного использования древесины и эффективности использования ленточнопильных станков диктуют необходимость количественно оценивать влияние всех факторов, способных повысить устойчивость работы ленточных пил. Вопрос целесообразности изменения относительной ориентации пильных шкивов станков по горизонтали не нашел отражения в литературе. Нами [1, 2] была предпринята попытка теоретически проанализировать горизонтальное относительное смещение пильных шкивов ленточнопильного станка с целью определения его влияния на устойчивость ленточной пилы.

При использовании в качестве критерия оценки устойчивости пилы критического усилия подачи $P_{кр}$ и расчетной схемы, отождествляющей