

4. ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ. БИОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 674.81

В.В. Васильев, Е.Н. Веснина

РЕГУЛИРОВАНИЕ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА СМОЛЫ ПО ПОВЕРХНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ ЧАСТИЦ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Введение. Качество древесностружечных плит (ДСП) существенно зависит от степени осмоления древесных частиц. В отличие от фанеры, где между листами шпона сплошной клеевой слой, в ДСП связующее распределяется по поверхности древесных частиц в виде точек и полос, то есть носит дискретный характер. Такое распределение происходит во время распыления связующего и последующего перемазывания стружек в высокооборотных смесителях. В связи с этим удельный расход сухой смолы по поверхности стружки оценивается как 4... 7 г/м² [Отлев и др., 1990].

Эти величины получены относительно давно. В настоящее время производятся плиты с мелкоструктурной поверхностью, где предусмотрено измельчение древесных частиц до более высокой степени дисперсности. Это приводит к увеличению удельной поверхности стружки и, как следствие, при том же расходе связующего к снижению его содержания на поверхности контактирующих частиц. В результате на предприятиях ДСП вынуждены повышать расход смолы. А это самый дорогой компонент плиты. Не случайно социологический опрос специалистов отрасли показал, что вопрос снижения расхода смолы в производстве ДСП является технологической проблемой высокой актуальности [Васильев, 2020].

Одним из методов повышения удельного расхода смолы по поверхности древесных частиц является удаление из сухой стружки мелких фракций 0,5/0 мм и более. Такую технологию и соответствующее ситовое сортировочное оборудование предлагают ведущие зарубежные фирмы. Удаление мелких древесных частиц обеспечивает не только повышение

содержания смолы на поверхности более крупных стружек, но и увеличение прочностных показателей плит, так как такие частицы в силу их не-большой длины не могут быть армирующими элементами ДСП.

В то же время мельчайшие частицы при нанесении их на поверхность ковра методом пневматического или механического фракционирования располагаются на поверхности ковра и обеспечивают высокую гладкость поверхности будущей ДСП. Уровень содержания этой фракции зависит от величины припуска на шлифование: чем он больше, тем выше уровень.

Целью настоящего исследования является изучение параметров стружки, поступающей в современные высокооборотные смесители наружных и внутреннего слоёв ДСП, и оценка эффективности удаления мелких древесных частиц на удельный расход смолы по поверхности оставшейся более крупной стружки.

Методика исследования. Исследовали стружку промышленного производства ООО «Невский ламинат» (пгт. Дубровка Ленинградской области). В цехе ДСП производят трёхслойную плиту с мелкоструктурной поверхностью. Отбор мелкой фракции древесных частиц и вывод её из технологического потока не производится. После сушки стружка разделяется на материалы для наружных и внутреннего слоёв ситовыми и пневматическим каскадным сепараторами. Смешивание стружки со связующим осуществляется в высокооборотных смесителях.

Пробы для анализов отбирали перед входом стружки в смесители для наружных и внутреннего слоёв ДСП. Исследованная стружка имела следующий породный состав: осина – 60%, береза – 20%, сосна – 20%. Абсолютная влажность стружки 2%.

Рекомендуемые нормы расхода смолы для производства ДСП определяются в зависимости от базисной плотности древесного сырья, из которого изготавливается плита [Отлев и др., 1990]. Базисная плотность отдельных пород древесины составляет для осины 400 кг/м³, берёзы 520 кг/м³, сосны 415 кг/м³ [Уголев, 2007]. Средневзвешенная базисная плотность сырья: $\rho_{\text{баз. ср}} = 1/100(60 \times 400 + 20 \times 520 + 20 \times 415) = 427 \text{ кг/м}^3$.

Нормы расхода сухой смолы от массы сухой стружки для трёхслойных ДСП с мелкоструктурной поверхностью при базисной плотности сырья 400 кг/м³ составляют для наружных слоёв 14,0%, для внутреннего 10,6%, а при базисной плотности сырья 440 кг/м³ соответственно 13,5 и 10,0% [Отлев и др., 1990]. Интерполируя данные внутри указанных диапазонов, вычислили, что для сырья с базисной плотностью 427 кг/м³ рекомендуемые нормы расхода смолы составляют для наружных слоёв 13,7%, для внутреннего – 10,2%.

Определяли фракционный состав стружки и линейные размеры. По результатам определения линейных размеров, принимая форму стружки за параллелепипед, рассчитывали их удельную поверхность для каждой фракции и для смеси стружки в целом. Полученные значения являются несколько заниженными, поскольку реальная поверхность частиц заменена её проекцией.

Для определения фракционного состава стружки навеску древесных частиц массой 50 г помещали в ситовой анализатор, оснащенный набором сит с размерами ячеек сит 10, 7, 5, 3, 2, 1 и 0,5 мм. Продолжительность рассеивания составляла 5 мин. После рассеивания определяли массу каждой фракции на аналитических весах с точностью до 0,01 г. Размеры отдельных фракций древесины обозначали цифрами: -/10; 10/7; 7/5; 5/3; 3/2; 2/1; 1/0,5; 0,5/0; где в числителе – ширина отверстия сита в мм, через которое прошли древесные частицы, а в знаменателе, на котором задержались.

Для определения линейных размеров частиц из каждой фракции стружки методом квартования отбирали пробу с таким расчетом, чтобы в ней оказалось не менее 50 частиц. В пробе производили замеры длины, ширины и толщин всех частиц. Измерение толщины частиц производили микрометром, с точностью измерения 0,01 мм. Измерение длины и ширины производили с помощью микроскопа МБС-2.

Для стружки породного состава: осина – 60%, береза – 20%, сосна – 20% по работе [Отлев и др., 1990] нашли долю коры (P_k), гнили (P_g) и здоровой древесины ($P_{др}$) для данных пород, %, их плотность (ρ), кг/м³:

для осины – $P_k = 16$; $\rho_k = 426$; $P_g = 20$; $\rho_g = 0,65\rho_{др}$; $P_{др} = 64$; $\rho_{др} = 470$;

для березы – $P_k = 15$; $\rho_k = 446$; $P_g = 0$; $\rho_g = 0,65\rho_{др}$; $P_{др} = 85$; $\rho_{др} = 600$;

для сосны – $P_k = 18$; $\rho_k = 308$; $P_g = 10$; $\rho_g = 0,65\rho_{др}$; $P_{др} = 72$; $\rho_{др} = 470$;

Рассчитали средневзвешенную плотность ($\rho_{ср. п}$) отдельных пород при влажности 0% по формуле:

$$\rho_{ср. п} = 1/100(P_{др}\rho_{др} + P_k\rho_k + P_g\rho_g). \quad (1)$$

Она составила для осины ($\rho_{ср. ос}$) 430 кг/м³, для березы ($\rho_{ср. бер}$) 577 кг/м³, а для сосны ($\rho_{ср. сос}$) 424 кг/м³. Средневзвешенная плотность сырья при влажности 0% равна 458 кг/м³.

Средневзвешенную плотность отдельных пород при влажности 2% рассчитали по [Михайличенко, Садовничий, 1978]. Она составляет для березы ($\rho_{2\%(\text{бер})}$) 581 кг/м³, а для осины ($\rho_{2\%(\text{ос})}$) и сосны ($\rho_{2\%(\text{сос})}$) 434 кг/м³ и 428 кг/м³ соответственно. Средневзвешенная плотность сырья влажностью 2% ($\rho_{ср. др}$) 462 кг/м³.

Расчет удельной поверхности древесных частиц и отдельных их граней производили путём последовательного расчёта массы одной частицы и содержания числа частиц в 1 кг стружки:

1. Расчет площади частицы:

$$S_{д.ч} = 2 \cdot (l \cdot b + l \cdot h + b \cdot h), \text{ мм}^2, \quad (2)$$

где l – длина древесной частицы, мм; b – ширина древесной частицы, мм; h – толщина древесной частицы, мм.

2. Расчет объема частицы:

$$V_{д.ч} = l \cdot b \cdot h, \text{ мм}^3. \quad (3)$$

3. Расчет массы частицы:

$$M_{д.ч} = V_{д.ч} \cdot \rho \cdot 1/10^6, \text{ г}, \quad (4)$$

где ρ – плотность древесины при влажности 2%, кг/м³.

4. Число частиц в 1 кг стружки:

$$N = 10^3 / M_{д.ч}, \text{ шт./кг}. \quad (5)$$

5. Удельная поверхность стружки одной фракции:

$$S_{уд.стр} = N \cdot S_{д.ч} \cdot 10^{-6}, \text{ м}^2/\text{кг}, \text{ или} \\ S_{уд.стр} = (10^3 \cdot 2 \cdot (l \cdot b + l \cdot h + b \cdot h)) / (\rho \cdot l \cdot b \cdot h). \quad (6)$$

6. Удельная поверхность граней стружки одной фракции:

а) удельная поверхность пласти:

$$S_{уд.пл} = 10^3 \cdot S_{пл} / \rho \cdot V_{д.ч}, \text{ кг}; \quad (7)$$

б) удельная поверхность боковых граней:

$$S_{уд.б.гр} = 10^3 \cdot S_{б.гр} / \rho \cdot V_{д.ч}, \text{ м}^2/\text{кг}; \quad (8)$$

в) удельная поверхность торцев:

$$S_{уд.торц} = 10^3 \cdot S_{торц} / \rho \cdot V_{д.ч}, \text{ м}^2/\text{кг}. \quad (9)$$

7) Удельная поверхность смеси стружки:

а) всей поверхности:

$$S_{см.стр} = \Sigma(f_i \cdot S_i), \text{ м}^2/\text{кг}; \quad (10)$$

где f_i – доля i -ой фракции стружки; S_i – удельная поверхность стружки i -ой фракции;

б) пласти:

$$S_{см.пл} = \Sigma(f_i \cdot S_{i пл}); \quad (11)$$

в) боковых граней:

$$S_{см.б.гр} = \Sigma(f_i \cdot S_{i б.гр}); \quad (12)$$

г) торцев:

$$S_{см.торц} = \Sigma(f_i \cdot S_{i торц}). \quad (13)$$

8) Относительная площадь поверхности стружки:

а) всей поверхности:

$$S_{\text{отн. стр}} = S_{\text{уд. стр}} / S_{\text{см. стр}} \cdot 100, \%, \quad (14)$$

б) пласти:

$$S_{\text{отн. пл}} = S_{\text{уд. пл}} / S_{\text{см. пл}} \cdot 100, \%, \quad (15)$$

в) боковых граней:

$$S_{\text{отн. б. гр}} = S_{\text{уд. б. гр}} / S_{\text{см. б. гр}} \cdot 100, \%, \quad (16)$$

с) торцев:

$$S_{\text{отн. торц}} = S_{\text{уд. торц}} / S_{\text{см. торц}} \cdot 100, \%. \quad (17)$$

Плотность древесного сырья влажностью 0% 458 кг/м³, а влажностью 2% 462 кг/м³ или на 0,87% больше. Учитывая такую небольшую разницу удельный расход смолы рассчитали, относя массу смолы к поверхности древесных частиц влажностью 2%, что приближается к реальным условиям.

Результаты исследования. В табл. 1 приведена характеристика микростружки наружных слоёв ДСП.

Таблица 1

Фракционный состав, размеры и площадь поверхности микростружки наружных слоёв древесностружечных плит

Fractional composition, dimensions and surface area *microchips of the outer layers of particle boards

Размер ячеек сит, мм	Фракци- онный состав, %	Размеры частиц, мм			Удельная поверхность частиц фракций, м ² /кг	Площадь поверхности частиц фракций и микро- стружки, м ²	Относи- тельная площадь поверхности частиц, %
		длина	шири- на	тол- щина			
5/3	0,1	9,2	2,2	0,59	9,78	0,01	0,01
3/2	0,9	7,2	1,2	0,34	16,9	0,2	0,1
2/1	35,2	3,1	0,54	0,12	45,5	16,0	13,4
1/0,5	41,0	1,27	0,29	0,05	105	43,0	35,9
0,5/0	22,8	0,44	0,11	0,02	266	60,6	50,6
В целом	100,0	1,79	0,35	0,07	—	120	100,0

Данные показывают, что древесные частицы отвечают по своим размерам требованиям, предъявляемым к микростружке. В соответствии с ними средняя длина, ширина и толщина микростружки не должна превышать соответственно 5,0; 1,5 и 0,25 мм [Отлев и др., 1990], а в нашем случае размеры составляют 1,79; 0,35 и 0,07 мм.

Общая поверхность 1 кг микростружки 120 м². Из них наибольшую площадь около 81% имеют поверхности пластей древесных частиц, доли боковых граней и торцов микростружки соответственно 15 и 4%. При расходе смолы 13,7% расчётный удельный расход сухой смолы по поверхности древесных частиц микростружки ($Q_{\text{см. микростр}}$) составляет:

$$Q_{\text{см. микростр}} = 1000/100 \times 13,7/120 = 1,14 \text{ г/м}^2$$

Необходимо отметить, что анализируемая авторами микростружка имеет размеры значительно ниже половины средних размеров требований. Такие низкие средние размеры микростружки объясняются присутствием в ней значительного количества мельчайших древесных частиц фракции 0,5/0 мм – 22,8% от общей массы. Удельная поверхность частиц этой фракции составляет 266 м²/кг, она занимает 50,6% от общей площади поверхности микростружки.

В табл. 2 представлены результаты расчетов изменения удельного расхода смолы при удалении мелких частиц фракции 0,5/0 в количестве 10% от общей массы микростружки.

Таблица 2

Фракционный состав, размеры и площадь поверхности микростружки наружных слоёв древесностружечных плит при сокращении содержания фракции 0,5/0 мм на 10% от массы микростружки

Fractional composition, dimensions and surface area of microchips outer layers of particle boards when reduced fraction content of 0.5/0 mm per 10% of the mass of microchips

Размер ячеек сит, мм	Фракционный состав, %		Удельная по- верхность частиц фрак- ций, м ² /кг	Площадь поверх- ности частиц фракций и микро- стружки, м ²	Относительная площадь поверхности частиц, %
	задание	по заданию			
5/3	0,1	0,1	9,78	0,01	0,01
3/2	0,9	1,0	16,9	0,2	0,2
2/1	35,2	39,1	45,5	17,8	17,2
1/0,5	41,0	45,6	105	47,9	46,2
0,5/0	12,8	14,2	266	37,8	36,4
В целом	90,0	100,0	–	≈104	100,0

Удаление мелких частиц фракции 0,5/0 мм в количестве 10% от массы микростружки позволяет снизить площадь поверхности микростружки со 120 до 104 м² или на 13,3%, а площадь поверхности этой фракции с 50,6 до 36,4% от общей площади микростружки. При расходе смолы 13,7% расчётный удельный расход сухой смолы по поверхности древесных частиц микростружки составит:

$$Q_{\text{см. микростр}} = 1000/100 \times 13,7/104 = 1,32 \text{ г/м}^2.$$

Увеличение удельного расхода смолы с 1,14 до 1,32 г/м² или на 15,8%. Таким образом, происходит прирост расхода смолы.

В табл. 3 приведена характеристика стружки внутреннего слоя ДСП.

Таблица 3

**Фракционный состав, размеры и площадь поверхности стружки
внутреннего слоя древесностружечных плит**

**Fractional composition, dimensions and surface area chips
of the inner layer of particle boards**

Размер ячеек сит, мм	Фракци- онный состав, %	Размеры частиц, мм			Удельная поверхность частиц фракций, м ² /кг	Площадь поверхности частиц фракций и стружки, м ²	Относи- тельная площадь поверхности частиц, %
		длина	шири- на	тол- щина			
—/10	0,1	27,5	0,65	0,19	29,6	0,03	0,07
10/7	0,1	24,4	2,80	0,35	15,1	0,02	0,03
7/5	1,8	18,2	1,90	0,40	13,3	0,2	0,56
5/3	13,3	10,7	1,50	0,39	14,4	1,9	4,46
3/2	30,6	6,9	1,01	0,26	21,5	6,6	15,39
2/1	41,1	5,3	0,75	0,21	27,2	11,2	26,08
1/0,5	7,8	1,8	0,25	0,05	106	8,4	19,34
0,5/0	5,2	0,42	0,08	0,02	281	14,6	34,07
В целом	100,0	6,25	0,88	0,27	—	42,9	100,0

Древесные частицы отвечают по своим размерам требованиям, предъявляемым к стружке внутреннего слоя. В соответствии с ними средняя длина, ширина и толщина стружки не должна превышать соответственно

30; 10 и 0,80 мм [Отлев и др., 1990], в нашем случае размеры составляют 6,25; 0,88 и 0,27 мм.

Общая поверхность 1 кг стружки внутреннего слоя 42,9 м². Из них наибольшую площадь около 77% имеют поверхности пластей древесных частиц, доли боковых граней и торцов стружки соответственно 20 и 3%. При расходе смолы 10,2% расчётный удельный расход сухой смолы по поверхности древесных частиц стружки ($Q_{\text{см. стр}}$) составляет:

$$Q_{\text{см. стр}} = 1000/100 \times 10,2/42,9 = 2,38 \text{ г/м}^2.$$

Стружка внутреннего слоя имеет размеры значительно ниже половины средних размеров требований. Немалый вклад в это вносит присутствие в ней значительного количества мельчайших древесных частиц фракции 0,5/0 мм – 5,2% от общей массы. Удельная поверхность частиц этой фракции составляет 281 м²/кг, она занимает 34,1% от общей площади поверхности стружки.

В табл. 4 представлены результаты расчетов изменения удельного расхода смолы при удалении мелких частиц фракции 0,5/0 в количестве 5% от общей массы стружки.

Таблица 4

Фракционный состав, размеры и площадь поверхности стружки внутреннего слоя древесностружечных плит при сокращении содержания фракции 0,5/0 мм на 5% от массы стружки
Fractional composition, dimensions and surface area of chips the inner layer of particle boards when reduced fraction content of 0.5/0 mm at 5% of the mass of chips

Размер ячеек сит, мм	Фракционный состав, %		Удельная поверхность частиц фракций, м ² /кг	Площадь поверхности ча- стиц фракций, м ²	Относительная площадь поверхности частиц, %
	задание	по заданию			
–/10	0,1	0,1	29,6	0,03	0,1
10/7	0,1	0,1	15,1	0,02	0,1
7/5	1,8	1,9	13,3	0,2	0,6
5/3	13,3	14,0	14,4	2,0	6,6
3/2	30,6	32,2	21,5	6,9	22,8
2/1	41,1	43,3	27,2	11,8	39,0
1/0,5	7,8	8,2	106	8,7	28,8
0,5/0	0,2	0,2	281	0,6	2,0
В целом	95,0	100,0	–	30,2	100,0

Удаление мелких частиц фракции 0,5/0 мм в количестве 5% от массы стружки позволяет снизить площадь поверхности стружки с 42,9 до 30,2 м² или на 29,6%, а площадь поверхности этой фракции с 34,1 до 2,0% от общей площади стружки. При расходе смолы 10,2% расчётный удельный расход сухой смолы по поверхности древесных частиц стружки внутреннего слоя составит:

$$Q_{\text{см. микростр}} = 1000/100 \times 10,2/30,2 = 3,38 \text{ г/м}^2.$$

Увеличение удельного расхода смолы с 2,38 до 3,38 г/м² или на 42,0%. Происходит значительный прирост расхода смолы.

Для ДСП с мелкоструктурной поверхностью массовая доля микростружки находится в диапазоне 40...50% от общего потока стружки [Отлев и др., 1990]. При доле массы наружных слоёв 40% удаление 10% от массы микростружки составляет $10 \times 40/100 = 4\%$ от общего потока сухой стружки. Аналогичное удаление 5% мелких частиц из стружки внутреннего слоя составляет: $5 \times 60/100 = 3\%$ от общего потока. Сумма удаляемой доли частиц фракции 0,5/0 мм $4+3 = 7\%$ от общей массы стружки.

Таким образом, удаление из общего потока сухой стружки части мельчайших частиц фракции 0,5/0 мм приводит к эффективному увеличению удельного расхода смолы по поверхности остальной стружки. При удалении 7% древесных частиц этой фракции расчётный удельный расход смолы увеличивается по поверхности микростружки наружных слоёв ДСП с 1,14 до 1,32 г/м² или на 15,8%, а по поверхности стружки внутреннего слоя с 2,38 до 3,38 г/м² или на 42,0%.

Технолог цеха ДСП может опытным путём установить оптимальное содержание мелких частиц в микростружке, обеспечивающее высокую гладкость поверхности шлифованных плит и максимальные удельные расходы смолы по поверхности микростружки наружных слоёв и стружке внутреннего слоя. Для этого нужно подобрать величину выставки ножей стружечных станков, при которой доля содержания мелкой фракции достигнет заданного уровня. Окончательно стабилизацию этой доли можно провести путём удаления излишков мелочи на ситовой сортировке.

Выводы. 1. Проведён анализ промышленной микростружки наружных слоёв и стружки внутреннего слоя древесностружечных плит с мелкоструктурной поверхностью. В цехе отбор мелкой фракции древесных частиц и вывод её из технологического потока не производится. Пробы для анализов отбирали перед входом стружки в высокооборотные смесители для наружных и внутреннего слоёв плит. Исследованная стружка имела

следующий породный состав: осина – 60%, береза – 20%, сосна – 20%. Абсолютная влажность стружки 2%.

2. Определён фракционный состав древесных частиц и их линейные размеры. По результатам определения линейных размеров, принимая форму стружки за параллелепипед, рассчитали их удельную поверхность для каждой фракции и для смеси стружки в целом. Разработана методика расчёта удельной поверхности с учётом содержания в древесном сырье коры и гнили, а также влажности сухой стружки.

3. Средние размеры микростружки: длина 1,79 мм, ширина 0,35 мм, толщина 0,07 мм. Они отвечают требованиям, предъявляемым к размерам микростружки. Общая поверхность 1 кг микростружки 120 м². Из них наибольшую площадь около 81% имеют поверхности пластей древесных частиц, доли боковых граней и торцов микростружки соответственно 15 и 4%. При средневзвешенной базисной плотности древесного сырья 427 кг/м³ рекомендованный расход сухой смолы составляет 13,7%. При таком расходе расчётный удельный расход сухой смолы по поверхности древесных частиц микростружки 1,14 г/м².

В микростружке содержится значительное количество мельчайших древесных частиц фракции 0,5/0 мм – 22,8% от общей массы. Удельная поверхность частиц этой фракции составляет 266 м²/кг, она занимает 50,6% от общей площади поверхности микростружки.

Удаление мелких частиц фракции 0,5/0 мм в количестве 10% от массы микростружки позволяет снизить площадь поверхности микростружки со 120 до 104 м² или на 13,3%, а площадь поверхности этой фракции с 50,6 до 36,4% от общей площади микростружки. При расходе смолы 13,7% расчётный удельный расход сухой смолы по поверхности древесных частиц микростружки составит 1,32 г/м². Увеличение удельного расхода смолы с 1,14 до 1,32 г/м² или на 15,8%.

4. Средние размеры стружки внутреннего слоя: длина 6,25 мм, ширина 0,88 мм, толщина 0,27 мм. Они отвечают предъявляемым требованиям. Общая поверхность 1 кг стружки 42,9 м². Из них наибольшую площадь около 77% имеют поверхности пластей древесных частиц, доли боковых граней и торцов стружки соответственно 20 и 3%. Рекомендованный расход сухой смолы составляет 10,2%. При таком расходе расчётный удельный расход сухой смолы по поверхности древесных частиц стружки 2,38 г/м².

Содержание мельчайших древесных частиц фракции 0,5/0 мм – 5,2% от общей массы стружки. Удельная поверхность частиц этой фракции составляет 281 м²/кг, она занимает 34,1% от общей площади поверхности стружки внутреннего слоя.

Удаление мелких частиц фракции 0,5/0 мм в количестве 5% от массы стружки позволяет снизить площадь её поверхности с 42,9 до 30,2 м² или на 29,6%, а площадь поверхности этой фракции с 34,1 до 2,0% от общей площади стружки. При расходе смолы 10,2% расчётный удельный расход сухой смолы по поверхности древесных частиц стружки внутреннего слоя составит 3,38 г/м². Увеличение удельного расхода смолы с 2,38 до 3,38 г/м² или на 42,0%.

5. При доле массы наружных слоёв 40% удаление 10% от массы микростружки составляет 4% от общего потока сухой стружки. Аналогичное удаление 5% мелких частиц из стружки внутреннего слоя составляет 3% от общего потока. Сумма удаляемой доли частиц фракции 0,5/0 мм 7% от общей массы стружки.

Таким образом, удаление из общего потока сухой стружки части мельчайших частиц фракции 0,5/0 мм приводит к эффективному увеличению удельного расхода смолы по поверхности остальной стружки. При удалении 7% древесных частиц этой фракции расчётный удельный расход смолы увеличивается по поверхности микростружки наружных слоёв ДСП с 1,14 до 1,32 г/м² или на 15,8%, а по поверхности стружки внутреннего слоя с 2,38 до 3,38 г/м² или на 42,0%. Технолог цеха может опытным путём установить оптимальное содержание мелких частиц в микростружке, обеспечивающее высокую гладкость поверхности шлифованных плит и максимальные удельные расходы смолы по поверхности микростружки наружных слоёв и стружке внутреннего слоя.

Библиографический список

Васильев В.В. Актуальные технологические проблемы производства синтетических смол и древесных плит // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2020. Вып. 230. С. 173–186. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.230.173-186.

Михайличенко А. Л., Садовничий Ф. П. Древесиноведение и лесное товароведение. М.: Высшая школа, 1978. 224 с.

Отлев И. А., Штейнберг Ц.Б., Отлева Л.С., Бова Ю.А., Жуков Н.И., Конаш Г.И. Справочник по производству древесностружечных плит. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Лесн. пром-сть, 1990. 384 с. ISBN–5–7120–0242–6.

Уголев Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. 351 с.

References

Mihajlichenko A.L., Sadovnichij F.P. Drevesinovedenie i lesnoe tovarovedenie. M.: Vysshaya shkola, 1978. 224 p. (In Russ.)

Oilev I.A., SHtejnberg C.B., Oileva L.S., Bova YU.A., ZHukov N.I., Konash G.I. Spravochnik po proizvodstvu drevesnostruzhechnyh plit. 2-e izd. pe-rerab. i dop. M.: Lesn. prom-st', 1990. 384 p. ISBN–5–7120–0242–6. (In Russ.)

Ugolev B.N. Drevesinovedenie i lesnoe tovarovedenie. M.: GOU VPO MGUL, 2007. 351 p. (In Russ.)

Vasil'ev V.V. Aktual'nye tekhnologicheskie problemy proizvodstva sinte-ticheskikh smol i drevesnyh plit. Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii, 2020, iss. 230, pp. 173–186. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.230.173-186. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 01.06.2022

Васильев В.В., Веснина Е.Н. Регулирование удельного расхода смолы по поверхности древесных частиц в производстве древесностружечных плит // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2022. Вып. 241. С. 229–243. DOI: 10.21266/2079-4304.2022.241.229-243

Проведён анализ промышленной микростружки наружных слоёв и стружки внутреннего слоя древесностружечных плит с мелкоструктурной поверхностью. В цехе отбор мелкой фракции древесных частиц и вывод её из технологического потока не производится. Исследованная стружка имела следующий породный состав: осина – 60%, береза – 20%, сосна – 20%. Абсолютная влажность стружки 2%. Определён фракционный состав древесных частиц и их линейные размеры. Рассчитали удельную поверхность для каждой фракции и для смеси стружки в целом. Разработана методика расчёта удельной поверхности с учётом содержания в древесном сырье коры и гнили, а также влажности сухой стружки. Средние размеры микростружки: длина 1,79 мм, ширина 0,35 мм, толщина 0,07 мм. Общая поверхность 1 кг микростружки 120 м². Из них наибольшую площадь около 81% имеют поверхности пластей древесных частиц, доли боковых граней и торцов микростружки соответственно 15 и 4%. При средневзвешенной базисной плотности древесного сырья 427 кг/м³ рекомендованный расход сухой смолы составляет 13,7%. При таком расходе расчётный удельный расход сухой смолы по поверхности древесных частиц микростружки – 1,14 г/м². В микростружке содержится значительное количество мельчайших древесных частиц фракции 0,5/0 мм – 22,8% от общей массы. Удельная поверхность частиц этой фракции составляет 266 м²/кг, она занимает 50,6% от общей площади поверхности микростружки. Удаление мелких частиц фракции 0,5/0 мм в количестве 10% от массы микростружки позволяет снизить площадь поверхности микростружки со 120 до 104 м² или на 13,3%, а площадь поверхности этой фракции с 50,6 до 36,4% от общей площади микростружки. При расходе смолы 13,7% расчётный удельный расход сухой смолы по поверхности микростружки составит 1,32 г/м². Увеличение удельного расхода

смолы – с 1,14 до 1,32 г/м² или на 15,8%. Средние размеры стружки внутреннего слоя: длина 6,25 мм, ширина 0,88 мм, толщина 0,27 мм. Общая поверхность 1 кг стружки 42,9 м². Из них наибольшую площадь около 77% имеют поверхности пластей древесных частиц, доли боковых граней и торцов стружки соответственно 20 и 3%. Рекомендованный расход сухой смолы составляет 10,2%. При таком расходе расчётный удельный расход сухой смолы по поверхности стружки – 2,38 г/м². Содержание мельчайших древесных частиц фракции 0,5/0 мм – 5,2% от общей массы стружки. Удельная поверхность частиц этой фракции составляет 281 м²/кг, она занимает 34,1% от общей площади поверхности стружки внутреннего слоя. Удаление мелких частиц фракции 0,5/0 мм в количестве 5% от массы стружки позволяет снизить площадь её поверхности с 42,9 до 30,2 м² или на 29,6%, а площадь поверхности этой фракции с 34,1 до 2,0% от общей площади стружки. При расходе смолы 10,2% расчётный удельный расход сухой смолы по поверхности древесных частиц стружки внутреннего слоя составит 3,38 г/м². Увеличение удельного расхода смолы – с 2,38 до 3,38 г/м² или на 42,0%. При доле массы наружных слоёв 40% удаление 10% от массы микростружки составляет 4% от общего потока сухой стружки. Аналогичное удаление 5% мелких частиц из стружки внутреннего слоя составляет 3% от общего потока. Сумма удаляемой доли частиц фракции 0,5/0 мм – 7% от общей массы стружки. Удаление из общего потока сухой стружки части мельчайших частиц фракции 0,5/0 мм приводит к эффективному увеличению удельного расхода смолы по поверхности остальной стружки. При удалении 7% древесных частиц этой фракции расчётный удельный расход смолы увеличивается по поверхности микростружки наружных слоёв ДСП с – 1,14 до 1,32 г/м² или на 15,8%, а по поверхности стружки внутреннего слоя с 2,38 до 3,38 г/м² или на 42,0%.

Ключевые слова: древесностружечные плиты, микростружка наружных слоёв, стружка внутреннего слоя, фракционный состав, размеры стружки, площадь поверхности, удельный расход смолы, удаление мелких частиц.

Vasilyev V.V., Vesnina E.N. Regulation of the specific consumption of resin over the surface of wood particles in the production of particle boards. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhnicheskoy Akademii*, 2022, iss. 241, pp. 229–243 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2022.241.229-243

The analysis of industrial microchips of the outer layers and chips of the inner layer of particle boards with a fine-structured surface is carried out. In the workshop, the selection of a fine fraction of wood particles and its withdrawal from the process flow is not carried out. The studied chips had the following rock composition: aspen – 60%, birch – 20%, pine – 20%. The absolute moisture content of the chips is 2%. The fractional composition of wood particles and their linear dimensions are determined. The specific surface area was calculated for each fraction and for the chip mixture as a

whole. A method has been developed for calculating the specific surface area, taking into account the content of bark and rot in wood raw materials, as well as the moisture content of dry chips. The average size of microchips: length 1.79 mm, width 0.35 mm, thickness 0.07 mm. The total surface of 1 kg of microchips is 120 m². Of these, the largest area of about 81% are the surfaces of layers of wood particles, the shares of the side faces and ends of the microarray, respectively, 15 and 4%. With an average weighted basic density of wood raw materials of 427 kg/m³, the recommended dry resin distribution is 13.7%. At this rate, the calculated specific consumption of dry resin on the surface of wood particles of microchips is 1.14 g/m². The microarray contains a significant amount of the smallest wood particles of a fraction of 0.5/0 mm – 22.8% of the total mass. The specific surface area of the particles of this fraction is 266 m²/kg, it occupies 50.6% of the total surface area of the microarray. The removal of fine particles of 0.5/0 mm fraction in the amount of 10% of the mass of the microchips allows to reduce the surface area of the microchips from 120 to 104 m² or by 13.3%, and the surface area of this fraction from 50.6 to 36.4% of the total area of the microchips. With a resin consumption of 13.7%, the calculated specific consumption of dry resin on the surface of the microchip will be 1.32 g/m². An increase in the specific consumption of resin from 1.14 to 1.32 g/m² or by 15.8%. Average chip sizes of the inner layer: length 6.25 mm, width 0.88 mm, thickness 0.27 mm. The total surface of 1 kg of chips is 42.9 m². Of these, the largest area of about 77% are the surfaces of wood particle layers, the shares of the side faces and ends of the microarray, respectively, 20 and 3%. The recommended consumption of dry resin is 10.2%. With this consumption, the even specific consumption of dry resin on the chip surface is 2.38 g/m². The content of the smallest wood particles of 0.5/0 mm fraction is 5.2% of the total chip mass. The specific surface area of the particles of this fraction is 281 m²/kg, it occupies 34.1% of the total chip surface area of the inner layer. The removal of fine particles of 0.5/0 mm fraction in the amount of 5% of the chip mass reduces its surface area from 42.9 to 30.2 m² or by 29.6%, and the surface area of this fraction from 34.1 to 2.0% of the total chip area. With a resin consumption of 10.2%, the calculated specific consumption of dry resin on the surface of the wood chips of the inner layer will be 3.38 g/m². An increase in the specific resin consumption from 2.38 to 3.38 g/m² or by 42.0%. With a mass fraction of the outer layers of 40%, the removal of 10% of the mass of microchips is 4% of the total flow of dry chips. The similar removal of 5% of small particles from the chips of the inner layer is 3% of the total flow. The sum of the removed fraction of 0.5/0 mm fraction particles is 7% of the total chip mass. Removal of a part of the smallest particles of 0.5/0 mm fraction from the general flow of dry chips leads to an effective increase in the specific consumption of resin over the surface of the remaining chips. When 7% of wood particles of this fraction are removed, the calculated specific resin consumption increases on the surface of the chipboard outer layers from 1.14 to 1.32 g/m² or by 15.8%, and on the chip surface of the inner layer from 2.38 to 3.38 g/m² or by 42.0%.

Key words: particle boards, outer layer microchips, inner layer chips, fractional composition, chip sizes, surface area, specific resin consumption, removal of small particles.

ВАСИЛЬЕВ Виктор Владимирович – доцент Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, кандидат технических наук. SPIN-код 3584-0908. ORCID: 0000-0003-2366-0995.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: victorvasil@mail.ru

VASILYEV Victor V. – PhD (Technical), associate professor, St. Petersburg State Forest University, SPIN-cod 3584-0908. ORCID: 0000-0003-2366-0995.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: victorvasil@mail.ru

ВЕСНИНА Елена Николаевна – аспирант Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, дипломированный инженер.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: envesnina@mail.ru

VESNINA Elena N. – PhD student, St.Petersburg State Forest Engineering University, graduate engineer.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: envesnina@mail.ru