



УДК 674.2:624.011.15

Б.Д. Руденко

Сибирский государственный технологический университет

Руденко Борис Дмитриевич родился в 1948 г., окончил в 1972 г. Сибирский технологический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии композиционных материалов и древесиноведения Сибирского государственного технологического университета. Имеет около 100 научных трудов в области изучения процессов создания и эксплуатации древесных композитов.
E-mail: bor.rudenko@yandex.ru, bdrudenko@mail.ru



ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМНЫХ ФАКТОРОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЛИТ ИЗ КОРЫ И ВТОРИЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Оптимизированы параметры изготовления плит из коры на термопластичном связующем. Установлено, что при прессовании пакета из коры требуется значительно меньшее давление, чем при обработке пакета из древесных частиц.

Ключевые слова: режим, давление, прочность, температура, термопласт, кора, частицы.

В производстве различных изделий все более широкое применение находят композиционные материалы, полученные из смеси древесных отходов и термопластичных полимеров. Производство изделий из композиционных материалов не сопровождается негативным воздействием на окружающую среду и имеет технические и экономические преимущества по сравнению с общеизвестными [5] материалами.

За рубежом известен композит WPC (Wood Polymer Composites), который изготавливают из древесных частиц и термопластичных полимеров в различных сочетаниях. Физико-механические свойства и возможность применения изделий из такого материала рассмотрены в работе [6].

В комплексе проблем по использованию отходов от переработки древесины утилизация коры является одной из самых сложных [1].

Цель наших исследований – оптимизация параметров процесса изготовления плитных материалов на основе коры и термопластичного связующего – вторичного полиэтилена (ПЭНВ).

Материалы для исследований: полиэтилен (ПЭ) – бытовые мешки, выброшенные в мусор и измельченные резанием до частиц длиной 2...5 мм, шириной 1...2 мм, толщиной 0,02...0,05 мм; насыпная плотность 0,184 г/см³; температура плавления 130 °С (125...137 °С); кора древесины лиственницы воздушно сухого состояния, измельченная ударным способом до частиц, проходящих через сито с ячейками 1,5 мм; остаток на сите 1 %; насыпная плотность 0,274 г/см³.

Из частиц коры (67 % по массе) и измельченного ПЭ (33 %) путем плоского прессования получали плиты размером 235 × 250 мм и плотностью 840 кг/м³, из которых вырезали образцы для определения предела прочности при изгибе по ГОСТ 10635–88.

Для проведения эксперимента использовали D-оптимальный план В₃, предложенный по умолчанию программой Statgraphics для трех факторов. Методика построения эксперимента и обработка полученных данных проведены согласно [2, 3].

Выбор факторов (их величина и размах варьирования) определен технологией изготовления образцов и входящими в их состав компонентами [4].

В качестве контролируемых технологических факторов приняты температура плит пресса, продолжительность и давление прессования, в качестве выходной величины – самое характерное свойство плитных материалов – прочность образцов при изгибе.

Температуру плит пресса варьировали от 120 до 180 °С (середина интервала 150 °С). Нижнее значение температуры выбрано как начало расплавления полиэтилена, верхнее – как технологически обоснованное и достаточное для данного термопласта. Продолжительность прессования изменяли от 5 до 25 мин (середина интервала 15 мин) как время, необходимое для прогрева исследуемого пакета толщиной до 10 мм. Давление прессования варьировали от 0,1 до 0,4 МПа (середина интервала 0,25 МПа) как обеспечивающее плавное сжатие прессуемого пакета до заданной толщины.

На рис. 1 приведена стандартизованная диаграмма Парето для исследуемых факторов, из которой видно, что наибольшее влияние на выходную величину оказывает температура (эффект А достигает 6), так как процесс должен сопровождаться плавлением полиэтилена, чтобы он проявил свои связующие свойства. Значителен квадратичный эффект указанного фактора (отрицательное значение показывает выпуклость кривой вверх), однако его влияние весьма слабое. На втором месте располагается продолжительность прессования (численное значение В составляет почти 2,5), т.е. требуется затратить время для прогрева прессуемого образца до температуры расплавления термопласта. Квадратичный эффект В сравнительно небольшой и достигает 0,5. На третьем месте находится фактор давления (численное значение С составляет около 1,0), который определяется свойствами и хорошей текучестью прессуемой смеси. Квадратичный эффект этого фактора более значителен, величина 1,2 свидетельствует о вязком характере прессуемой композиции.

Остальные комбинации факторов оказывают слабое влияние на исследуемый процесс.

На рис. 2 графически представлено влияние температуры, продолжительности и давления прессования на прочность плит. Очевидно, что температура влияет достаточно сильно до достижения предельного значения прочности. Когда прогрева недостаточно для расплавления термопласта, композит все равно получается, однако его прочность мала. Фактор продолжительности достаточно сильно сказывается в исследуемом интервале времени. Что касается фактора давления, то его влияние неоднозначно: сначала с увеличением давления прочность повышается, что вполне естественно, но к концу исследуемого диапазона наблюдается незначительное снижение фактора. Такое уменьшение в принципе возможно, так как при увеличении давления толщина плит уменьшается, что может приводить к ослаблению структуры

Рис. 1. Стандартизованная диаграмма Парето, отражающая влияние исследуемых факторов на прочность плит при изгибе:
1 – положительный эффект,
2 – отрицательный эффект

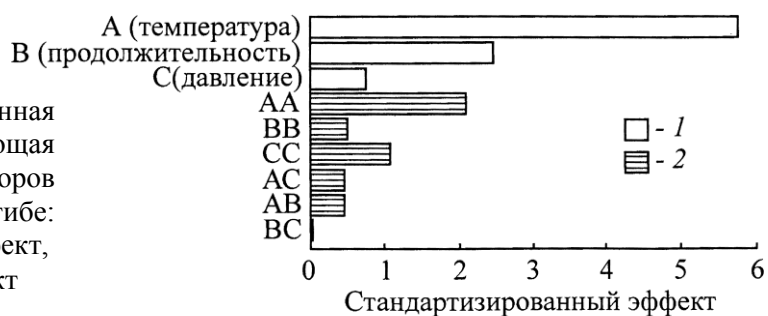
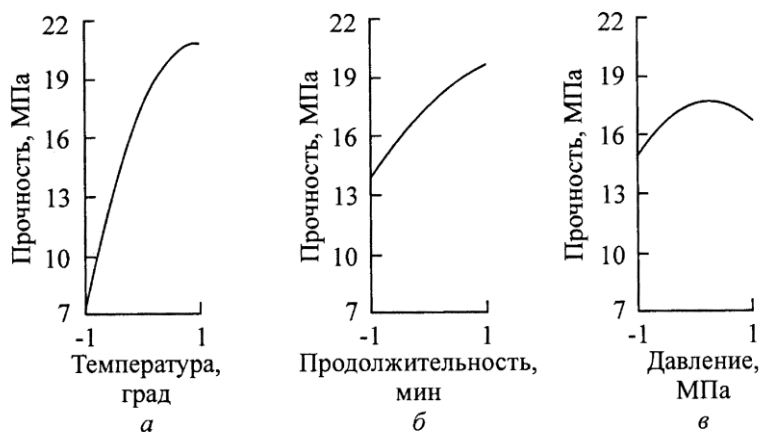


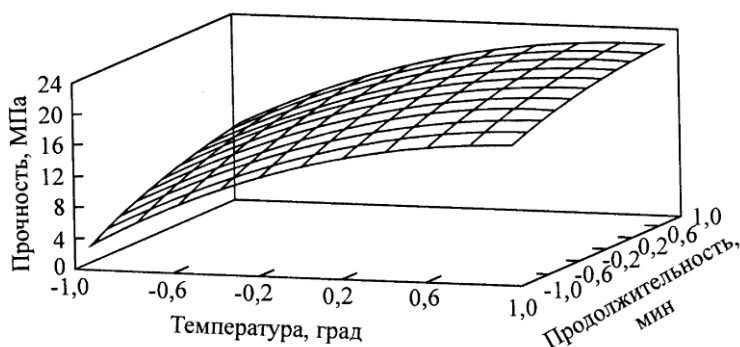
Рис. 2. Влияние исследуемых факторов на прочность плит при изгибе: *a* – температура, *б* – продолжительность, *в* – давление



получаемого композита. Однако при отсутствии герметичности в процессе прессования давление прессования не влияет на свойства исследуемых плит, а влияет только на скорость сжатия пакета.

На рис. 3 изображено влияние исследуемых факторов на предел прочности при изгибе образцов.

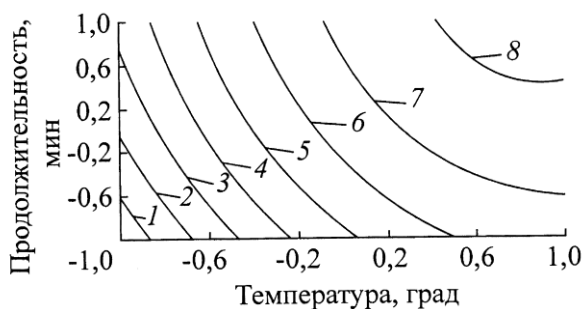
Рис. 3. Поверхность отклика влияния исследуемых факторов на прочность плит при изгибе



Как видно из рис. 3, нарастание прочности происходит монотонно, в сторону увеличения продолжительности процесса прессования и температуры при давлении на нулевом уровне. Аналогичная картина наблюдается и для других (наибольшего и наименьшего) значений давления.

Контурная поверхность отклика (рис. 4) позволяет количественно оценить влияние исследуемых факторов (температура, продолжительность, давление прессования) на прочность, которая достигает наибольшего значения (24 МПа) в области наибольших значений температуры и продолжительности. Угол наклона кривых соответствует большему влиянию температуры при меньших значениях продолжительности.

Рис. 4. Контурная поверхность отклика влияния исследуемых факторов на прочность плит при изгибе: 1 – 2,4; 2 – 4,8; 3 – 7,2; 4 – 9,6; 5 – 12,0; 6 – 14,4; 7 – 16,8; 8 – 19,2; 9 – 21,6; 10 – 24,0



Выводы

1. При использовании отходов окорки и вторичного полиэтилена для получения плит путем плоского прессования выбраны следующие оптимальные режимные факторы: температура 160...180 °С; продолжительность 15...25 мин при толщине плиты до 10 мм; достаточное для сжатия давление 0,10...0,25 МПа.
2. Продолжительность прогрева прессуемого пакета из предложенной нами композиции примерно соответствует продолжительности прогрева пакета из древесной стружки.
3. Прочность при изгибе плит, получаемых из коры, несколько больше, чем у древесностружечных плит, и сопоставима с полутвердыми ДВП марки МВН, HLS1.
4. Для пакета из коры требуется значительно меньшее давление прессования по сравнению с пакетом из древесных частиц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Веретенник Д.Г.* Использование древесной коры в народном хозяйстве. М.: Лесн. пром-сть, 1976. 120 с.
2. *Дюк В.* Обработка данных на ПК в примерах. СПб.: Питер, 1997. 240 с.
3. *Пен Р.З.* Статистические методы моделирования и оптимизации процессов целлюлозно-бумажного производства. Красноярск, 1982. 192 с.
4. *Савицкий А.С., Тертугов М.А., Карцовник В.И.* Производство древесностружечных плит на термопластичном связующем // Плиты и фанера: сб. ст. М., 1991. С. 2–17.
5. Forschungspotenzial noch nicht ausgeschöpft / Eisenreich N. [et al.] // НК: Holz- und Kunststoffverarb.: Internationale Fachzeitschrift für Unternehmer und Führungskräfte. 2007. 42, N. 3. P. 112–115.
6. Holz ist ein innovativer Werkstoff I // НК: Holz- und Kunststoffverarb.: Internationale Fachzeitschrift für Unternehmer und Führungskräfte. 2006. 41, N. 7-8. P. 22–26.

B.D. Rudenko
Siberian State Technological University

Operation Factors Investigation of Board Production Made of Bark and Secondary Polyethylene

The parameters of producing boards out of bark on thermoplastic binding are optimized. It is established that much less pressure is required for pressing bark pack than for particles pack.

Keywords: operation, pressure, strength, temperature, thermoplastic, bark, particles.
