

Таким образом, многослойную дорожную конструкцию можно рассчитывать как двухслойную, состоящую из подстилающего полупространства и эквивалентного слоя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Леонович И.И., Макаревич С.С., Лащенко А.П. Применение реологических моделей к расчету дорожных одежд. — Минск, 1971. — 183 с. 2. Леонович И.И., Макаревич С.С. Напряжения и деформации дорожных одежд с учетом их реологических свойств. — Вестник БГУ, сер. 1, 1976, № 1, с. 25—31. 3. Радоский Б.С. Поведение дорожной конструкции как слоистой вязкоупругой среды под действием подвижной нагрузки. — Изв. вузов: Строительство и архитектура, 1975, № 4, с. 141—146. 4. Леонович И.И., Макаревич С.С. Задача Буссинеска для однородного упруговязкого полупространства. — Изв. АН БССР. Сер. физ.-техн. наук, 1972, № 3, с. 5—10. 5. Макаревич С.С. Расчет дорожных одежд с учетом упруговязких деформаций. — В кн.: Механизация лесоразработок и транспорт леса. Минск: Выш. шк., 1976, вып. 6, с. 88—94. 6. Конструирование и расчет нежестких дорожных одежд/Под ред. Н.Н.Иванова. — М.: Транспорт, 1973. — 328 с. 7. Лащенко А.П. Решение задачи определения напряжений и деформаций дорожных одежд и земляного полотна с учетом реологических свойств материалов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 1983. — 16 с.

УДК 630*839—493.001.2

А.В.ТИМОШЕНКО, А.П.МАТВЕЙКО,
канд. техн. наук (БТИ)

ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА СЕПАРАЦИИ ЩЕПЫ В РУБИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Вырабатываемая из отходов лесозаготовок и тонкомерных деревьев "зеленая" щепка для производства древесных плит требует ее очистки от примесей древесной зелени (ДЗ), гнили, мелочи, минеральных частиц. В то же время древесная зелень является ценным сырьем для лесохимических производств. В этой связи сепарация "зеленой" щепы на кондиционную щепу для плитных производств и древесную зелень для лесохимических производств приобретает актуальное значение в деле полного и комплексного использования древесного сырья.

Существующий в настоящее время технологический процесс производства щепы связан с дальнейшей ее сортировкой, что требует дополнительных транспортно-переместительных операций и специального оборудования.

Анализ существующего и разрабатываемого оборудования для производства щепы и ее сортировки показывает, что одним из эффективных направлений является использование рубильных установок, обеспечивающих одновременно и сортировку щепы. При работе таких установок осуществляется сепарация измельченного материала на две и более фракций в процессе выработки щепы. При этом эффективность и качество процесса сепарации в установках различных конструкций будут разные. В связи с этим при оценке рубильных установок с сепарированием щепы (рубильно-сепарирующие установки) целесообразно пользоваться показателями эффективности процесса сепарации.

рации. Оценка эффективности процесса сепарации щепы в рубильных установках была ранее в работе [1]. Однако в ней приведена оценка эффективности рубильных установок с сепарированием щепы только на две фракции. В связи с разработкой рубильных установок с сепарированием щепы на число фракций более двух назрела необходимость произвести оценку эффективности процесса сепарации в таких установках.

Одним из показателей эффективности процесса сепарации "зеленой" щепы на три фракции (мелочь, древесная зелень, кондиционная щепа) является коэффициент разделения E , определяемый отношением массы примесей, выделяемых из щепы, к массе примесей в исходной смеси. Для мелкой фракции коэффициент разделения

$$E_M = \Delta B_M / C_M,$$

где ΔB_M — масса примесей мелкой фракции, выделяемой из щепы; C_M — масса примесей мелкой фракции в исходной смеси.

Коэффициент разделения $E_{дз}$ для древесной зелени — второй важный показатель:

$$E_{дз} = \frac{\Delta B_{дз} - \alpha \Delta B_{дз}}{C_{дз}},$$

где $\Delta B_{дз}$ — масса фракции ДЗ, выделенной из щепы; α — коэффициент, характеризующий количество уноса кондиционной щепы в фракцию ДЗ, в % от массы всей фракции; $C_{дз}$ — масса ДЗ в исходной смеси.

Важным показателем, характеризующим качественную сторону процесса сепарации, является коэффициент засоренности отсортированной кондиционной щепы примесями. Он определяется отношением количества примесей, попавших во время сепарации в кондиционную фракцию, к количеству примесей в исходном продукте:

$$\psi = \Delta P / C_0,$$

где ΔP — количество примесей, попавших во время сепарации в кондиционную фракцию; C_0 — количество примесей, подлежащих выделению в исходном продукте.

Коэффициент засоренности ψ отсортированной кондиционной щепы примесями можно определить через коэффициенты разделения E_M и $E_{дз}$ по формуле

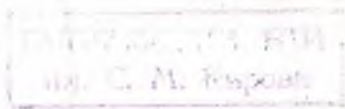
$$\psi = 1 - [E_M + E_{дз} / (1 - \alpha)].$$

Важными показателями, характеризующими эффективность процесса сепарации щепы, являются количество выделяемого отсева и получаемой сортированной щепы.

Определим содержание отсева и сортированной щепы, выделяемых в процессе сепарации. Содержание сортированной щепы в исходной смеси равно:

$$A_c = V_c / V,$$

(1)



где V_c — количество сортированной щепы; V — количество несортированной щепы, практически равное количеству переработанного сырья.

Количество сортированной щепы можно определить по формуле

$$V_c = V - V_o, \quad (2)$$

где V_o — количество отсева.

Очевидно, общее количество примесей в исходной смеси равно сумме примесей в сортированной щепе и в отсеве. Тогда справедливо равенство

$$NV = CV_c + bV_o, \quad (3)$$

где N — содержание примесей в исходной смеси; C — содержание примесей в сортированной щепе; b — содержание примесей в отсеве.

Используя уравнения (1)–(3), после соответствующих преобразований получим, что

$$V_c = V \frac{b - N}{b - C}.$$

Содержание отсева в щепе равно:

$$A_o = V_o / V, \quad (4)$$

где A_o — содержание отсева в исходной смеси; V_o — количество отсева.

Используя уравнения (2)–(4), аналогично определяем количество отсева V_o :

$$V_o = V \frac{N - C}{b - C}.$$

Таким образом, зная содержание примесей в исходной смеси N , в сортированной щепе C и содержание примесей в отсеве b , можно определить количество сортированной щепы V_c и количество отсева V_o при сепарации объема V несортированной щепы.

Следующие важные показатели — это количество выделенных фракций и степень сложности конструкции сепарирующего узла. Эти два показателя взаимосвязаны, так как при увеличении числа выделяемых фракций усложняются конструкции сепарирующего узла. Очевидно, оптимальным числом выделенных фракций в процессе сепарации щепы в рубильно-сепарирующей установке будет 3. В этом случае исходную смесь можно разделить на крупную, среднюю (кондиционную) и мелочь, не слишком усложняя конструкцию сепарирующего узла.

Классификация рубильно-сепарирующих установок по способу удаления щепы, количеству разделяемых фракций и конструкции сепарирующего узла приведена на рис. 1.

Анализ представленных на схеме конструкций рубильных установок с сепарированием щепы показывает, что наиболее предпочтительны установки с верхним выбросом и сепарированием щепы на фракции более двух

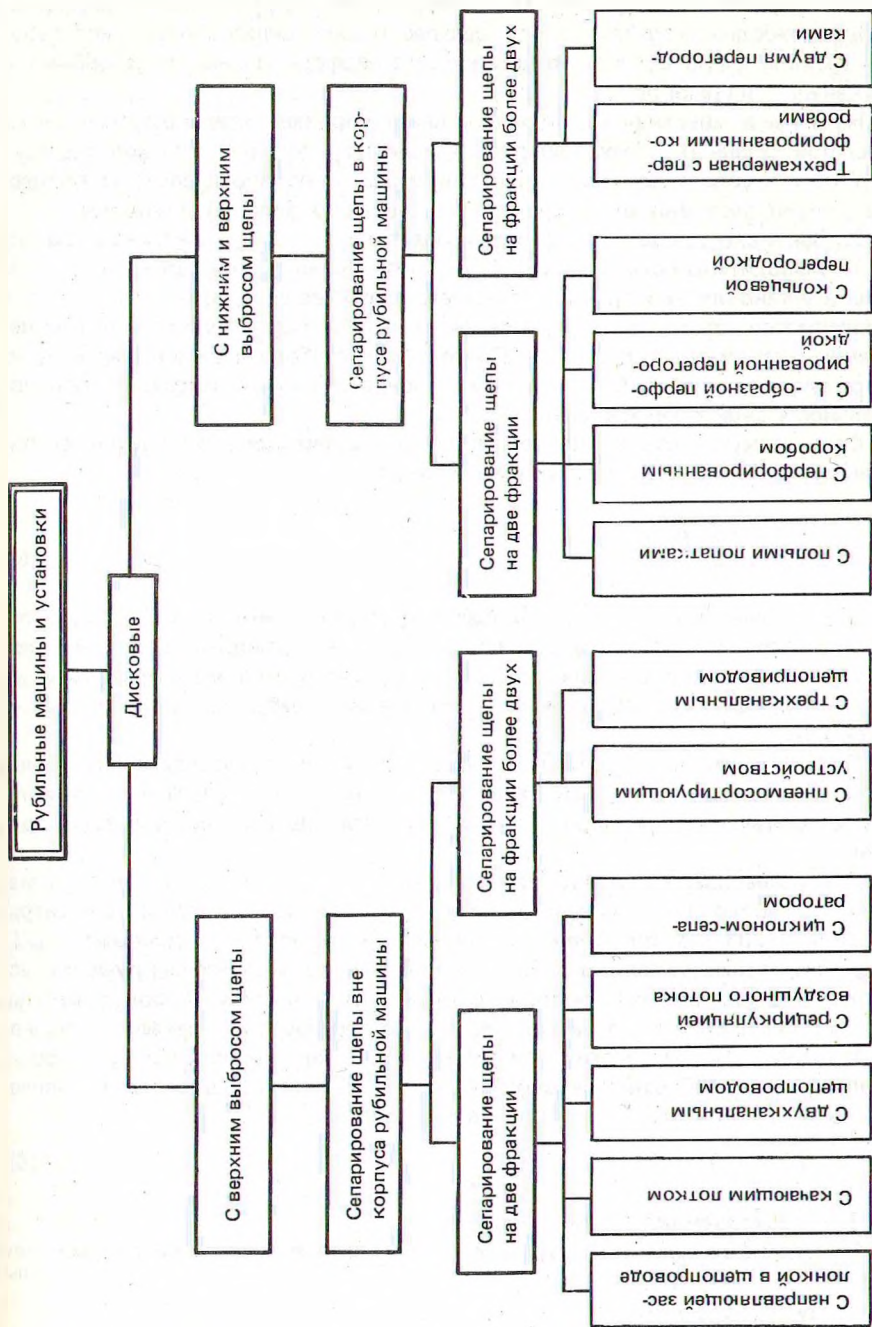


Рис. 1 Классификация дисковых рубильно-сепарирующих установок

из-за повышения степени разделения щепы, простоты конструкции сепарирующего узла, удобства выброса и погрузки получаемых продуктов. С целью получения наибольшей эффективности сепарации щепы целесообразно использовать трехкамерную рубильную установку с перфорированными коробами и трехканальный щепопровод.

Не менее важными показателями являются производительность сепарации щепы при заданных коэффициентах разделения и удельный расход энергии. В рубильных установках с сепарированием щепы производительность процесса сепарации, очевидно, равна производительности рубильной установки.

Эффективно процесс сепарации осуществляется в определенных границах производительности машины. При превышении производительности машины в установленных границах снижается качество сепарации щепы, так как увеличивается объем щепы, подлежащей сепарации в единицу времени при неизменных параметрах установки. Поэтому при выборе и расчете параметров сепарирующего узла необходимо ориентироваться на максимальную производительность рубильной машины.

Фактическую часовую производительность рубильной установки с сепарированием щепы можно определить по формуле

$$\Pi_{\text{ч}} = \frac{60Q\varphi_1\varphi_2}{t}, \quad (5)$$

где Q — количество щепы, вырабатываемое рубильной машиной при максимальной загрузке (м^3) за время t , мин; φ_1 — коэффициент использования машины (для многоножевых машин $\varphi_1 = 0,1-0,4$, для малоножевых $\varphi_1 = 0,5-0,8$); φ_2 — коэффициент использования рабочего времени ($\varphi_2 = 0,7-0,8$).

Для эффективной работы рубильных установок с сепарированием щепы необходимо стремиться к выбору сепарирующего узла, позволяющего получить максимальную производительность при заданных коэффициентах разделения.

При исследовании расхода электроэнергии и мощности в рубильных машинах установлено, что на выброс щепы и создание воздушного потока затрачивается 15...33,1 % потребляемой энергии на переработку древесины [2]. Мощность, расходуемая на удаление щепы в рубильно-сепарирующих установках, возрастает из-за дополнительных затрат энергии на процесс сепарации, что увеличит общий расход энергии на переработку древесного сырья.

Удельный расход энергии при работе рубильно-сепарирующих установок представляет собой отношение расходуемой энергии (мощности) к количеству готового продукта (или к производительности).

$$N_{\text{уд}} = N_{\text{р}} / \Pi_{\text{ч}}, \quad (6)$$

где $N_{\text{р}}$ — расходуемая энергия установки.

С учетом формулы (5) выражение (6) запишется следующим образом:

$$N_{\text{уд}} = \frac{N_{\text{р}} t}{60Q\varphi_1\varphi_2}.$$

Необходимо стремиться к выбору сепарирующего узла с минимальным удельным расходом энергии.

С целью оптимизации процесса сепарации щепы на три фракции в рубильно-сепарирующей установке зададимся следующими граничными условиями: допустимым количеством примесей в сортированной щепе, % (ψ_d), допустимым количеством кондиционной щепы в примесях, % (α_d), максимальным количеством выделенных примесей соответственно мелочи и ДЗ, % ($E_m, E_{дз}$), максимальной производительностью сепарации щепы, ($\Pi_ч, м^3/ч$) и минимальным удельным расходом энергии ($N_y, кВт \cdot ч/м^3$). Тогда математическое выражение оптимизации процесса сепарации щепы на три фракции в рубильно-сепарирующей установке будет следующим:

$$\psi = m_1 (v_i) \leq \psi_d,$$

$$\alpha = m_2 (v_i) \leq \alpha_d,$$

$$E_m = m_3 (v_i) \rightarrow \max,$$

$$E_{дз} = m_4 (v_i) \rightarrow \max,$$

$$\Pi_ч = m_5 (v_i) \rightarrow \max,$$

$$N_y = m_6 (v_i) \rightarrow \min,$$

где v_i — факторы, влияющие на процесс сепарации щепы и принятые в качестве независимых, $i = 1, 2, 3...$

Используя данные выражения, можно определить оптимальные параметры процесса сепарации щепы.

Таким образом, при оценке рубильно-сепарирующих установок целесообразно пользоваться показателями эффективности процесса сепарации щепы. Основными из них, характеризующими эффективность процесса сепарации в рубильно-сепарирующих установках, следует считать количество примесей в сортированной щепе, количество кондиционной щепы в примесях, производительность сепарации, удельный расход энергии.

При создании конструкций рубильных установок с сепарированием щепы необходимо стремиться к оптимальному количеству выделяемых фракций с наибольшей эффективностью их разделения при наименьшей степени сложности конструкции и удельном расходе энергии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнов Н.С. Критерии оценки процесса сепарации щепы в рубильных установках. — В кн.: Комплексная переработка и использование древесины: Сб. науч. трудов. — Химки: ЦНИИМЭ, 1983, с. 62—66.
2. Рушнов Н.П., Пряхин Е.А. Энергия дисковой рубильной машины. — Лесозэксплуатация и лесосплав. М.: ВНИПИЭИлеспром, 1981, вып. 16, с. 16.