

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОТНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ДРЕВОСТОЯ

The article states a method of determining the fuel energetic potential of forest plantations intended for growing fuel wood. It was stated on the basis of calculating the mean basic wood density in the stands. For calculating the basic wood density of the stands the authors used the regularity of its change due to the tree height and the tree diameter. As a result the authors found the empirical formulas for calculating the mean basic density of stands on the basis of the mean diameter of the trees in the stands at the height of 1,3 meters. The energetic potential of stands is determined according to the known values of the basic wood density and the volume of the wood in the stands and the heat ability of the wood.

Введение. Использование древесины как топлива предполагает ее выращивание на лесных плантациях, при создании которых необходимы не только специальные технологии, но и методики определения их топливно-энергетического потенциала. В данном случае важен не столько объем получаемой древесины, сколько содержание в нем древесного вещества, поскольку учет древесины в объемных единицах не позволяет правильно оценить топливную производительность насаждения. Объективным показателем топливной ценности древесины несомненно является ее плотность и, прежде всего, так называемая базисная плотность, физический смысл которой состоит в том, что она показывает, какое количество абсолютно сухого вещества древесины содержится в единице объема (обычно в 1 м^3) растущего дерева. Зная среднюю базисную плотность деревьев в данном насаждении, его запас в метрах кубических и удельную теплоту сгорания древесной породы, путем перемножения этих показателей легко определить энергетический потенциал насаждения. Однако для определения средней базисной плотности насаждения необходимо знать закономерности изменения плотности по высоте ствола дерева и зависимость ее от диаметра дерева.

Основная часть. На основании большого экспериментального материала профессором О. И. Полубаяриновым [1] было показано, что по высоте дерева базисная плотность древесины уменьшается, и для насаждений сосны и березы, произрастающих в Ленинградской области, были определены уравнения связи между базисной плотностью на высоте 1,3 м и средней плотностью ствола дерева в молодых древостоях, которые имеют следующий вид:

– для сосны

$$\rho_{\text{ср}} = 72,0 + 0,746\rho_{1,3}, \quad (1)$$

– для березы

$$\rho_{\text{ср}} = 18,2 + 0,953\rho_{1,3}, \quad (2)$$

где $\rho_{\text{ср}}$ – средняя базисная плотность ствола, $\text{кг}/\text{м}^3$; $\rho_{1,3}$ – базисная плотность на 1,3 м, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Принимая во внимание, что при создании энергетических плантаций в Республике Беларусь в качестве основных древесных пород рекомендуется сосна и береза [2, 3], нами было проведено исследование по определению возможности использования указанных формул для определения средней базисной плотности дерева применительно к местным условиям. С этой целью были взяты по 3 модельных дерева сосны и березы в культурах сосны с примесью березы в возрасте 30 лет в сосняке мшистом в Негорельском учебно-опытном лесхозе. Сравнительные данные показателей плотности древесины ствола, определенные экспериментальным методом на модельных деревьях и полученные расчетным способом по соответствующим формулам, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительные данные по определению средней базисной плотности древесины ствола опытным и расчетным методами

Порода	№ модельного дерева	Средняя плотность древесины ствола, $\text{кг}/\text{м}^3$		Отклонение расчетной плотности от опытной	
		опытная	расчетная	$\text{кг}/\text{м}^3$	%
Сосна	1	377	369	-8	-2,12
Сосна	2	346	342	-4	-1,16
Сосна	3	350	353	+3	+0,86
Среднее		358	355	-3	-0,83
Береза	1	472	477	+5	+1,05
Береза	2	447	455	+8	+1,79
Береза	3	343	438	+4	+0,92
Среднее		451	457	+6	+1,3

Стволы модельных деревьев, начиная от комля, были размечены на двухметровые секции, в центре которых с помощью возрастного бурава были взяты керны древесины для определения базисной плотности в лабораторных условиях. Средняя базисная плотность модельных деревьев рассчитывалась как средневзвешенная величина значений плотности на отдельных секциях с учетом объема древесины в этих секциях.

**Зависимость базисной плотности
древесины на высоте 1,3 м
от диаметра дерева**

Диаметры деревьев, см		Статистические показатели				
Группа диамет- ров	Сред- ний	<i>n</i>	Плотность <i>M</i> ± <i>m</i> , кг/м ³	<i>σ</i> , кг/м ³	<i>V</i> , %	<i>P</i> , %
Сосна						
7–10	8,5	15	368±8,0	31,2	8,5	2,2
11–15	13,0	17	399±6,9	25,8	6,5	1,6
16–20	18,0	15	421±6,1	23,6	5,6	1,5
22–26	24,0	21	442±6,0	27,3	6,2	1,4
32–36	34	20	469±13,1	58,6	12,5	2,8
Береза						
5–7	6,0	15	451±7,4	28,6	6,3	1,6
8–12	10,0	15	478±9,5	36,6	7,7	2,0
13–15	14,0	16	489±10,1	40,5	8,3	2,1
16–18	17,0	17	501±7,7	31,6	6,3	1,5
20–24	22,0	17	507±10,0	41,2	8,3	2,0

Из табл. 1 следует, что вышеприведенные формулы для расчета средней базисной полноты ствола по значению плотности древесины на высоте 1,3 м дают расчетные значения плотности весьма незначительно отличающиеся от опытных. Это различие находится в пределах 2%, что вполне допустимо для лесных объектов и позволяет использовать эти формулы для определения средней базисной полноты древесины ствола без рубки деревьев. Однако в данном случае для определения средней базисной плотности древесины в целом для насаждения необходимо определить плотность на высоте 1,3 м как минимум в 3 преобладающих ступенях толщины (по 3 дерева в каждой ступени) путем взятия кернов и определения плотности в лабораторных условиях.

В этой связи целесообразно исследовать, какая существует зависимость между диаметрами деревьев в насаждении и соответствующей в них базисной плотностью на высоте 1,3 м.

Для этого были подобраны 3 насаждения сосны с участием в составе деревьев березы в сосняке мшистом, из которых 2 насаждения являлись культурами сосны 24 и 40 лет, а 3-ье насаждением естественного происхождения (сосна – 80–100 лет, береза – 50–60 лет).

Разный возраст насаждений позволил исследовать базисную плотность древесины в довольно большом диапазоне толщины деревьев: у сосны – от 7 см до 36 см, у березы – от 5 см до 24 см.

Для большей наглядности зависимости плотности древесины от диаметра дерева и установления характера этой связи диаметры и соответствующие им значения плотности были разделены на 5 групп и в пределах каждой группы обработаны методами математической статистики.

Результаты приведены в табл. 2, из которой следует, что с увеличением диаметра деревьев увеличивается и базисная плотность древесины на высоте 1,3 м. Так, например, если плотность древесины у деревьев сосны диаметром 7–10 см составила 368 кг/м³, то у деревьев толщиной 32–36 см она равнялась 469 кг/м³, или на 27,4% больше. Такая же закономерность наблюдается и у деревьев березы, но с несколько меньшей степенью возрастания плотности. Наблюдаемая закономерность объясняется тем, что с возрастом увеличение массы дерева опережает увеличение диаметра ствола на высоте 1,3 м, в результате чего удельное давление на древесину в комлевой части ствола постоянно возрастает.

В частности, простой расчет показывает: если у деревьев сосны в возрасте 20 лет каждый сантиметр квадратный площади поперечного сечения ствола на уровне 1,3 м испытывает давление от действия массы древесины в 0,270 кг, то в возрасте 100 лет на 1 см² действует масса, равная 0,790 кг, или в 2,9 раза большая.

Для противодействия возрастающим сдавливающим нагрузкам в комлевой части ствола формируется древесина с повышенной прочностью на сжатие, что обеспечивается, прежде всего, за счет увеличения с возрастом плотности древесины в указанной части ствола.

На рисунке наглядно представлена зависимость базисной плотности древесины от диаметра деревьев в насаждении, а математическое выражение этой зависимости наиболее полно описывается логарифмической кривой вида:

– для сосны

$$\rho_{1,3} = 150 - 1,94D + 249 \lg D; \quad (3)$$

– для березы

$$\rho_{1,3} = 355 - D + 130 \lg D, \quad (4)$$

где $\rho_{1,3}$ – базисная плотность древесины ствола на высоте 1,3 м; D – диаметр ствола на высоте 1,3 м, см.

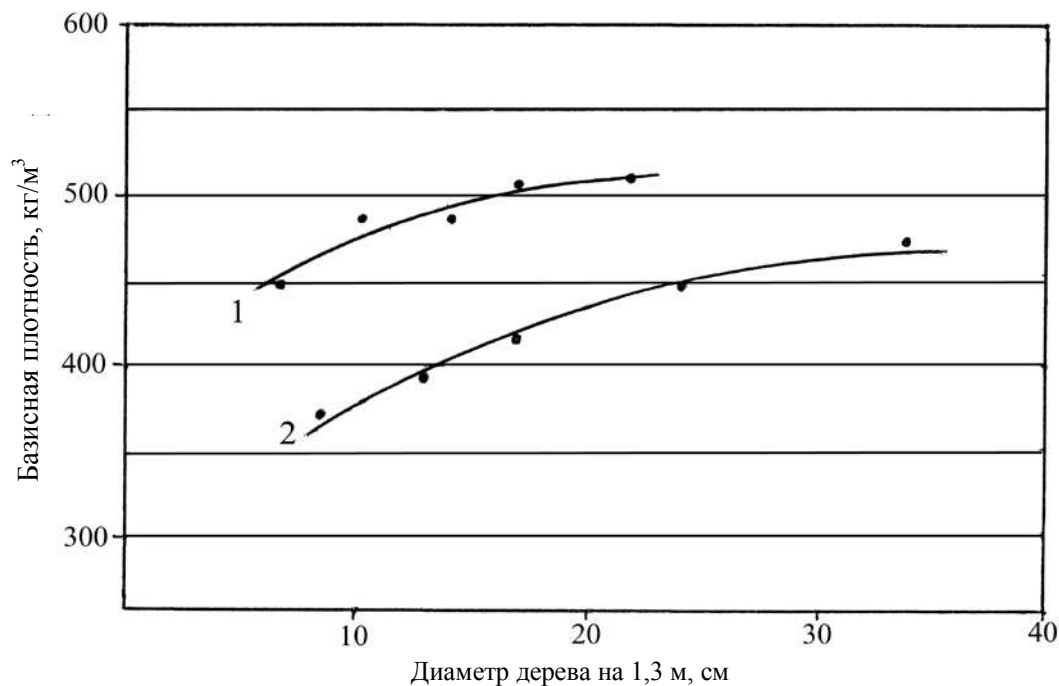


Рисунок. Зависимость базисной плотности древесины от диаметра дерева:
1 – береза; 2 – сосна

Используя математические выражения (3) и (4) и подставив их в ранее приведенные формулы (1) и (2), получим формулы расчета средней базисной плотности насаждения по значению среднего диаметра на высоте 1,3 м. Эти формулы имеют вид:

– для сосны

$$\rho_{\text{ср}} = 183,9 - 1,45D + 185,8 \lg D, \quad (5)$$

– для березы

$$\rho_{\text{ср}} = 356,5 - 0,953D + 123,9 \lg D, \quad (6)$$

где $\rho_{\text{ср}}$ – средняя базисная плотность данной породы в насаждении, кг/м^3 ; D – средний диаметр на высоте 1,3 м данной породы, см.

Заключение. Таким образом, используя указанные формулы, значительно упрощается методика определения потенциального топливного ресурса насаждения. Достаточно определить средний диаметр деревьев отдельных древесных пород в насаждении и произвести вычисления. По соответствующим формулам (5), (6) устанавливается средняя базисная плот-

ность данной породы. По значению средней базисной плотности данной породы и запаса ее в древостое определяется масса сухого древесного вещества породы в насаждении. Путем умножения показателя теплоты сгорания древесины данной породы на количество ее древесной массы устанавливают энергетический потенциал этой породы в насаждении. Суммирование энергетических потенциалов отдельных пород определяет энергетический потенциал насаждения в целом.

Литература

1. Полубояринов, О. И. Плотность древесины / О. И. Полубояринов. – М.: Лесная промышленность, 1976. – 160 с.
2. Плантационное выращивание хвойных пород в Беларуси: рекомендации: утв. М-вом лесн. хоз-ва Респ. Беларусь / Ин-т леса НАН Беларуси. – Минск, 1999.
3. Штукин, С. С. Ускоренное выращивание сосны, ели и лиственницы на лесных плантациях / С. С. Штукин. – Минск: Право и экономика, 2004. – 241 с.