

В. Н. Матыгулина, ст. преподаватель; Н. Г. Чистова, доцент; В. Н. Трофимук, профессор
Лесосибирский филиал Сибирского государственного технологического
университета, г. Лесосибирск

ЗАВИСИМОСТЬ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК MDF ОТ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАЗМАЛЫВАЮЩИХ МАШИН

In work results of the researches executed by experts of branch SibGtU in Lesosibirsk on one of largest of the enterprises of the Angaro-Yenisei region «Novoeniseiski FCC» in industrial conditions on the operative equipment are resulted. Influence of constructive and technological parameters of grinding machines on physicomachanical parameters MDF. Results of experiments were processed under the B-plan of the second order. Therefore the mathematical models adequately describing researched process have been received. On the equations functions of the response as the graphic dependences, giving evident representation about their influence on researched factors are constructed.

Введение. В настоящее время перед предприятиями деревоперерабатывающей промышленности особенно остро встает проблема переработки древесных отходов основных производств. На деревоперерабатывающих предприятиях Ангаро-Енисейского региона основным направлением переработки низкокачественной и тонкомерной древесины, а также отходов лесопиления является производство древесноволокнистых плит мокрым и сухим способами.

В Лесосибирском промышленном узле одним из крупнейших деревоперерабатывающих предприятий является ЗАО «Новоенисейский лесохимический комплекс», на котором успешно решаются вопросы комплексной переработки древесины, для чего на комбинате функционируют две линии по производству ДВП мокрым способом, одна линия – сухим способом, и в ближайшее время планируется запуск линии по производству MDF.

Интерес к данному виду плит обусловлен, прежде всего, их высокими физико-механическими свойствами по сравнению с другими видами древесных плит.

Аббревиатура MDF – Medium Density Fiberboard – в переводе с английского означает «древесноволокнистые плиты средней плотности». MDF обладают однородной структурой, размерной стабильностью, легкостью обработки, теплостойкостью, хорошей звукопоглощающей способностью, имеют широкий диапазон плотности – от 500 до 900 кг/м³ и толщин – от 3 до 50 мм. По своим физико-механическим показателям MDF не уступают цельной древесине и успешно ее заменяют, не имея при этом ее основных недостатков, например таких, как нестабильность размеров при изменении температурно-влажностных условий эксплуатации, анизотропия свойств, наличие пороков и др. Особенности технологического процесса и физико-химические свойства MDF обеспечивают изделиям, созданным с его применением, ряд преимуществ по сравнению со стандартными отделочными материалами, такими как ДВП и ДСП.

Основная часть. В связи с ближайшим пуском строящейся линии по производству MDF специалисты Лесосибирского филиала СибГТУ активно ведут исследования в области процесса получения древесноволокнистой массы, т. е. размол, как одного из основных технологических процессов получения MDF. В настоящей работе исследовалось влияние основных технологических и конструктивных параметров размалывающих машин на качество помола древесноволокнистой массы, а также на физико-механические свойства древесноволокнистых плит средней плотности.

Для решения поставленных задач был проведен ряд экспериментов на ЗАО «Новоенисейский ЛХК» непосредственно в промышленных условиях на промышленном оборудовании предприятия.

На первом этапе наших исследований был проведен анализ теоретических и экспериментальных работ в области процесса размол древесноволокнистых полуфабрикатов. На исследуемом предприятии подготовка древесного волокна для производства плиты осуществляется на быстроходном дисковом рафинере PR-42. В результате поисковых экспериментов установлено, что на качество помола древесноволокнистой массы оказывает влияние множество конструктивных и технологических параметров размольной установки. Исследования также показали, что наибольшее влияние на качество помола и физико-механические свойства готовых MDF оказывают износ сегментов (отношение ширины ячейки ножа к его высоте), зазор между размалывающими дисками и число оборотов нижнего шнека, подающего щепу в размольную камеру.

Для более полной оценки качественных показателей древесноволокнистой массы при исследовании нами использовались различные способы: определение градуса помола массы на приборе «Дефибратор-секунда», принцип действия которого основан на определении скорости обезвоживания

массы в единицу времени; определение степени помола на лабораторной установке, спроектированной и изготовленной на базе Лесосибирского филиала СибГТУ, принцип действия которой основан на изменении сопротивления навески массы различной степени помола при прохождении через нее потока воздуха с постоянной скоростью фильтрации; определение фракционного состава волокна на лабораторном гирационном фракционаторе.

Исследования физико-механических характеристик MDF (плотности, прочности на изгиб и на растяжение перпендикулярно пласти, толщины, водопоглощения и разбухания) проводились по известной методике согласно ГОСТ 19592-80 «Плиты древесноволокнистые. Методы испытаний».

На исследуемом предприятии при производстве древесноволокнистых плит сухим способом степень помола древесноволокнистой массы не определяется. Качество помола оценивается лишь визуально. Тем самым качественные показатели готовой плиты выдерживать постоянными нет возможности.

Исследования проводились для MDF толщиной 10, 16, 25 и 30 мм.

В настоящей работе представлены результаты исследований фракционного состава древесного волокна и плотности MDF толщиной 16 мм.

Программа экспериментальных исследований реализована комплексом активных многофакторных опытов. Результаты многофакторного эксперимента обрабатывались методами, разработанными для получения математических моделей с целью описания объекта и поиска оптимальных условий функционирования исследуемой системы.

Для получения регрессионных зависимостей был спланирован и реализован композиционный равномер-рототабельный план, в основе которого лежит регрессионный анализ, включающий метод наименьших квадратов и статистическую обработку данных. Данный план позволяет построить модель, с одинаковой точностью предсказывающую значение отклика в точках, равноудаленных от центра плана, и с наибольшей точностью в точках, расположенных в его окрестности. На наш взгляд, реализация такого плана исследований наилучшим образом подходит для обработки результатов представленного эксперимента [2].

Обработка результатов эксперимента осуществлялась в пакете программы «STATISTICA-6». Расчет производился по квази-ньютоновскому методу.

В результате обработки экспериментальных данных получены зависимости показателя размолы (Fr , г) и плотности MDF (ρ ,

кг/м³) от конструктивных и технологических параметров размольной установки: зазора между размалывающими дисками (z , мм), оборотов нижнего шнека рафинера (n , об/мин) и износа сегментов (L/h), т. е. отношения ширины ячейки размалывающих сегментов к высоте ножа.

Ниже представлены математические зависимости показателя фракционного состава древесного волокна и плотности MDF от вышеуказанных параметров:

$$Fr = -0,793\ 649 - 0,027\ 804L / h + 0,035\ 325z + 5,960\ 000\ 5n + 0,003\ 505L / h^2 - 0,000\ 319z^2 - 12,6111n^2 - 0,001\ 221L / hz + 0,423\ 177L / hn - 0,049\ 479zn; \quad (1)$$

$$\rho = 260,6628 + 28,381\ 85L / h + 22,741\ 69z + 1068,924n - 10,738L / h^2 - 0,275\ 956z^2 - 2034,78n^2 + 0,183\ 594L / hz + 63,476\ 56L / hn - 8,859\ 38zn. \quad (2)$$

Коэффициенты, стоящие перед факторами, говорят о значимости входных параметров и влиянии их на исследуемые факторы, а также о их парном взаимодействии на выходную величину.

Наглядное представление о влиянии входных факторов на выходную величину дают графические зависимости, построенные по полученным моделям. Так как в настоящей работе спланирован и реализован 3-факторный эксперимент, по полученной модели строятся три графика. Для примера на рис. 1, 2 представлены графические изображения функций отклика по полученным моделям от двух варьируемых факторов при фиксировании третьего на среднем уровне.

Из графика, представленного на рис. 1, а, хорошо видно, как изменяется показатель фракционного состава волокна (Fr) при изменении величины рабочего зазора между сегментами и числа оборотов нижнего шнека; износ сегментов фиксировался на среднем уровне ($L/h = \text{const} = 2,22$). Так, при увеличении значения зазора до 0,20 мм величина показателя размолы максимально увеличивается до значения 0,48 г. При тех же значениях зазора при увеличении числа оборотов нижнего шнека от 20 до 36 об/мин наблюдается тенденция к увеличению Fr , соответственно результаты обработки данных показали, что наилучшие показатели достигаются при значениях $z = 0,20$ мм, $n = 36$ об/мин.

На рис. 2 представлена графическая зависимость, показывающая, как изменяется плотность MDF с продолжительностью работы сегментов, а также с изменением скорости вращения нижнего шнека рафинера, подающего щепу в размольную камеру; величина зазора фиксировалась на среднем уровне ($z = \text{const} = 0,2$ мм). Исследования показали, что вышеперечисленные факторы оказывают весьма существенное влияние на величину плотности MDF.

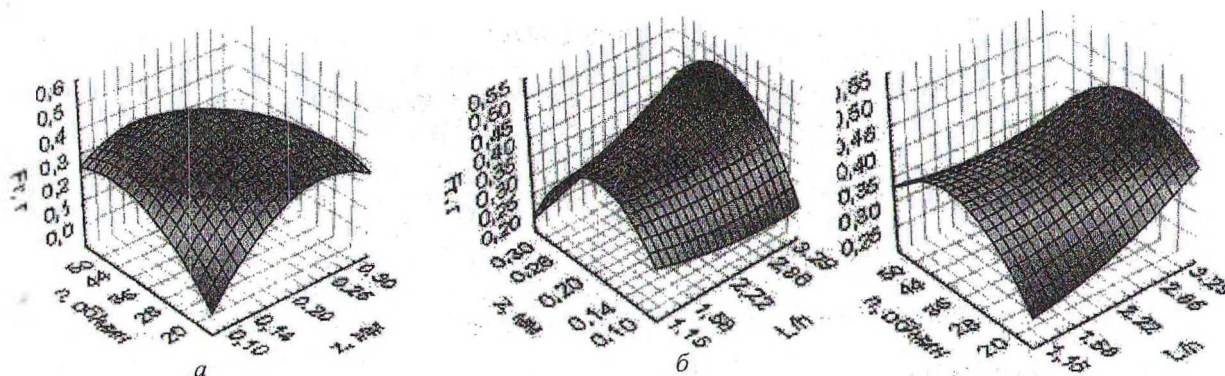


Рис. 1. Зависимость качества помолы массы от зазора между размалывающими дисками, числа оборотов нижнего шнека и износа сегментов

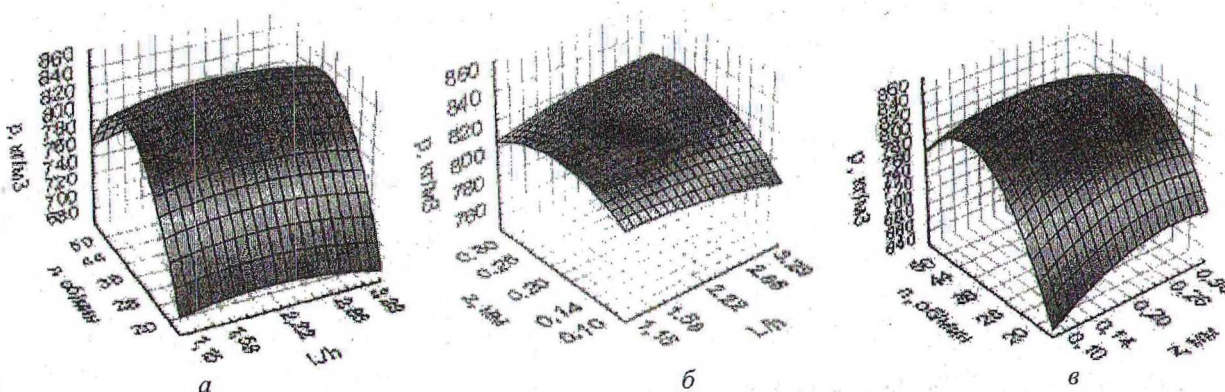


Рис. 2. Зависимость плотности MDF от числа оборотов нижнего шнека, износа сегментов и зазора между размалывающими дисками

Особое влияние, как видно из рис. 2, оказывает скорость вращения подающего шнека. Так, с увеличением числа оборотов нижнего шнека до 36 об/мин величина плотности достигает 840 кг/м^3 , а затем показатели плотности снижаются. С изменением значения износа сегментов величина плотности изменяется незначительно, в пределах от 820 до 840 кг/м^3 , но своего максимального значения плотность достигнет при $L/h = 2,22$ (что соответствует примерно 50%-ному износу). Следовательно, можно сделать вывод, что наилучшие значения плотности MDF мы получим при $n = 36$ об/мин, $L/h = 2,22$.

Данные уравнения, на наш взгляд, позволяют решать следующие задачи:

1. Прогнозировать плотность MDF по известным значениям фракционного состава древесноволокнистой массы, а также по конструктивным и технологическим параметрам размольной установки.

2. При известных значениях входных параметров определять оптимальный фракционный состав древесноволокнистой массы и, соответственно, выдерживать тем самым необходимую плотность MDF, в результате чего уменьшится степень износа размалывающей гарнитуры рафинера, уменьшится расход сы-

рья, электроэнергии, а следовательно, снизится себестоимость продукции.

Заключение. По результатам работы выяснено, что процесс размола оказывает существенное влияние на производство древесноволокнистых плит, причем этот процесс зависит от конструктивных и технологических параметров размалывающих машин. Правильный выбор и регулирование этих параметров позволяют влиять на технологический процесс получения ДВП в целом. Несомненно, исследования в данной области плитного производства являются актуальными, поэтому необходимы дальнейшие работы по решению задач оптимизации работы размольного оборудования при получении MDF.

Литература

1. Чистова, Н. Г. Размол древесноволокнистой массы на промышленных установках при производстве ДВП: дис. ... канд. техн. наук / Н. Г. Чистова. – Красноярск, 2000. – 193 с.
2. Пижурин, А. А. Исследование процессов деревообработки / А. А. Пижурин, М. С. Розенблит. – М.: Лесная пром-сть, 1973. – 119 с.