

В. М. Спиридонов, А. З. Хартанович

К ВОПРОСУ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ И ЕЛИ

На кафедре физики Белорусского технологического института начаты работы по систематическому изучению электрической прочности древесины различных пород. Результаты измерений электрической прочности древесины сосны и ели с различным содержанием в них воды приведены в настоящей статье.

Измерения производились на образцах, имеющих вид прямоугольных пластин, размером 80×80 мм и толщиной 3—10 мм. В качестве источника напряжения использовалась установка АМИ-60, работающая на частоте 50 гц. При испытании образцы зажимались между латунными электродами диаметром 10 мм (ГОСТ 6433—65), рабочие поверхности которых перед каждым пробоем подвергались шлифовке. Напряжение повышалось до пробоя со скоростью 1 кв/сек. Пробивное напряжение измерялось электростатическим киловольтметром С-96.

Для придания образцам древесины соответствующей влажности они помещались в эксикатор над водным раствором хлористого кальция (или серной кислоты), где выдерживались до установления равновесной влажности в течение 1—1,5 месяца. Влажность образцов контролировалась весовым методом.

Результаты эксперимента обобщены в графиках, представленных на рис. 1, 2, 3, где каждая точка соответствует среднему значению электрической прочности, полученному из 20—30 измерений.

Как видно из приведенных кривых, электрическая прочность древесины сосны и ели сильно зависит от влажности и направления вектора напряженности электрического поля по отношению к древесному волокну, т. е. от направления тока в древесине и встречающихся на его пути структурных элементов ее строения.

В целом у сосны и ели наибольшая электрическая прочность наблюдается у радиальных и тангенциальных образцов, наименьшая — у торцевых и по всем направлениям сильно меняется с увеличением влажности.

Ход кривых электрической прочности обусловлен характером взаимодействия поглощенной воды с древесным веществом. С этой точки зрения их можно разбить на четыре участка с интервалом влажности: 0—5; 5—8,5; 8,5—14 и 14—30%.

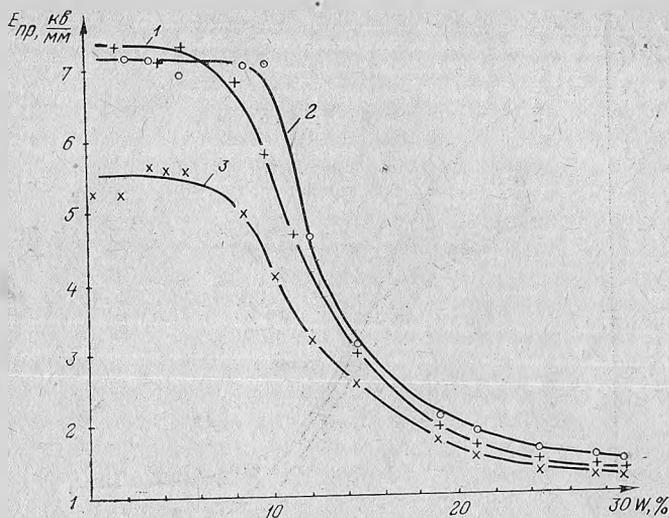


Рис. 1. Зависимость электрической прочности ($E_{пр}$) от влажности (W) древесины сосны.
1 — радиальный срез ядра; 2 — радиальный срез заболони; 3 — тангенциальный срез ядра.

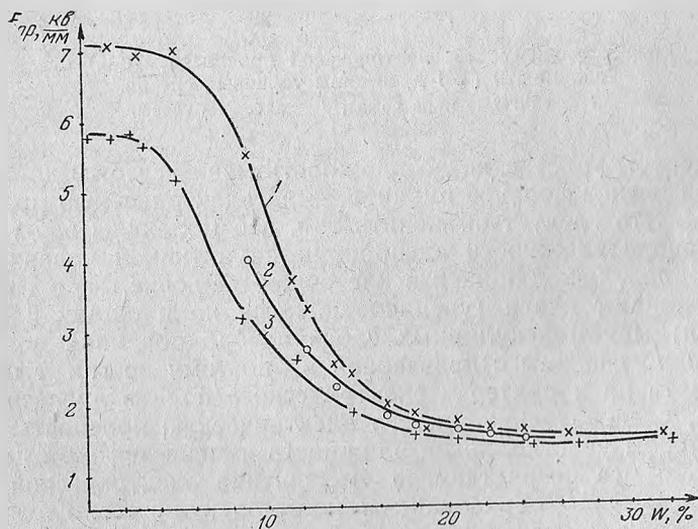


Рис. 2. Зависимость электрической прочности ($E_{пр}$) от влажности (W) древесины ели обыкновенной.
1 — радиальный срез; 2 — тангенциальный срез ели «резонансной»; 3 — тангенциальный срез.

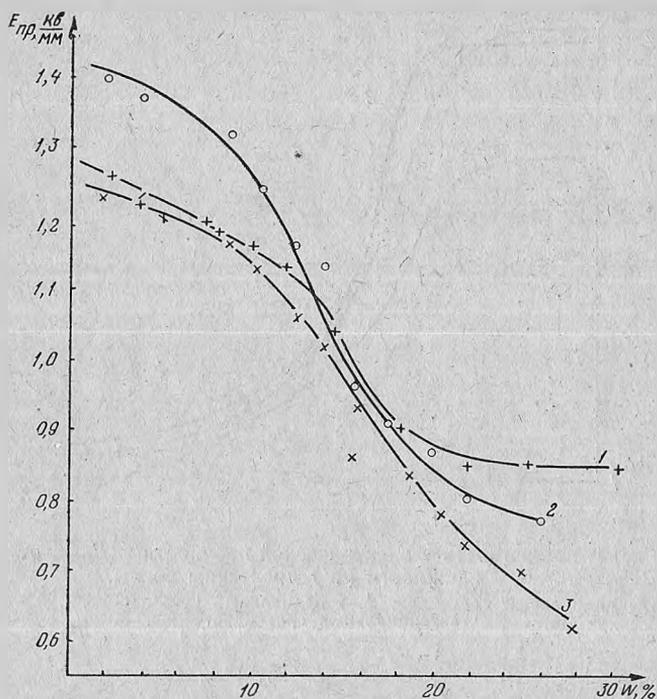


Рис. 3. Зависимость электрической прочности ($E_{пр}$) от влажности (W) древесины торцевых срезов.

1 — ели; 2 — ядра сосны; 3 — заболони сосны.

На первом участке, когда влажность меняется от 0 до 5%, наблюдается незначительное влияние ее на электрическую прочность древесины. Это следует объяснить тем, что молекулы воды в данном интервале влажности адсорбируются активной поверхностью микрофибрилл, находящаяся в клеточной оболочке. На их поверхности возникают очаги (увеличивающиеся по площади с ростом влажности) мономолекулярных слоев адсорбированной воды, которые прочно связаны с древесиной и поэтому не могут существенно влиять на характер электрического поля в древесном веществе, а, следовательно, на его электрическую прочность.

На втором участке, когда влажность изменяется от 5 до 8,5%, наблюдается все возрастающее уменьшение электрической прочности, что вызвано образованием полимолекулярных слоев, слабее связанных с микрофибриллами.

Третий участок характеризуется резким падением электрической прочности, так как при влажности выше 8,5% вплоть до 14% происходит интенсивная капиллярная конденсация в микрокапил-

лярах клеточной оболочки. В сконденсированной воде начинают растворяться соли содержащиеся в древесном веществе. Кроме этого, за счет увеличения количества связанной воды микрофибриллы раздвигаются, происходит разбухание, которое приводит к сближению токопроводящих участков. В результате этого появляются мостики и каналы повышенной проводимости, вдоль которых происходит электрический разряд.

На последнем, четвертом участке, когда влажность древесины возрастает от 14% до предела гигроскопичности, сконденсированная вода практически заполняет свободное пространство микрокапилляров, происходит незначительное снижение прочности и сближение ее величины для радиальных и тангенциальных образцов.

Кривые электрической прочности торцевых срезов в общем по своему ходу повторяют кривые тангенциального и радиального среза, однако электрическая прочность в направлении древесных волокон значительно меньше, чем поперек их. Известно, что основную массу древесины хвойных пород составляют трахеиды, выполняющие механические (поздние трахеиды) и водопроводящие (ранние трахеиды) функции. Ранние трахеиды имеют широкую внутреннюю полость и тонкие стенки с многочисленными и относительно большими порами. Длина трахеид достигает нескольких миллиметров. По-видимому, они являются местами пониженной электрической прочности; об этом говорит то, что разрядный канал располагается именно в ранней древесине.

Обращает на себя внимание и тот факт, что электрическая прочность у образцов древесины сосны и ели радиального среза больше, чем у образцов тангенциального среза. Это обусловлено тем, что электрический разряд происходит вдоль сердцевинных лучей, которые у хвойных состоят из паренхимных клеток и трахеидных (лучевые трахеиды) с окаймленными порами клеток, идущих вдоль луча. В период вегетации по сердцевинным лучам двигаются питательные вещества и вода в горизонтальном направлении. Серцевинные лучи, приспособленные к выполнению водопроводящих функций, обладают пониженной электрической прочностью. Поэтому разрядный канал располагается почти перпендикулярно к годичным слоям, даже если они наклонены к поверхности образца под углами 45—50°.

Особенностью древесины сосны является различие электрической прочности ядра и заболони. При ядрообразовании отмирают живые элементы древесины, закупориваются водопроводящие пути. Древесина ядра по сравнению с заболонью менее проницаема для жидкостей, поэтому электрическая прочность древесины ядра при аналогичных условиях на 12% больше, чем заболони.

Сухая древесина сосны и ели обладает достаточно высокой электрической прочностью, и ее можно использовать в качестве изоляционного материала при условии, что она будет защищена от поглощения влаги из окружающей среды.