

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра древесиноведения и специальной обработки древесины

А.В. Дружинин
Е.В. Шадрина

ТЕХНОЛОГИЯ КЛЕЕНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Методические указания
к выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Технология клееных материалов»
для студентов факультета МТД.
Направление 250403 – Технология деревообработки

Екатеринбург
2008

Печатается по рекомендации методической комиссии факультета МТД.
Протокол № 5 от 02.04.08 г.

Рецензент – генеральный директор ООО «УралНИИПДрев», доцент, кандидат технических наук Гороховский А.Г.

Редактор Н.А. Майер
Оператор А.А. Сидорова

Подписано в печать 22.12.08	Поз. 98
Плоская печать	Формат 60×84 1/16
Заказ №	Печ. л. 0,93
	Тираж 150 экз.
	Цена 2 руб. 80 коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

Лабораторная работа 1

ИСПЫТАНИЕ КАЧЕСТВА ДРЕВЕСНЫХ ЧАСТИЦ

Качество древесных частиц обычно оценивается путем определения фракционного состава частиц, их влажности, геометрической формы и размеров отдельной частицы или мелких частиц.

Установлено, что на качество древесностружечных плит влияет как форма, так и размеры древесных частиц. Опилки, как правило, имеют ромбическую форму и большое количество перерезанных волокон. В его составе находится значительное количество мелких древесных частиц, поэтому суммарная площадь поверхности таких частиц по сравнению со специально нарезанной стружкой значительно больше, что ведет к существенному увеличению расхода связующего, а конструктивная прочность из-за малой длины и большой толщины частиц снижается. Станочная стружка хотя и имеет значительно большую длину, чем толщину, в силу большого количества перерезанных волокон, слабой прочности самой стружки и неравномерности размеров (особенно толщины) в пределах одной частицы, приводит при использовании в производстве древесностружечных плит к тем же результатам, что и опилки.

В то же время наличие в составе древесных частиц крупных фракций ведет к увеличению пустот в плите, к жесткости самих древесных частиц и, как следствие, к уменьшению контакта между частицами, а следовательно, к сокращению поверхности склеивания.

Наличие большого количества мелких фракций приводит к резкому увеличению площади поверхности частиц, большому количеству перерезанных волокон и, как следствие, к увеличению расхода клея и снижению конструктивной прочности частиц, а следовательно, и готовых плит.

Ниже приводятся параметры древесных частиц, изготовленных различным способом. В скобках указаны последовательно – толщина, ширина и длина в мм.

1. Специально изготовленные древесные частицы:
 - стружка плоская (0,15...0,45/12/40);
 - стружка игольчатая (0,15...0,45/5/6);
 - микростружка (0,01...0,25/2/5);
 - древесное волокно (0,01...0,30/1/40);
 - волокнистые частицы (0,01...0,25/0,25/6).
2. Древесные частицы – отходы деревообработки:
 - станочная стружка (0,10...1,45/35/12);
 - опилки (0,10...2,05/2,3/5);
 - древесная пыль (0,01...0,50/1/1);
 - шлифовальная пыль (0,01...0,15/1/1).

1. Определение фракционного состава древесных частиц

Оборудование и приборы:

- 1) ситоанализатор;
- 2) аналитические весы с точностью взвешивания 1.01 г.

Ситовой анализатор состоит из набора 8 круглых сит с диаметром 200 мм, пять из которых имеют круглые отверстия диаметром 10; 7; 5; 3 и 2 мм, остальные три сита имеют сетчатые ячейки размером 1x1; 0,5x0,5; 0,25x0,25 мм. В основании сит установлена чаша, собирающая пыль. Набор сит накрыт крышкой.

Порядок выполнения работы

Взятая для испытания проба делится методом квартования до получения навески для одного анализа около 50 г, так как большее количество массы частиц не должно превышать 6 %, что обеспечивает лучшее отделение мелочи и пыли. Навеска насыпается на верхнее сито анализатора.

На качество ситового анализа оказывает большое влияние время рассева материала. Оптимальная продолжительность рассева устанавливается опытным путем исходя из того, что просеивание считается законченным, если за наблюдаемый отрезок масса фракции на сите не изменяется или уменьшается не более чем на 0,02 г. Если для обычных частиц оптимальная продолжительность рассева составляет 5 мин, то для мелких частиц – 10-15 мин, причем рассев ведется с воздействием побудителей. В качестве побудителей применяются кусочки резины размером 10x5x3 мм, которые в количестве по 5 штук помещаются на каждое сито.

В нашем случае при определении фракционного состава разных по форме частиц рекомендуется время фракционирования одной навески обычных частиц – 5 мин. Увеличение времени фракционирования может вызвать чрезмерное измельчение частиц в приборе и искажение результатов исследований.

По окончании рассева древесных частиц сита разбираются, каждая фракция взвешивается на аналитических весах с точностью до 0,01 г. Количественное содержание фракции в навеске выражается в процентах к общей массе. Номер фракции обозначается размерами сит, между которыми она была оторвана. Например, для данного случая: -/10; 10/7; 7/5; 5/3; 3/2; 2/1; 1/0,5; 0,5/0,25; 0,25/0 (одно). Количество анализов для взятой пробы должно быть не менее трех. Окончательный результат вычисляется как среднеарифметический. Полученные данные сравниваются с показателями, установленными технологической инструкцией по производству древесностружечных плит (табл. 1).

Таблица 1

**Фракционный состав древесных частиц в зависимости от типа
стружечного станка**

Тип и модель измельчающего оборудования и форма стружки	Сырье	Содержание стружки, %, во фракции						
		-/10	10/7	7/5	5/3	3/2	2/1	1/0
Стружечный станок с ноже- вым валом мо- дели ДС-6, стружка пло- ская	Технологические дрова, «каран- даши»	-	23,1	25,0	30,0	17,1	2,8	1,6
	То же ДС-8	-	22,8	24,2	31,8	13,5	7,0	0,8
Стружечный станок центро- бежный модели ДС-7, стружка игольчатая	Технологические дрова, «каран- даши»	12,2	20,1	25,6	30,2	7,8	4,0	0,1
	Технологическая щепа							

2. Определение геометрической формы и размеров древесных частиц

Оборудование и приборы:

- 1) индикаторный толщиномер или микрометр;
- 2) метрическая линейка.

Порядок выполнения работы

Отбирается проба, количество частиц в которой должно составить 50-100 штук, т.е. 50 замеров, а при специальных исследованиях не менее 100. В зависимости от геометрической формы стружку относят к той или иной группе:

плоская стружка – стружка, ширина которой в несколько раз больше толщины;

игольчатая стружка – стружка с незначительной шириной, близкой к толщине;

скрученная стружка – стружка-отход при строгании или фрезеровании;

кубикообразные частицы – частицы, имеющие примерно одинаковые размеры по длине, ширине, толщине;

мелочь и пыль – частицы фракции 1/0.

Определение геометрических размеров частиц производится измерительными приборами со следующей точностью: по длине частиц до 1,0 мм, по ширине частиц до 0,1 мм, по толщине частиц до 0,01 мм; длина стружки считается вдоль направления волокон древесины, ширина – поперек волокон.

Из полученных данных определяются средние значения размеров частиц, а для более полной характеристики производится статистическая обработка результатов измерений.

Полученные средние значения величин сравниваются с рекомендуемыми, технологической инструкцией и параметрами стружек для изготовления древесностружечных плит (табл. 2).

Таблица 2

Рекомендуемые размеры специально нарезанных стружек

Форма частиц	Размеры, мм		
	длина	ширина	толщина
Плоская стружка			
наружный слой	15-20	2-5	0,2-0,3
внутренний слой	20-40	5-8	0,4-0,6
Игольчатая стружка	15-40	1-3	0,2-0,6

Результаты измерений записываются в табл. 3.

Таблица 3

Результаты измерений

№ п/п	Вид древесных частиц, мм		
	длина	ширина	толщина

Вопросы для контроля

1. Что понимается под фракционным составом древесных частиц?
2. Что такое фракция других частиц?
3. Какие параметры частиц влияют на прочность плит?
4. Чем отличаются плоские стружки от игольчатых?
5. На каком оборудовании эти стружки получают?
6. Как определяются геометрические размеры частиц?
7. Что влияет на качество ситового анализа?

Лабораторная работа 2

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ДРЕВЕСНЫХ ЧАСТИЦ НА СВОЙСТВА ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Сырьем для изготовления древесностружечных плит, как правило, является специально нарезанная стружка. В зависимости от конструкции стружечных станков она может быть плоской или игольчатой. Кроме специально нарезанной стружки для изготовления древесностружечных плит могут быть использованы сыпучие отходы: опил, станочная стружка,

дробленка и др. Форма частиц таких отходов существенно отличается от специально нарезанной стружки. Поэтому применение их сказывается на физико-механических свойствах плит.

В данной работе предусмотрено:

- 1) изготовление однослойных древесных плит из трех видов сырья: опила, станочной стружки и специально нарезанной стружки;
- 2) определение физико-механических свойств изготовленных плит;
- 3) сравнительная оценка свойств плит, изготовленных из различных видов сырья.

При выполнении работы применяются оборудование и приборы:

- а) лабораторный пресс;
- б) смеситель;
- в) распылитель связующего;
- г) шаблон с пуансоном;
- д) поддон;
- е) весы товарные;
- ж) тара для смолы;
- з) тара для взвешивания древесных частиц.

Материалы:

- а) карбамидоформальдегидная смола;
- б) хлористый аммоний;
- в) древесные частицы трех видов: опилки, станочная стружка, специально нарезанная стружка.

Порядок выполнения работы

1. Изготовление однослойных древесных плит из трех видов сырья: опила, станочной стружки, специально нарезанной стружки

1.1. Расчет сырья и материала на одну плиту

Расход в килограммах потребного количества древесных частиц с некоторой начальной влажностью на одну плиту определяется по формуле

$$g_{w_{стр}} = \frac{100lbSP_{пл} (100 + W_{стр})}{(100 + W_{пл})(100 + \rho_{см})}, \quad (1)$$

где l , b , s – соответственно длина, ширина, толщина плиты, м (даются в задании на прессование);

$P_{пл}$ – плотность плиты, кг/м³ (дается в задании на прессование, в данной работе одинаковая);

$W_{стр}$ – влажность древесных частиц, % (определяется перед расчетом с помощью влагомера или весовым способом, должна быть 4-6 %);

$W_{пл}$ – влажность готовой плиты, % (8±2);

$\rho_{см}$ – количество связующего в абсолютно сухом виде, % ($\rho_{см}$ = 9-14 %, дается в задании).

Расход в килограммах потребного количества жидкой смолы до $g_{ж.см}$ с товарной концентрацией определяется по формуле

$$g_{ж.см} = \frac{10^5 lbs P_{пл}}{K(100 + W_{пл})(100 + r_{см})}, \quad (2)$$

где K – концентрация связующего, % (определяется по рефрактометру).

Расход воды в килограммах g_v для доведения смолы до рабочей вязкости концентрации определяется по формуле

$$g_v = \frac{g_{ж.см} K_1 (K - 1)}{K_1}, \quad (3)$$

где K_1 – рабочая концентрация смолы, % (дается в задании на прессование, в данной работе одинаковая).

Расход в килограммах потребного количества отвердителя $g_{отв}$ определяется по формуле

$$g_{отв} = \frac{g_{ж.см} r_{отв}}{100}, \quad (4)$$

где $\rho_{отв}$ – процент добавления 20%-го раствора отвердителя ($\rho_{отв} = 5-6\%$, в данной работе одинаковый).

1.2. Последовательность изготовления древесностружечных плит

1. С помощью весов отвешивают в специальную тару древесные частицы, смолу, отвердитель и воду согласно производственному расчету.

2. Рабочий раствор связующего готовят путем добавления в смолу воды, в которой предварительно растворен отвердитель.

3. Древесные частицы загружаются в смеситель, и смеситель включается.

4. Полученное связующее заданной концентрации подается в смеситель, где оно перемешивается с древесными частицами (перемешивание ведется 3-5 мин).

5. Осмоленные древесные частицы выгружают из смесителя. На рабочий стол кладут поддон, на который устанавливают шаблон.

6. В шаблоне формируют стружечный пакет путем равномерной настилки в 3-4 приема и прижимают его пуансоном.

7. Стружечный пакет в шаблоне на поддоне, прижатый сверху пуансоном, помещают на 20-40 с в пресс для холодной подпрессовки. Прессование ведут при давлении 1,2-1,5 МПа.

8. После подпрессовки стружечный брикет на поддоне помещают на рабочий стол и последовательно освобождают его от шаблона и пуансона.

9. Затем на нижний поддон с двух сторон стружечного брикета устанавливают дистанционные планки, толщиной, равной толщине готовой плиты (в данной работе во всех случаях задается одинаковой), брикет покрывают сверху вторым поддоном и помещают в пресс горячего прессования.

10. Прессование стружечного брикета производят по ступенчатой диаграмме прессования (в данной работе во всех случаях одинаковой) с плавным снижением давления в конце прессования при заданном режиме. Основные параметры режима прессования могут изменяться в следующих пределах:

- температура плит пресса 160-180 °С;
- давление прессования 1,6-2,4 МПа (16-24 кгс/см²);
- продолжительность прессования 0,35-0,5 мин на 1 мм толщины готовой плиты.

11. После прессования готовую плиту обрезают по кромкам, размечают образцы для физико-механических испытаний.

2. Определение физико-механических свойств древесностружечных плит

Физико-механические свойства плит в соответствии с ГОСТ 10632-89 должны соответствовать нормам, приведенным в табл.4.

Таблица 4

Физико-механические показатели древесностружечных плит

Наименование показателя	Показатели для плит марки	
	П-А	П-Б
Влажность, %	5-12	5-12
Разбухание по толщине за 24 ч	22	33
Предел прочности при статистическом изгибе МПа, для толщины:		
от 8 до 12	18	16
от 13 до 19	16	14
от 20 до 30	14	12
Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты, МПа, для толщины:		
от 8 до 12	0,35	0,30
от 13 до 19	0,30	0,30
от 20 до 30	0,25	0,25
Плотность	650-800	650-800

При выполнении работы применяются оборудование, приборы, посуда:

- 1) весы технические с точностью взвешивания до 0,01 г;
- 2) сушильный шкаф, обеспечивающий постоянную температуру 103±2 °С;
- 3) эксикатор;
- 4) испытательная машина с точностью измерения до 1 кгс;
- 5) круглопильный станок для раскроя плит;
- 6) штангенциркуль с точностью измерения до 1 мм, или толщиномер;
- 7) линейка с точностью измерения до 1 мм.

Материалы:

древесностружечная плита, изготовленная при выполнении лабораторной работы;
бумага.

2.1. Отбор образцов (по ГОСТ10633-89)

Для проведения испытаний по определенным физико-механическим свойствам из плиты выпиливают образцы.

Образцы для определения плотности, водопоглощения и разбухания по толщине имеют размеры – $100 \times 100 \times S$, мм (S – толщина образца). Образцы для определения предела прочности при статическом изгибе – $250 \times 100 \times S$, образцы для определения влажности – $50 \times 50 \times S$ мм.

Выпиленные образцы не должны иметь сколов у кромок и выкрошенных углов. Пласти и кромки образцов должны быть взаимно перпендикулярны. Размеры образцов определяют до 0,1 мм.

Выпиливание образцов производится в следующем порядке:

- 1) вначале из полученной плиты выпиливаются образцы для определения прочности на статический изгиб;
- 2) после испытания образцов на статический изгиб из них выпиливаются образцы на водопоглощение, разбухание и влажность.

2.2. Определение плотности (по ГОСТ 10634-89)

1. С помощью линейки измеряют длину и ширину с точностью до 1 мм.
2. С помощью штангенциркуля (толщиномера) в 4 точках А (рис. 1.) измеряют толщину образца с точностью до 0,1 мм.

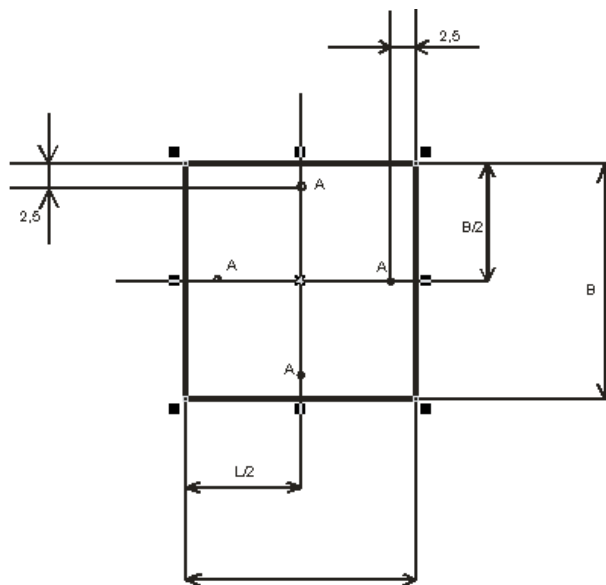


Рис. 1. Схема разметки образца при определении плотности древесностружечной плиты:

- 1 – длина образца; b – ширина образца;
А – точки измерения толщины образца.

3. Объем образца V , мм^3 , определяют по формуле

$$V = lbS_{cp}, \quad (5)$$

где l , b – соответственно длина и ширина образца, мм;

S_{cp} – толщина образца (определяется как среднеарифметическое по 4 замерам в точках А), мм.

4. Образец взвешивают на технических весах с точностью до 0,1 г.

5. Плотность $P_{пл}$, кг/м³, определяют по формуле

$$P_{пл} = \frac{10^6 G}{V}, \quad (6)$$

где G – масса образца, г;

V – объем образца, мм³.

2.3. Определение влажности (по ГОСТ 10634-89)

1. Образец взвешивают на технологических весах с точностью до 0,01 г и помещают в сушильный шкаф.

2. Высушивание образца производят при температуре 103 ± 2 °С до постоянной массы 5-6 ч. Высушивание считается законченным, если между последними взвешиваниями (через 2 ч) разница в массе не будет превышать 0,2 г.

3. Высушенный образец помещают для охлаждения до комнатной температуры.

4. После охлаждения образец взвешивают на технических весах с точностью до 0,01 г.

5. Влажность W в процентах определяют по формуле

$$W = \frac{G_2 - G_1}{G_1} 100, \quad (7)$$

где G_2 и G_1 – масса образца соответственно до и после высушивания, г.

2.4. Определение водопоглощения и разбухания по толщине (по ГОСТ 10634-89)

Водопоглощение и разбухание по толщине определяют после определения плотности на том же образце.

Образец устанавливают вертикально, с помощью решетки, в ванне, наполненной водой (температура воды 20 ± 2 °С).

Через 24 ч после погружения образец вынимают из воды, слегка промокают его фильтровальной бумагой, взвешивают на технических весах с точностью до 0,1 г и определяют по формуле

$$DS = \frac{S_{1cp} - S_{cp1}}{S_{cp1}} 100, \quad (8)$$

где S_{cp} , S_{1cp} – толщина образца соответственно до и после вымачивания, мм.

Примечание. Толщина образца до и после вымачивания определяется как среднеарифметическое по 4 замерам в точках А (см. рис. 1).

Водопоглощение ΔW в процентах определяют по формуле

$$DW = \frac{G_2 - G_1}{G_1} 100, \quad (9)$$

где G_1, G_2 – масса образца соответственно до и после вымачивания, г.

2.5. Определение предела прочности при статическом изгибе (по ГОСТ 10635-89)

1. С помощью толщиномера измеряют ширину и толщину образца с точностью до 0,1 мм.

2. Испытание образцов производят по схеме, приведенной на рис. 2.

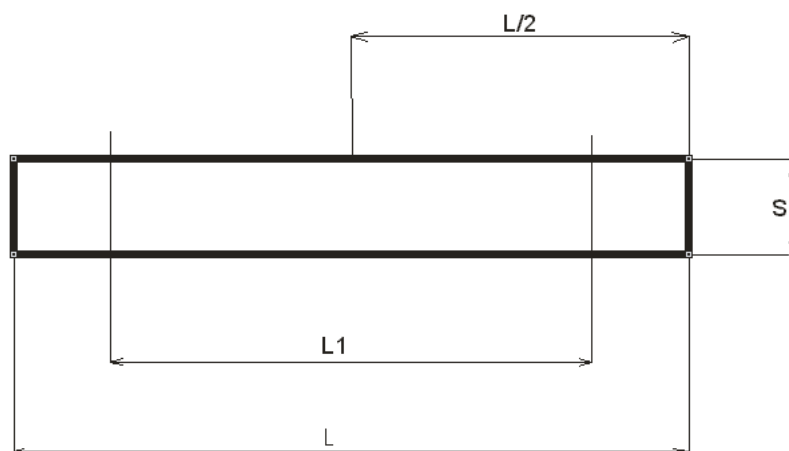


Рис. 2. Схема испытания образца для определения предела прочности при статическом изгибе

3. Расстояние между осями опор l_1 вычисляют, исходя из равенства

$$l_1 = 10S, \quad (10)$$

где S – толщина древесностружечной плиты, мм.

4. Производят равномерное нагружение образца со скоростью 10 мм/мин. Максимальную нагрузку, H (кгс), при которой происходит разрушение образца, определяют по шкале силоизмерителя испытательной машины с точностью до 1 кгс.

5. Предел прочности при статическом изгибе $\sigma_{изг}$, МПа (кгс/см²), определяют по формуле

$$w_{изг} = \frac{3P_{max} l_1}{2bS^2}, \quad (11)$$

где P_{max} – максимальная нагрузка, при которой произошло разрушение образца, Н (кгс);

l_1 – расстояние между осями опор при испытании образца, м (см);

b, S – соответственно ширина и толщина образца, м (см).

3. Сравнительная оценка свойств плит, изготовленных из различных видов сырья

Все определенные показатели физико-механических свойств сводятся в табл. 5 и 6 и сравниваются с показателями по ГОСТу (см. табл. 1). Устанавливается соответствие или несоответствие по каждому показателю. Устанавливаются их марка и группа. Производится сравнение показателей плит, изготовленных из различного сырья друг с другом, и делается вывод о влиянии формы древесных частиц на свойства древесностружечных плит.

Таблица 5

Предел прочности при изгибе ($l_1=S$, см)

№ п/п	Ширина образца b , см	Толщина образца S , см	Максимальная нагрузка разрушения, R_{max} , кгс	Б, МПа
1				
2				
3				
				Σ

Таблица 6

Физико-механические свойства

№ п/п	Ширина b , см	Длина l , см	Толщина S_{cp}	Толщина после вымач. S_{1cp}	Разбухание S , %	Вес G , г	Вес после вымач. $G_{1г}$	Водо-погл.	Плотность $P_{пл}$, кг/м ³
1-1									
			Σ	Σ					
1-2									
2-1									
2-2									
3-1									
3-2					Σ			Σ	Σ

Вопросы для контроля

1. Как влияют частицы различной формы на качество готовых плит?
2. Как определяются режимы прессования плит?
3. От каких факторов зависит режим прессования?
4. Какие показатели характеризуют качество плит?
5. Чем отличается режим прессования плит?
6. Перечислить последовательность изготовления плит.
7. Как определить разбухание, водопоглощение, прочность на изгиб, разрыв?

Лабораторная работа 3

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЛОТНОСТИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ НА ИХ СВОЙСТВА

На свойства древесностружечных плит существенное влияние оказывает их плотность. Плотность плит зависит от многих факторов (породы древесины, размеров частиц, формы стружек, количества связующего, параметров прессования и т.д.).

Цель работы:

- а) изучить влияние плотности древесностружечных плит и их физико-механические свойства;
- б) определить зависимости влияния плотности древесностружечных плит на их физико-механические свойства.

Оборудование и приборы для проведения работы аналогичны применяемым в работе 2.

Материалы:

- а) карбамидоформальдегидная смола;
- б) специально нарезанная стружка;
- в) хлористый аммоний.

Порядок проведения работы

Изготавливаются однослойные плиты заданной плотности (плотность задается).

Расчет сырья и порядок изготовления плит изложен в работе 2.

При изготовлении плит переменным параметром является плотность готовых плит. Все другие параметры (параметры сырья, связующего, режим прессования) задаются одинаковыми для всех плит.

Изготовленные плиты подвергаются физико-механическим испытаниям по методике, изложенной в работе 2.

Полученные результаты испытаний заносят в таблицу.

Проводится анализ результатов испытаний плит различной плотности и строится график зависимости свойств древесностружечных плит от их плотности.

Вопросы для контроля

1. Что понимается под плотностью плит?
2. Как получить заданную плотность плит?
3. Из каких фракций при равных условиях и плотности будут более качественные плиты?