

заведений). [2]. ГСССД 69—84. Таблицы стандартных справочных данных. Древесина. Показатели физико-механических свойств малых чистых образцов.— М.: Изд-во стандартов, 1985.— 30 с. [3]. Езёк еил М., Фокс К. Методы анализа корреляций и регрессий (линейных и криволинейных).— М.: Статистика, 1966.— 580 с.

Поступила 5 декабря 1989 г.

УДК 674.815.41:613.63

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ СВЯЗУЮЩЕГО В ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТАХ

Е. М. РАЗИНЫКОВ

Воронежский лесотехнический институт

Для проверки предположения о существовании в древесностружечных плитах отвержденной массы связующего в пористом состоянии было проведено два вида опытов: непосредственно на образцах плит и на моделях с разными типами связующего.

Для проведения исследований использовали плиты трехслойной конструкции на карбамидоформальдегидном связующем (смола марки КФ-МТ, содержащая в качестве отвердителя хлористый аммоний). Их плотность — 700 кг/м³. Температура прессования составила 170 °С, продолжительность — 0,32 мин на 1 мм толщины готовой плиты, давление — 2,5 МПа. Микроснимки поверхности плит методом растровой электронной микроскопии были получены в различных сечениях за зоной микротомирования образцов (в углублениях, где микротомирование не приводило к нарушению целостности плиты).

На рис. 1 представлен участок соприкасающихся между собой стружек с нанесенным на их поверхность и отвержденным связующим. Несмотря на сравнительно небольшое увеличение, в отвержденной массе связующего хорошо видны участки бугристой поверхности, где находятся пузыри, образованные при кипении влаги в связующем. Внутри пузырей сосредоточена парогазовая смесь, в состав которой входит вредный для человека формальдегид. В некоторых местах пузыри сохраняют свою целостность, в других они лопаются, как изображено на рис. 2. При этом уменьшается площадь покрытия связующим поверхности древесных частиц.

При значительном увеличении (5500 раз) в отвержденной массе связующего видны полости лопнувших пузырей (см. рис. 3, левая

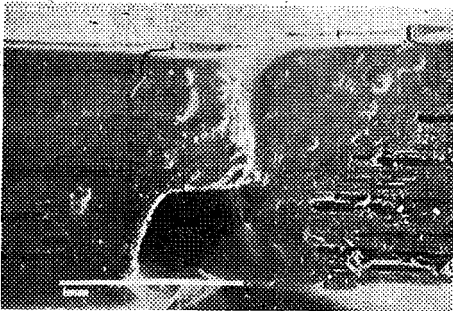


Рис. 1. Микроснимок участка поверхностей соприкасающихся древесных частиц во внутреннем слое плиты с отвержденным на них связующим (увеличение микроскопа 52 раза)

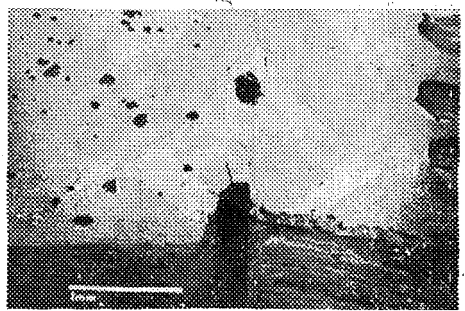


Рис. 2. Микроснимок участка поверхностей соприкасающихся между собой древесных частиц в плите с отвержденным на них связующим (увеличение микроскопа 34 раза)



Рис. 3. Микроснимок отвержденного связующего в плите с видом полостей лопнувших газовых пузырей (увеличение микроскопа 5500 раз)

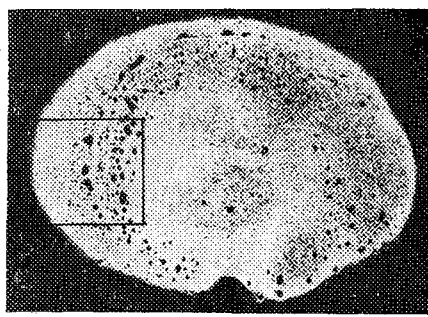


Рис. 4. Микроснимок КФС, отвержденного в холодном состоянии

часть), а также бугристая поверхность, представляющая собой скопления пузырей (правая часть).

Второй вид опытов проведен на моделях с карбамидоформальдегидным (КФС) и фенолоформальдегидным (ФФС) связующим. В качестве ФФС использовали смолу марки СФЖ-3014. Растворы с массовой долей связующего 60 и 48 % наносили на поверхность стекол в виде капель с первоначальным диаметром 0,7...1,0 мм. Каплю накрывали другим стеклом и зажимали между двумя стеклами микрометром так, чтобы толщина клеевого слоя составляла 50 мкм. В таком состоянии клеевой слой подвергали термообработке в сушильном шкафу при температуре 105...180 °С в течение 5...15 мин. Для сравнения готовили образцы КФС, отверждение которых проходило при комнатной температуре (24 °С). После отверждения слой связующего вместе со стеклами помещали в электронный микроскоп для получения микроснимков.

Результаты показали, что процесс отверждения связующего даже в холодном состоянии сопровождается образованием пустот различных размеров. Как видно из рис. 4, пустоты, больших размеров распределяются на поверхности капли как бы по кольцу, которое находится между периферией и центральной частью поверхности.

При использовании термообработки процесс отверждения связующего также сопровождается образованием пустот, однако, их распределение по поверхности капли по сравнению с первым случаем будет другим. Сначала, под воздействием температуры, влага испаряется с периферийной зоны капли, образуя корку, которая препятствует выходу парогазовой смеси. В результате этого она сосредоточивается в центральной части отверждаемой капли и образует там пустоты большой величины. При продолжительном воздействии температуры оболочки пузырей (пустот) в КФС сближаются между собой, образуя своеобразную структурно-механическую решетку.

Процесс отверждения ФФС в основном аналогичен процессу отверждения КФС, но есть и некоторые различия. Аналогия состоит в том, что при отверждении ФФС пустоты в отверждаемой массе также образуются. Однако в отличие от отверждения КФС отверждение ФФС даже при температуре 140 °С в течение 10 мин не приводит к образованию на периферии капли корки, препятствующей выходу парогазовой смеси. Корка, если и образуется, то при более высоких температурах (170 °С и выше). Причем, прочность и жесткость отдельных участков такой корки в ФФС, видимо, не настолько высокая, чтобы в полной мере препятствовать выходу парогазовой смеси из центральной зоны капли за пределы клеевого слоя. Степень завершенности реакции отверждения (степень отверждения) ФФС можно наблюдать на микроснимках цветного изображения. При температуре 105 °С основная масса отвержденного олигомера имеет розовый цвет, а при 140 и 170 °С она уже пере-

ходит из розового в темно-желтый и даже в темно-коричневый в зависимости от продолжительности воздействия температуры. После термообработки ФФС в течение 15 мин при 170 °С цветовая гамма еще более сгущается.

На рис. 5 приведен участок ФФС в отвержденном состоянии. Оболочки парогазовых пузырей в этом виде связующего между собой соприкасаются в значительно меньшей степени или практически не сближаются и не образуют такой структурно-механической решетки, как в отвержденной массе КФС. При выходе из пузырей парогазовая смесь разрывает их оболочку и устремляется к периферии капли, продельывая в отвержденной массе связующего своеобразные каналы, являющиеся для нее трещинами (см. рис. 5). Они хорошо видны на микроснимках отвержденной массы как КФС, так и ФФС. В конечном счете участки отвержденной массы связующих, даже при сравнительно невысоких температурах (105 и 140 °С), имеют значительные разрушения.

Анализ полученных результатов показывает, что процесс отверждения исследованных видов связующих имеет много общего с физикой кристаллизации жидкостей [1, 2], которая в настоящее время изучена в большей степени, чем физика отверждения исследованных олигомеров. Согласно закону кристаллизации жидкостей граница между жидкой и кристаллизующейся (твердой) фазой (фронт кристаллизующейся массы) должен двигаться в сторону жидкой фазы. Аналогичный процесс наблюдали и в случае отверждения наших олигомеров; сначала на периферии отверждаемых капель связующего (особенно КФС) образуется твердая фаза (корка), затем отверждаемая масса связующего движется в сторону жидкой фазы.

В отверждаемой массе олигомера находится воздух как в растворенном, так и в свободном виде (получен олигомером при его впрыскивании в смеситель, взят из зон углублений поверхности древесных частиц и т. п.). Кроме воздуха в массе олигомера присутствуют и другие газы (формальдегид или фенол, аммиак и др.), которые выделяются при отверждении. Поскольку воздуха и газов в жидкой фазе отверждаемого олигомера будет растворяться больше, чем в твердой (отверждающейся), то перед движущимся фронтом газы должны накапливаться.

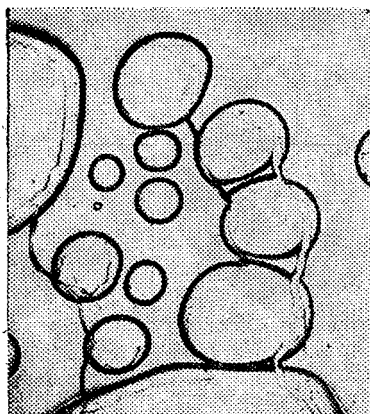


Рис. 5. Микроснимок участка отвержденного ФФС с образующимися при отверждении парогазовыми пузырями и каналами движения парогазовой смеси



Рис. 6. Микроснимок части рис. 4 с видом зон или колец (условно обозначены пунктирными линиями), поверхность которых содержит пустоты различных размеров

Образующийся в процессе кипения жидкости пар будет увеличивать количество газовой смеси. Кипение сопровождается образованием газовых пузырьков. В этом случае, если следовать аналогии кристаллизации жидкостей, накапливаемая и перемещаемая перед фронтом отверждающейся массы олигомера газовая смесь, достигая своего предельного значения, поглощается газовыми пузырьками. При движении фронта последние захватываются отверждающейся массой олигомера и остаются (как бы «замораживаются») в ней. Для нового образования замороженных пузырьков необходимо, чтобы фронт массы олигомера прошел определенное расстояние до момента, когда движущаяся перед ним газовая смесь снова достигла своего предельного значения. Газовые пузырьки должны поглотить эту смесь и остаться в отверждающейся массе олигомера. При этом концентрация газа перед движущимся фронтом должна упасть. Этот процесс будет продолжаться до тех пор, пока степень завершенности реакции отверждения олигомера не достигнет своего максимального значения.

Если допустить, что процесс отверждения исследованных олигомеров будет проходить как описано выше или близко к нему, то образование пузырьковой зоны (зоны пустот) в отверждающейся массе олигомера должно происходить периодически. При этом газовые включения (пустоты) в массе олигомера располагаются кольцами, ширина которых определяется длиной пути, пройденного фронтом отверждающегося олигомера. Подтверждением образования таких колец может быть рис. 6, который получен при увеличении участка рис. 4, заключенного в прямоугольник. Следовательно, отвержденная масса связующего должна представлять собой не сплошной монолит, как это считалось ранее [4, 5], а насыщенную пустотами пористую массу. Внутри таких пустот находится, как уже указывалось ранее, парогазовая смесь.

Вопрос об отрицательном влиянии газовых пузырьков на когезионную прочность связующего является довольно актуальным, поскольку структурная связь между древесными частицами в плите в значительной мере зависит и от этого показателя. Предположение, что когезионная прочность тела, содержащего газы, будет уменьшаться пропорционально изменению живого сечения в зоне разрушения, несостоятельно, так как наличие пузырьков в еще большей степени снижает прочность тела [1, 3]. Дело в другом. До некоторого напряжения пузырек в массе жидкости или твердого тела стремится восстановить свой размер и, таким образом, сопротивляется действию растягивающих его напряжений. При некоторой величине напряжений пузырьки, увеличиваясь, теряют устойчивость и расчлениают тело. Чем больше был пузырек, тем более слабым местом он окажется в момент нагружения образца, тем меньшую когезионную прочность будет иметь тело [1, 3]. Естественно, что находящиеся в отвержденной массе связующего парогазовые пузырьки не могут расчленивать его до полного разрушения, однако, являясь причиной образования в связующем трещин они могут, что и показано нами в экспериментах.

Выводы

1. Применяемые в производстве древесностружечных плит карбамидо- и фенолоформальдегидные связующие в отвержденном состоянии представляют собой пористую массу. Образование пустот происходит в связующем, отверждение которого проходит даже в холодном состоянии.

2. Отверждение участков связующего (особенно КФС) начинается с периферии этих участков и фронт отверждения движется к центру, препятствуя дальнейшему выходу олигомеров парогазовой смеси. В конечном счете отвержденная масса связующего имеет в себе не только

поры (пустоты), но и трещины, которые отрицательно влияют на когезионную прочность связующего.

3. Процесс отверждения исследованного КФС имеет схожесть с процессом кристаллизации жидкостей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1]. Гегузин Я. Е. Живой кристалл.— М.: Наука, 1987.— 19 с. [2]. Гегузин Я. Е. Очерки о диффузии в кристаллах.— М.: Наука, 1970.— 179 с. [3]. Гегузин Я. Е. Пузыри.— М.: Наука, 1985.— 175 с. [4]. Жуков В. П. Технология склеивания древесины.— Воронеж: Изд-во ВГУ, 1981.— 79 с. [5]. Поздняков А. А. Прочность и упругость композиционных древесных материалов.— М.: Лесн. пром-сть, 1988.— 133 с.

Поступила 11 сентября 1990 г.

УДК [621.867.8 : 628.83] : 674

ОСТАТОЧНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ПЫЛИ В ОЧИЩЕННОМ ВОЗДУХЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЦИКЛОНОВ ТИПА УЦ

Н. А. ГРУБЕ, Г. И. ЯКОВЛЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Научно-обоснованный расчет высокоэффективных пылеулавливающих средств позволяет осуществлять их рациональный выбор. При этом ограничение выброса пыли в атмосферу, с учетом санитарных норм, проводится при минимальных энергозатратах.

В статье приведены результаты научно-исследовательских работ по совершенствованию конструкций циклонов, изучению их эксплуатационных характеристик, созданию методик расчета и выбора циклонов для деревообрабатывающей промышленности.

Особое внимание уделяли очистке воздуха от наиболее трудноулавливаемой древесной шлифовальной пыли. Было установлено, что фракционный состав пыли с размерами частиц 0...500 мкм подчиняется логнормальному закону распределения.

Дисперсионный состав шлифовальной пыли может быть выражен интегралом вероятности

$$\Phi(d_r) = F(t_1) = \frac{100}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{t_1} e^{-t^2/2} dt,$$

где t_1 — аргумент, определяемый по уравнению

$$t_1 = (\lg d_r - \lg d_m) / \lg \sigma_r;$$

d_m и d_r — медианный и текущий диаметры частиц данного состава, поступающего на очистку;

σ_r — стандартное отклонение в функции распределения частиц по размерам.

Зависимость для t_1 можно также представить в виде

$$t_1 = k'_1 \lg k'_2 d_r.$$

Здесь k'_1 — угловой коэффициент прямой, $k'_1 = \operatorname{tg} \alpha = 1 / \lg \sigma_r$;

$$k'_2 = 1 / d_m;$$

α — угол между прямой графика функции логнормального распределения фракционной эффективности в логарифмически-вероятностной координатной сетке;