

Ф. С. Мартинович

ВЛИЯНИЕ НЕБОЛЬШИХ ДОБАВОК ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ НА СВОЙСТВА ПЛАСТИКОВ ИЗ МЕЛКИХ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ

Общеизвестно, что отходы при механической переработке древесины составляют значительную величину. Общее количество отходов и потерь древесины в стране составляет 200—250 млн. м³, считая отходов в виде дровяной древесины, остающейся на лесосеках [1].

На предприятиях лесозаготовительной, лесопильно-деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности отходы древесины по видам распределяются в следующем соотношении: кусковые — 59,32%; шпон — 2,77; опилки и стружки — 37,91%. Из этого количества для вторичной переработки используются только 10,7%, на топливо — 43,7 и отгружаются в отвалы или сжигаются — 26,6% [2].

В настоящее время в качестве технологического сырья применяются кусковые отходы лесопиления и деревообработки. Мелкие отходы (опилки, стружки) используются для технологических нужд очень мало (гидролизное производство, производство древесной муки и др.), в то время как только в лесопилении отходов в виде опилок получается около 12% от распиленного сырья или около 40% от всех отходов [3].

Применение мелких отходов древесины для изготовления композиционных древесных пластиков не встречает затруднений, однако это производство не является массовым и не может пока полностью решить проблему использования мелких отходов.

Использование опилок и мелких стружек в производстве стружечных плит ограничено потребностью введения связующего в 1,5—2,0 раза больше, чем при производстве плит из специально изготовленной стружки.

Мелкие отходы древесины пригодны также для производства пластиков без добавления связующих. Однако широкое внедрение этих пластиков в производство пока затруднено жесткими режимами прессования и некоторыми их недостатками: сравнительно невысокой стабильностью при эксплуатации в условиях повышенной и переменной влажности, нежелательным сочетанием механической прочности и плотности. Иначе говоря, при достаточно высокой механической прочности, удовлетворяющей требованиям ряда воз-

можных случаев практического применения, пластики обладают слишком высокой плотностью и относительно низкой гидрофобностью. Высокая плотность не позволяет использовать пластики производства, например, мебели, а низкая гидрофобность ограничивает применение их в строительстве.

Уменьшить плотность этого материала в настоящее время представляется возможным, так как технологический процесс получения предопределяет применение сравнительно высоких параметров температуры и давления при пьезотермической обработке измельченной древесины.

Жесткость режимов обуславливается большой упругостью и малой пластичностью измельченной древесины, оказывающей сопротивление сближению частиц (т. е. при прессовании) очень большое сопротивление. Все это требует изыскивать пути повышения пластичности измельченной древесины при изготовлении изделий прессованием.

Из известных приемов и способов повышения пластичности и увеличения контактной поверхности частиц измельченной древесины предметом экспериментального исследования настоящей работы были два способа: а) измельчение древесины; б) применение больших количеств клеев.

При добавлении к измельченной древесине небольшого количества связующего и прессовании ее по режимам, рекомендуемым для изготовления пластиков без добавления связующих, можно рассчитывать на совместное действие клеящей способности природных связующих, образующихся при пьезотермической обработке древесины, и клеящей способности смолы, добавляемой извне. Это позволит повысить пластичность пресс-материала, и гидрофобность пластиков.

Для исследования влияния небольших добавок синтетических связующих на свойства пластиков из мелких отходов древесины березы была взята смола СБС-1. Эта смола выпускается в стране многотоннажно, обладает высокой адгезией к древесине, практически абсолютно водоупорна, что особенно важно для повышения водоупорности пластиков.

Опилки смешивались со смолой в смесителе шнекового типа с объемом единовременной загрузки 3—4 кг сухих опилок. После загрузки опилок и включения смесителя смола, доведенная до 30-процентной концентрации, впрыскивалась в него небольшими порциями через распылитель посредством сжатого воздуха давлением 2 атм. Продолжительность смешивания — 10 мин.

Пресс-материал после введения смолы сушился в лабораторной сушилке до влажности 8—10% при температуре 60—70°.

Предварительное уплотнение ковра и прессование опытных плит пластиков производились на гидравлическом прессе с верхним давлением усилием 100 т.

При проведении опытов были приняты режимы прессования, приведенные в табл. I.

Таблица 1

Режимы прессования

Параметры режима	Показатели по режимам			
	I	II	III	IV
Влажность пресс-материала, %	8—10	8—10	8—10	8—10
Давление прессования, кг/см ²	250	200	100	250
Температура плит пресса, °С	180	180	180	150
Выдержка в прессе при указанных параметрах температуры и давления, мин/мм	1,0	1,0	1,0	1,0
Охлаждение плит пресса до температуры 30—40°С, мин/мм	0,5	0,5	0,5	0,5
Продолжительность снижения давления, мин	3,0	3,0	3,0	3,0

Экспериментальные исследования показали, что абсолютная влажность пластиков в период испытаний составляла 4—8% при влажности исходного пресс-материала перед прессованием 8—10%. С увеличением содержания смолы в пресс-материале наблюдалась некоторая тенденция к снижению абсолютной влажности готовых пластиков.

Общую потерю влаги при прессовании можно объяснить испарением ее при нагреве пресс-материала в пресс-форме, так как последняя не является строго герметизированной. Повышенные потери влаги с увеличением содержания смолы в пресс-материале нельзя объяснить только испарением ее из пресс-формы. По-видимому, в этом случае имеют место химические процессы, в результате которых часть влаги переходит в разряд химически связанной с веществом пластика.

Плотность пластиков, как показали эксперименты, возрастает с увеличением количества добавляемой смолы на всех фракциях измельченной древесины и при всех режимах прессования. Это увеличение плотности сравнительно невелико при изготовлении пластиков по режиму I, но значительно больше при получении пластиков по режимам III и IV. Так, если плотность пластиков, изготовленных из пресс-материала фракции 1,5/1,0 мм по режиму I без добавления связующих, составляет 1,31 г/см³, а при добавлении 5% смолы — 1,33% г/см³, то у пластиков, изготовленных по режиму III без смолы, плотность 1,0 г/см³, а у полученных с добавкой 5% смолы — 1,2 г/см³. Такие же соотношения имеют место и при прессовании пластиков по режиму IV.

Плотность пластиков повышается с увеличением содержания смолы, с одной стороны, потому что плотность сухого вещества смолы выше плотности древесины, с другой — при увеличении со-

держания смолы в пресс-материале увеличивается его текучесть, тем самым облегчается его уплотнение.

Анализ кривых на рис. 1 и 3 показывает, что наиболее интенсивный рост прочности материала наблюдается при увеличении содержания смолы от 0 до 4—5%. Прочность пластиков на сжатие

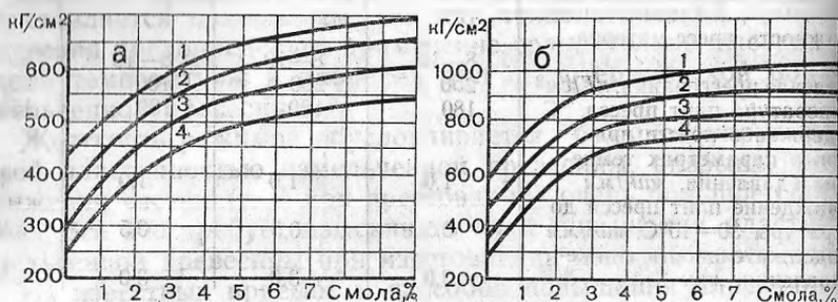


Рис. 1. Влияние количества вводимой смолы и размеров частиц древесины на прочность пластиков при статическом изгибе (а) и сжатии (б):

1 — фракция 0,25/0,0; 2 — 0,75/0,5; 3 — 1,5/1,0; 4 — 5,0/3,0. Режим I.

параллельно плоскости прессования при увеличении количества добавляемой смолы до 5% растет еще более интенсивно. Так, если прочность пластиков на статический изгиб возрастает при добавлении к измельченной древесине 4—5% смолы в 1,5—2,0 раза, то прочность при сжатии — в 2—3 раза.

Удельная ударная вязкость пластиков также имеет тенденцию к росту с повышением содержания смолы, особенно при использовании крупных фракций частиц, и колеблется в пределах 4,0—8,0 кг/см².

Водопоглощение и набухание пластиков в зависимости от содержания смолы в пресс-материале изменяется в широких пределах, как это видно из графиков на рис. 2 и 4. Так, пластики, полученные из частиц древесины фракции 1,5/1,0 мм по режиму I без добавления связующих, поглощают за сутки пребывания в воде 29,2% влаги по отношению к их весу в абсолютно сухом состоянии, при введении только 3% смолы водопоглощение их снижается за сутки до 6%, а при введении 5% смолы — до 5,3%. Дальнейшее увеличение содержания смолы не приводит к заметному снижению водопоглощения (см. рис. 2).

Набухание пластиков по толщине, отнесенное к толщине образцов в абсолютно сухом состоянии, также резко снижается при увеличении содержания смолы до 4—5% и остается почти без изменения при увеличении количества смолы от 5 до 10% (см. рис. 2 и 4).

По абсолютной величине набухание пластиков в 1,5—2,0 раза больше их водопоглощения. Это указывает на то, что значительное количество воды при водопоглощении пластиков находится в ка-

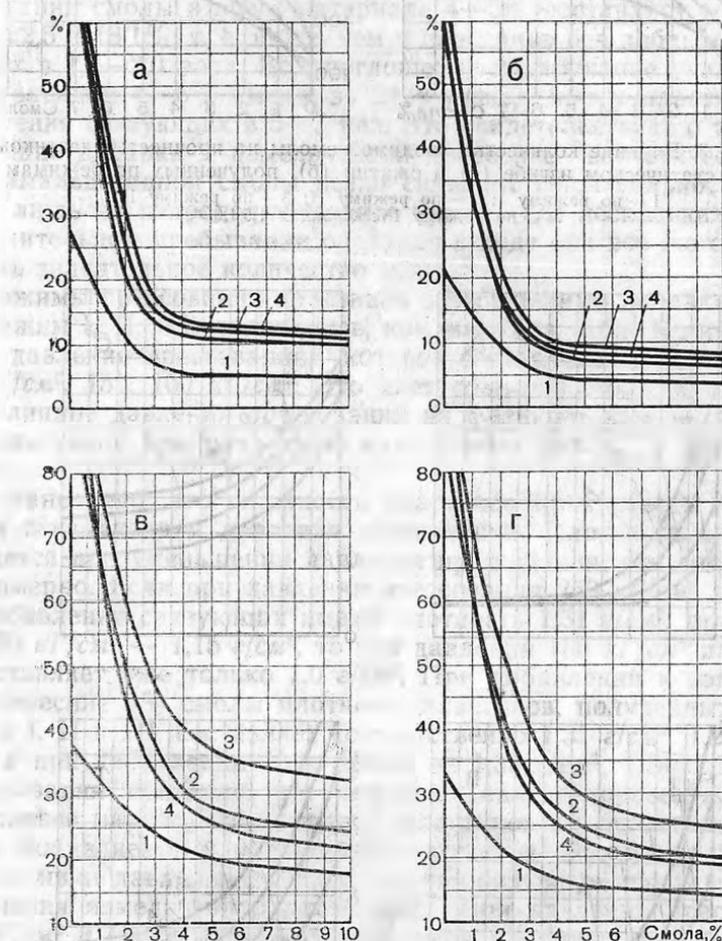


Рис. 2. Водопоглощение (а, в) и набухание (б, г) пластиков, полученных по режиму I при различном содержании смолы и различной степени измельчения древесины:

1 — фракция 0,25/0,0; 2 — 0,75/0,5; 3 — 1,5/1,0; 4 — 5,0/3,0. а, б — в течение 1 суток; в, г — в течение 20 суток.

пиллярах больших размеров и не вызывает изменения размеров образцов.

Как видно из графиков на рис. 2, 4, чем больше смолы содержится в материале, тем разность между величиной поглощаемой пластиками воды и величиной их набухания меньше. Очевидно, что

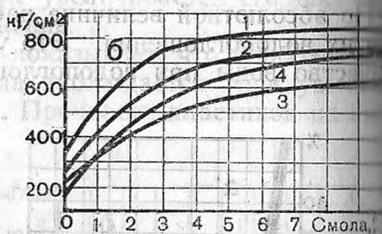
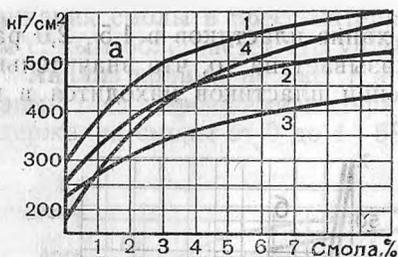


Рис. 3. Влияние количества вводимой смолы на прочность пластиков при статическом изгибе (а) и сжатии (б), полученных по режимам:

1 — по режиму I; 2 — по режиму II; 3 — по режиму III;

4 — по режиму IV. Фракция 1,5/1,0.

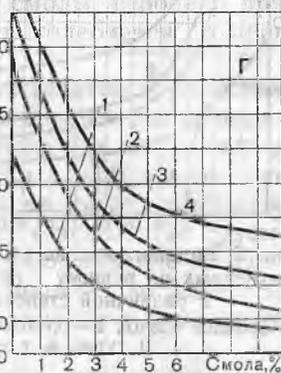
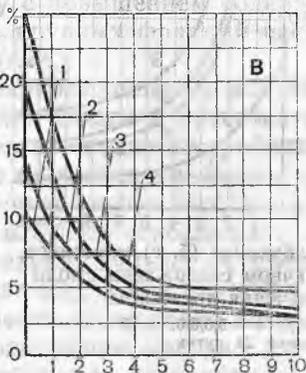
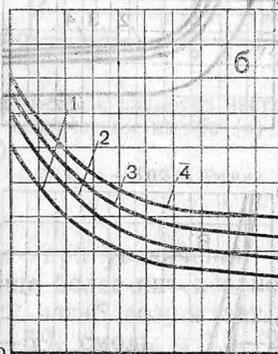
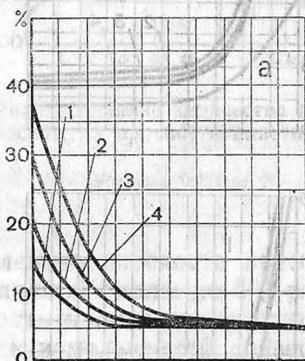


Рис. 4. Изменение водопоглощения (а, в) и набухания (б, г) пластиков в зависимости от количества вводимой смолы и режима прессования:

1 — режим I; 2 — режим II; 3 — режим III; 4 — режим IV. а, в — фракция 1,5/1,0, выдерживание в течение суток; б, г — фракция 1,5/1,0, выдерживание в течение 20 суток.

ли, добавляемая в небольшом количестве, не может заполнить структурные пустоты между частицами древесины, и только при ее содержании около 10% это в значительной мере имеет место.

Водопоглощение и набухание у пластиков за 20 суток при выдержании смолы в пресс-материале 4—5% составляет соответственно 22,5 и 18,1%, т. е. ниже, чем у пластиков без добавления связующих в 1,5—2,0 раза. Водопоглощение и набухание у пластиков с добавлением 4—5% смолы за 24 ч ниже, чем у пластиков без добавления связующих в 5—7 раз. Это свидетельствует о том, что большие добавки к измельченной древесине синтетической фенолформальдегидной смолы резко снижают гидрофильность материала лишь на непродолжительное время (до нескольких суток). При длительном пребывании образцов в воде они все же способны впитать значительное количество воды.

Режимы прессования пластиков с небольшими добавками смолы (режим I, II, III) отличались, как видно из табл. 1, лишь величиной давления прессования, которое составляло соответственно 250 кг/см^2 , 150, 100 кг/см^2 . Это дает возможность проанализировать влияние давления прессования на физико-механические свойства пластиков при различном содержании смолы в пресс-материале.

Установлено, что влажность пластиков практически не изменяется с изменением давления прессования. Плотность пластиков снижается при уменьшении давления прессования, что совершенно закономерно. Если при давлении прессования 250 кг/см^2 пластики без добавления связующих имеют плотность 1,31 г/см^3 , при давлении 150 кг/см^2 — 1,15 г/см^3 , то при давлении 100 кг/см^2 плотность их составляет уже только 1,0 г/см^3 . При добавлении к измельченной древесине 3% смолы плотность пластиков, полученных по режимам I, II и III, составляет соответственно 1,31 г/см^3 , 1,20 и 1,14 г/см^3 , а при добавлении 10% смолы — 1,33 г/см^3 , 1,24, 1,19 г/см^3 . Исследования показали, что чем ниже давление прессования, тем интенсивнее нарастание плотности пластиков с увеличением количества добавляемой в пресс-материал смолы. Это и понятно, так как, чем ниже давление прессования, тем больше резерв возможного уплотнения измельченной древесины. При давлении прессования 250 кг/см^2 и выше плотность пластиков приближается к максимально возможной, т. е. к плотности древесного вещества. Графики на рис. 3 иллюстрируют влияние давления прессования (кривые 1, 2, и 3) на величину предела прочности пластиков при статическом изгибе и сжатии в зависимости от количества добавляемой в пресс-материал смолы. Характер кривых показывает, что, чем выше давление прессования, тем эффективнее введение небольших добавок смолы. Наиболее крутой подъем на участке, соответствующем содержанию смолы в пластиках до 4—5%, имеют кривые 1, характеризующие прочность пластиков, полученных при давлении 250 кг/см^2 .

При давлении прессования 100 кг/см^2 (кривые 3 на рис. 3) прочность пластиков как при статическом изгибе, так и при сжатии плавно растет с увеличением количества смолы до 10%. Резкий перегиб кривой отсутствует.

Необходимо отметить, однако, что даже при давлении прессования 100 кг/см^2 и количестве смолы в пресс-материале, не превышающем 2%, прочность пластиков на статический изгиб и сжатие превышает прочность пластиков без связующих, полученных при давлении 250 кг/см^2 . Это сравнение указывает, с одной стороны, на слабую клеящую способность связующих веществ, образующихся при пьезотермической обработке измельченной древесины в закрытой пресс-форме. С другой стороны, это указывает на возможность значительного снижения давления прессования за счет введения в пресс-материал небольшого количества смолы.

Ударная вязкость пластиков несколько снижается с уменьшением давления прессования, но по мере увеличения содержания в пресс-материале смолы во всех случаях повышается.

Водопоглощение и набухание пластиков при снижении давления с 250 до 150 кг/см^2 , как видно из графиков на рис. 4, возрастает более чем в 2 раза, а при снижении давления до 100 кг/см^2 — даже более чем в 3 раза. Однако по абсолютной величине водопоглощение и набухание пластиков, полученных при давлении прессования 100 кг/см^2 и содержании смолы в пресс-материале 4—5%, все же в 1,5—2,0 раза ниже, чем пластиков, полученных при давлении прессования 250 кг/см^2 без добавления связующих (см рис. 4). Таким образом, и с точки зрения повышения гидрофобности пластиков небольшие добавки к измельченной древесине синтетической смолы очень эффективны.

Принятые при исследовании режимы I и IV отличаются лишь температурой плит пресса: для I режима — 180°C , для IV — 150°C .

Как видно из графиков на рис. 3 и 4, снижение температуры плит пресса со 180 до 150°C при сохранении давления на уровне 250 кг/см^2 , примерно, равносильно снижению давления с 250 до 150 кг/см^2 при сохранении температуры плит пресса на уровне 180°C . Нетрудно видеть, что при малых количествах смолы в пресс-материале повышение давления не полностью компенсирует снижение температуры. При количестве же добавляемой смолы от 5 до 10% снижение температуры до 150°C вполне допустимо.

Анализируя данные, представленные на рис. 1 и 2, можно видеть, что степень измельчения древесины влияет на свойства пластиков с небольшими добавками смолы. Однако чем выше содержание смолы в пресс-материале или чем ниже параметры температуры и давления прессования, тем меньше влияние степени измельчения древесины на физико-механические свойства пластиков.

Как показывают кривые на рис. 1, характер изменения предел прочности пластиков при сжатии в зависимости от размеров частиц

древесины остается примерно таким же, как и при статическом изгибе.

Характерно, что пределы прочности пластиков при статическом изгибе и при сжатии, изготовленных по режиму III и IV, изменяются в зависимости от размеров частиц древесины по прямолинейному или почти прямолинейному закону. По-видимому, при низких параметрах давления прессования и температуры плит пресса химические изменения древесины протекают недостаточно глубоко, и накопление внутренних связующих за счет реакционной способности самой древесины невелико.

При добавлении к измельченной древесине синтетических связующих извне влияние их более эффективно при использовании крупных фракций, так как поверхность единицы веса частиц, которую необходимо покрыть смолой, обратно пропорциональна их линейным размерам.

Анализ графиков на рис. 2 и 4 показывает, что водопоглощение и набухание пластиков за 24 ч нахождения их в воде при содержании смолы 5% и больше изменяется незначительно в зависимости от степени измельчения древесины и параметров режима прессования. При содержании в пресс-материале менее 3—4% смолы водопоглощение и набухание пластиков существенно возрастает с увеличением размеров частиц древесины (см. рис. 2).

Водопоглощение и набухание пластиков по толщине за 20 суток пребывания образцов в воде (предельное) значительно снижается с уменьшением размеров частиц древесины при всех изучаемых параметрах режимов прессования (см. рис. 4).

Выводы

1. Установлено влияние основных технологических факторов, а именно: количества добавляемой в пресс-материал смолы, давления прессования и температуры плит пресса, исходной фракции пресс-материала на физико-механические свойства пластиков с небольшими добавками фенолформальдегидной смолы марки СБС-1.

2. Добавление к измельченной древесине фенолформальдегидной смолы марки СБС-1 в количестве 4—5% к весу абсолютно сухой древесины и прессование пластиков по режиму I позволяет осуществить совместное участие в склеивании древесных частиц как связующих, образующихся за счет реакционной способности смолы древесины, так и связующих, добавленных извне. При этом значительно улучшаются физико-механические свойства материала, в особенности его гидрофобность.

3. Увеличение добавок смолы от 5 до 10% незначительно улучшает физико-механические свойства пластиков, поэтому его следует считать нецелесообразным, в особенности если прессование пластиков ведется по режиму I.

4. Добавление к измельченной древесине 4—5% смолы позволяет снизить давление прессования с 250 до 100—150 кг/см² при сохранении температуры плит пресса на уровне 180—185°C либо снизить температуру плит пресса до 150°C при сохранении давления прессования на уровне 250 кг/см². Полученный по этим режимам материал значительно превосходит по своим физико-механическим свойствам пластики без добавления связующих, получаемые одностадийным способом.

5. Учитывая, что влияние фракции измельченной древесины при получении пластиков с добавлением небольшого количества смолы менее существенно, чем при получении пластиков без добавления связующих, возможно использование любых мелких отходов древесины, проходящих через сито с размером ячеек 5,0 мм.

6. При прессовании пластиков толщиной 5—6 мм и содержании смолы в пресс-материале не менее 5—8% возможно отказаться от операции охлаждения плит в прессе под давлением.

Литература

- [1] Получение и применение в народном хозяйстве пластифицированной древесины и изделий из нее. Тез. докл. Всесоюз. сов. 26—28 ноября 1968 г. Рига, 1968. [2] Г. Д. Кокарев, И. А. Положа. Использование кусковых отходов для производства технологической щепы. М., 1968. [3] В. Д. Бахтеяров. Повышение выхода продукции из древесины и рациональное использование отходов. М., 1967