

АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ

А. А. ЯЦЕНКО-ХМЕЛЕВСКИЙ и Н. Н. БРЕГАДЗЕ

**К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРОЗНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ПУТЕМ  
ПРОСТЕЙШИХ ИЗМЕРЕНИЙ ПОД МИКРОСКОПОМ**

(Представлено академиком А. А. Рихтером 9 XI 1939) ¶

За последние годы ряд исследователей пытался путем некоторых измерений под микроскопом дать количественную характеристику древесины как для выявления ее технических свойств, так и для целей диагностики. Большая работа в этом направлении проведена Международной ассоциацией анатомов древесины, в результате которой рекомендуется при исследовании строения древесины производить измерения количества, длины и ширины члеников сосудов, длины волокна, количества, высоты и ширины лучей, толщины стенок мех. элементов и т. д. <sup>(1)</sup>, причем полученные результаты выражаются определенными стандартными терминами (много, мало, большие, малые и т. д.), имеющими точное цифровое значение. Признавая всю важность подобной стандартизации терминов размера, приходится все же признать, что получаемые данные являются крайне недостаточными, особенно в деле суждения о технических свойствах древесины. Всеми этими измерениями остается неучтенным наиболее важный по нашему мнению анатомический показатель—именно, отношение массы оболочек элементов к полостям (так называемый процент порозности древесины). Значение этого показателя усматривается из того, что удельный вес вещества клеточных оболочек более или менее одинаков у всех пород и равен примерно 1.40—1.56 (по разным определениям) <sup>(2)</sup>. Это обстоятельство указывает на то, что одно из важнейших технических свойств древесины—ее удельный вес—в основном зависит именно от соотношения между полостями и клеточными стенками (процента порозности).

В настоящее время порозность древесины определяется в основном так называемым планиметрическим методом <sup>(2)</sup>, т. е. вычислением площади полостей клеток при помощи планиметра на схематическом рисунке древесины. Кроме этого метода употребляются также некоторые другие методы <sup>(2)</sup>, не являющиеся впрочем особо надежными. Определение порозности древесины производится, однако, довольно редко, так как оно отнимает много времени. Поэтому перед нами при составлении описания строения древесин Кавказа (микрографии) встала задача разработки наиболее простого и надежного способа определения порозности древесины.

Наиболее подходящим способом в этом отношении является так называемый «линейный метод», широко употребляемый в петрографии для скорейшего определения минералогического состава горных пород и дающий вполне удовлетворительные результаты. Применению и обоснованию линейного метода в петрографии посвящена довольно обширная литера-

тура<sup>(3)</sup>, и он может считаться вполне разработанным. В основе своей этот метод сводится к измерению отрезков линий, приходящихся на долю каждого минерала, при пересечении поверхности породы (шлифа) системой линий. При разработке этого метода петрографы исходили из основной предпосылки о равномерном распределении минералов в породе. Вопрос о точности линейного метода сводится к вопросу, насколько точно он выражает отношения площадей, так как линейный метод не может дать больше, чем дает точное определение относительных площадей минералов на данной поверхности. Полное совпадение, очевидно, достигается лишь в пределе, при бесконечном сближении отдельных измерительных линий, и задачей исследователя является установление наибольшего и достаточного промежутка между линиями или же общей длины измерительной линии. Опубликованная сравнительно недавно работа Николаева<sup>(3)</sup> дает на основе теории вероятностей анализ применения линейного метода, причем автор приходит к выводу, что для каждого структурного типа горной породы расстояние между линиями устанавливается в основном опытным путем\*.

Применение линейного метода для измерения порозности древесины представляется более простым, чем в петрографии, так как в древесине мы имеем дело всего с двумя компонентами (полости + клеточные стенки), причем распределение их обнаруживает значительную правильность\*\*.

Таким образом теоретически задача является вполне разрешимой, и нам предстояло проверить линейный метод практически. При этом надлежало выяснить: 1) величину измеряемого участка; 2) интервалы между линиями; 3) направление линий (радиальное, тангентальное или диагональное); 4) необходимое количество измерений и, наконец, 5) время, потребное для получения окончательного результата. В качестве объектов исследования были выбраны следующие рассеяннососудистые породы: бук (*Fagus orientalis* Lip.), тополь (*Populus tremula* L.), самшит (*Vuxus sempervirens* L.) и клен (*Acer leatum* C. A. M.). Первым этапом работы было установление возможности замены на рисунке планиметрического определения определением линейным. Для этой цели рисовальной камерой Аббе нами делались зарисовки поперечных и тангентальных срезов на миллиметровой бумаге. На этих рисунках планиметром вычислялся процент площади, занимаемый просветами сосудов и волокон на поперечном срезе и лучами (на тангентальном срезе), затем рисунок рассекался рядом прямых линий, параллельных границе годичного слоя, перпендикулярных к ней и под некоторым углом. На этих линиях производился подсчет доли, приходящейся на полости и на оболочки или на лучи и остальную массу древесины. Так как при одном увеличении не удавалось с одинаковой тщательностью зарисовать и достаточно большое количество сосудов и полости древесных волокон, то для каждой древесной породы изготовлялось три серии рисунков: поперечного среза при малом увеличении, на котором наносились только контуры просветов сосудов; поперечного среза при большом увеличении, где изображались полости древесных волокон и сосудов, и тангентального среза с нанесенными контурами лучей. Для каждой породы было сделано по 4—5 серий рисунков, а для бука

\* В настоящее время в петрографии линейный метод заменяется «точечным методом», при котором работа производится при помощи особого аппарата<sup>(4)</sup>.

\*\* В древесине фактически приходится различать три компонента: полости волокон и сосудов, их оболочки и лучи. Ориентированные в направлении, перпендикулярном к направлению волокон и сосудов, составленные из коротких, большей частью прямоугольных, клеток и отличающиеся по химическому составу своих оболочек от других элементов древесины, лучи должны рассматриваться отдельно, так как отождествление плотной массы (оболочек клеток) лучей с плотной массой других элементов древесины может привести к неправильным выводам.

их было сделано несколько десятков. В результате измерений было установлено, что процент площади различных элементов, отсчитанный на достаточном количестве линий, очень близко совпадает с цифрами, определенными планиметром (см. ниже таблицу).

Вторым этапом нашей работы было проведение измерений непосредственно под микроскопом, при помощи окулярной линейки, без получения изображения на бумаге. Измерения производились отсчитыванием количества делений линейки, приходящихся соответственно на полости и клеточные оболочки и на лучи и остальную массу древесины. После проведения очень большого количества измерений было установлено, что при помощи линейного метода достигаются вполне удовлетворительные результаты, не отличающиеся от результатов, полученных обычным планиметрическим методом. Для получения данных о площади, занимаемой просветами сосудов, необходимо измерения производить на некотором участке целого годичного кольца, причем линейка устанавливается в радиальном направлении. Размер увеличения определяется размером годичного кольца и размером просветов сосудов и в наших измерениях колебался от  $\times 65$  (тополь) до  $\times 220$  (самшит). Расстояние между положениями линейки колебалось в зависимости от тех же причин от 0.07 мм до 0.015 мм (препарат передвигался или винтом столика или же осторожным движением пальца). Измерение площади просветов древесных волокон (к которым условно причислялась и тяжевая паренхима) производилось при большом увеличении ( $\times 1\ 050$ ), с интервалом между измеряемыми линиями в 0.015 мм. Измерения производились или в средней части годичного кольца или же в двух его крайних частях (поздняя и ранняя древесина), и затем бралось среднее. При этом встречающиеся в поле зрения просветы сосудов не учитывались вовсе. Полученные данные (в %) складывались с процентом просветов сосудов и в сумме составляли процент полостей в древесине. Лучи учитывались на тангентальном срезе\*. Направление линейки было перпендикулярно к высоте луча. Увеличение обычно употреблялось малое ( $\times 140$ ), расстояние между линейками равнялось 0.17 мм. При измерении площади сечения лучей просветы клеток лучей не принимались во внимание. Процент плотной массы (клеточных стенок) устанавливался вычитанием из ста процента лучей и процента просветов, полученного, как сказано выше. Во всех случаях для получения отдельных данных производилось от 30 до 50 измерений.

При достижении известного навыка в пользовании обоими методами был произведен тщательный хронометраж всех видов работ, необходимых для получения окончательных цифр (включая и изготовление рисунка для планиметрического метода). Проведенные наблюдения показали, что в среднем одно определение планиметрическим методом занимает 12 рабочих часов, линейным—2 часа, т. е. последнее производится в 6 раз быстрее.

В заключение приведем сводную таблицу полученных данных с помощью примененных трех методов (планиметрического, линейного и вспомогательного—на основе линий, проведенных на рисунке).

При рассмотрении данных нашей таблицы можно убедиться в близости результатов, получаемых обоими методами, разница между которыми не превосходит 1—2%.

Описанный метод определения порозности древесины по своей простоте и сравнительной легкости заслуживает по нашему мнению широкого внедрения в практику древесноведческих лабораторий. Получаемые с его помощью данные являются чрезвычайно существенными для оценки тех-

\* Между данными, полученными при отсчете лучей на тангентальном и на поперечном срезах, различий нет, но отсчет на поперечном срезе более сложен из-за неясности очертания лучей.

Порода	Ширина годового кольца в мм	Метод	%		
			плотной массы	лучей	просветов
Бук	0.73	Планиметрический . . . . .	37.13	21.5	41.36
		Линии на рисунке . . . . .	39.46	20.99	39.55
		Линии под микроскопом . . . . .	39.40	20.03	40.57
	0.72	Линии под микроскопом . . . . .	40.43	20.03	39.54
	0.36	Линии под микроскопом . . . . .	29.67	20.03	50.30
Тополь	4.4	Планиметрический . . . . .	29.84	18.13	52.03
		Линии на рисунке . . . . .	31.35	17.41	51.24
		Линии под микроскопом . . . . .	30.91	17.78	51.31
Самшит	0.96	Планиметрический . . . . .	52.15	20.63	27.22
		Линии на рисунке . . . . .	53.66	20.20	26.14
		Линии под микроскопом . . . . .	53.70	19.25	27.05
Клен	1.17	Планиметрический . . . . .	47.29	13.65	39.06
		Линии на рисунке . . . . .	49.30	13.05	37.65
		Линии под микроскопом . . . . .	49.27	13.54	37.19

нических свойств древесины. Наши дальнейшие исследования о связи между анатомическим строением и удельным весом древесины, проводимые с помощью линейного метода, будут изложены в следующем сообщении.

Отдел анатомии и физиологии  
Тбилисского ботанического института  
Грузинский филиал Академии Наук СССР

Поступило  
9 XI 1939

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> А. А. Яценко-Хмелевский, Труды Тбил. бот. ин-та, VII (1939).  
<sup>2</sup> С. И. Ванин, Древесиноведение (1934). <sup>3</sup> A. Rosival, Verh. der geol. Reichsanst. (1898); F. Lincoln a. H. Rietz, Econ. Geol., VIII, F. Fromm, Centr. f. Mineralogie (1924); A. Johansen a. E. Stephenson, Journ. of Geology (1919); В. А. Николаев, Зап. Рос. минералогич. об-ва, LV (1926). <sup>4</sup> А. А. Глаголев, Труды Ин-та приклад. минералогии, 59 (1933).