

**Рекомендации по выбору рациональных параметров  
процесса размола древесных включений торфа**

Жигульская А. И., Фомин К.В.

Тверской государственной технической университет, РФ

Эффективное использование местных сырьевых ресурсов торфодобывающих регионов связано с решением проблемы утилизации болотной древесины, являющейся повышенным источником пожароопасности на действующих торфяных предприятиях.

Обоснование новых методов получения связующей добавки из древесных включений торфяной залежи связано с разработкой рекомендаций по выбору оптимальных параметров размольной гарнитуры и режимов работы технологического оборудования.

Наиболее существенными элементами гарнитуры, влияющими на эффективность размола, являются: толщина ножей и ширина канавок между ними, углы наклона ножей к радиусу диска, наличие и расположение перегородок в канавках между ножами.

Взаимосвязь показателей стоимости размола и удельного расхода электроэнергии такова: при увеличении числа ножей (т.е. повышении числа рабочих граней и, следовательно, режущей длины ножей) возрастает производительность мельницы при снижении удельного расхода электроэнергии на размол. Повышение режущей длины ножей может быть достигнуто (на одной площади размалываемого диска) за счет уменьшения толщины ножей и расстояния между ними. Расстояние между ножами определяется видом размалываемого сырья и его концентрацией: для пневой древесины торфяной залежи при размолке низкой концентрации - 4 мм.

Угол скрещивания ножей гарнитуры ротора и статора является параметром, с помощью которого можно варьировать соотношение гидратирующего и укорачивающего воздействия на волокнистый материал, а также удельный расход электроэнергии на размол. Проведенные эксперименты показали, что при радиальном расположении ножей происходит более сильное режущее действие на массу при минимальной энергоемкости размола, а при угле наклона ножей к радиусу диска равном  $45^\circ$  - расчесывание волокна при максимальной энергоемкости процесса, поэтому средний угол наклона

ножей к радиусу колеблется между двумя этими крайними положениями и составляет  $12\div 25^\circ$ .

По сравнению с режущей длиной влияние угла наклона ножей на эффективность размола менее значительна, она определяется главным образом производительностью мельницы и энергоемкостью процесса размола.

Металлическая гарнитура в процессе эксплуатации подвергается коррозии и сильному абразивному износу, поэтому при получении опытных партий древесно-волокнутой массы из пневой древесины торфяной залежи был исследован процесс размола с использованием комбинированной металлокерамической гарнитуры. Специальная конфигурация ножей и материал керамической гарнитуры снижают удельный расход электроэнергии на размол: при размоле массы низкой концентрации за счет снижения гидродинамических потерь в зоне размола; при размоле массы высокой концентрации за счет большего прироста степени помола за проход через мельницу.

После проведения экспериментов с использованием металлокерамической гарнитуры необходимо отметить следующие преимущества: снижение энергоемкости размола на  $10\div 30\%$ ; повышение качества готовой продукции на  $10\%$  и выше; снижение стоимости гарнитуры в  $2\div 3$  раза; снижение шумового фона на  $8\div 10$  дБ.

Рекомендовано, по результатам промышленных экспериментов, производить размол пневой древесины торфяной залежи в две ступени. Первая ступень: дефибратор (установка горячего размола – УГР-03), где совмещены камера пропаривания непрерывного действия и камера размола. Для обеспечения минимальной энергоемкости размола, определены оптимальные параметры работы установки: температура  $170\div 180^\circ$ , время пропарки  $60\div 90$  с, давление пара  $0,6\div 1,0$  МПа. Степень размола получаемой массы  $10\div 12^\circ\text{ШР}$ .

Установлено методом экспертных оценок, что при размоле пневой древесины торфяной залежи, на второй ступени следует применять дисковые мельницы. Определен показатель удельной нагрузки на кромки ножей  $B_s$ , который характеризует качество размола пневой древесины. При расчетном значении  $B_s = 1,5$  Дж/м, минимальный расход полезной энергии на размол  $A_n = 1000$  МДж/т, степень размола  $35\div 55^\circ\text{ШР}$ , содержание длинноволокнутой фракции до  $80\%$ . Использование металло-

керамической гарнитуры при размоле пневмой древесины торфяной залежи позволяет снизить энергозатраты на 20÷30 %.

На основе проведенных исследований при получении опытных партий древесно-волоконистых масс разработаны модели процессов размола и взаимодействия рабочих органов (гарнитуры). Для первой ступени размола рекомендован дефибратор (установка горячего размола – УГР-03), где совмещены камера пропаривания непрерывного действия и камера размола, оснащенная двумя дисками, один из которых вращающийся.

Высокое давление насыщенного пара рекомендуется для создания благоприятных условий размола и снижения расхода электроэнергии на приготовление волокна. Размол подогретой щепы экономичен с точки зрения расхода электроэнергии.

Температуру в дефибраторе поддерживают подачей насыщенного пара. Повышение температуры при дефибрировании не только снижает расход энергии, но и улучшает качественные показатели получаемой древесно-волоконистой массы, как подтверждают результаты исследований по размолу щепы из древесных включений торфяной залежи. Особенно резкое снижение расхода энергии на дефибрирование наблюдается при температуре 170...180°.

Удельная нагрузка на кромки ножей имеет определенный физический смысл, т. к. полезная мощность отнесена к длине ножевых кромок, а не к площади размалывающей поверхности, что указывает на превалирующее значение ножевых кромок (участков рабочих поверхностей ножей, покрытых волокнистыми наслойками) в процессе размола.

При равных удельных нагрузках на кромках ножей ( $B_s = const$ ), отношениях секундной режущей длины к производительности ( $L_o = L_s/Q = const$ ), углах наклона ножей к образующей, а также материале гарнитуры качество массы, размолотой на различных по типу мельницах, должно быть одинаковым. Комплекс  $L_o$  фактически характеризует величину обратную количеству волокон, откладываемых на 1 м длины ножевых кромок.

$$B_s L_o = \frac{N_{p1}}{Q_1} = \frac{N_{p2}}{Q_2} = A_n = const.$$

Это выражение представляет собой удельный полезный расход энергии, имеющий более ясный физический смысл, чем величина

$L_Q$ . Таким образом, при прочих равных условиях обеспечение одинаковых значений удельной нагрузке  $B_s$  и удельного полезного расхода энергии  $A_n$  должно обеспечить одинаковое качество обрабатываемых волокон.

В размалывающих машинах качество разработки волокна определяет количество работы, затраченной на обработку волокон. Отнеся эту работу к массе волокна, прошедшего зону размола, получим показатель полезного удельного расхода энергии, МДж/т:

$$A_n = N_p \cdot t / m = (N_0 - N_{x.x}) / Q \quad (1)$$

где  $N_p = N_0 - N_{x.x}$  – полезная мощность размола, кВт;  $N_0$  – общая мощность, потребляемая мельницей, кВт;  $N_{x.x}$  – мощность холостого хода, потребляемая мельницей при перекачке массы, кВт;  $t$  – время размола, ч;  $m$  – масса а.с.в., размалываемого мельницей за время  $t$ , т;  $Q = 24m/t$  – производительность мельницы, т/сут а.с.в.

Наряду с показателем  $A_n$  для характеристики работы размалывающей машины часто применяется показатель общего удельного расхода энергии  $A_0$ , МДж/т:

$$A_0 = 24N_0 / Q. \quad (2)$$

Экспресс-методом оценки работы размалывающей мельницы является прирост степени помола массы за проход в зависимости от удельного расхода полезной или общей электроэнергии. Поскольку на качество размола практически оказывает влияние только полезная мощность, для расчета размалывающих машин введем показатель полезной удельной энергоёмкости размола  $E_n$ , МДж/(т·°ШР), который можно определить по формуле

$$E_n = \frac{\Delta A_n}{\Delta^\circ \text{ШР}} = \frac{N_p \Delta t}{m \Delta^\circ \text{ШР}}, \quad (3)$$

где  $\Delta A_n$  – удельный полезный расход энергии, необходимый для получения определенного прироста степени помола массы ( $\Delta^\circ \text{ШР}$ ).

Выразим  $E_n$  с учетом производительности мельницы:

$$E_n = \frac{N_p}{Q\Delta^\circ ШР}, \quad (4)$$

Этот показатель (при соблюдении постоянного удельного давления в зоне размола) не зависит от типа размалывающих машин, а определяется видом волокна и его сопротивляемостью размолу.

Следовательно, после проведения теоретических исследований в ходе апробации модели процессов размола и взаимодействия рабочих органов (гарнитуры) для получения качественной волокнистой массы, пригодной по всем свойствам и характеристикам для связующей добавки, определены оптимальные режимы работы технологического оборудования с позиции минимальной энергоемкости его работы.

Литература

Жигульская А.И., Самсонов Л.Н. Минимальная энергоемкость работы размольного оборудования в производстве связующей добавки торфяных горшочков. Горный информационно-аналитический бюллетень №12, 2003.

УДК 634.0.31

### **Механико-математическая модель рубильной машины с барабанным режущим рабочим органом**

Таяновский Г.А., Хамицевич М.В.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Рубильные машины в условиях торфоразработок используются для измельчения на топливную щепу предварительно разделанной на допустимые по размеру части скорчеванной пневой древесины. Динамическая система рубильной машины с барабанным режущим органом включает: привод режущего барабана; привод подающего вальца; привод пластинчатого конвейера; привод метателя. Приводы испытывают значительные динамические нагрузки при взаимодействии с исходным древесным материалом. При проектном выборе параметров приводов этих машин необходимо учитывать уровень их динамической нагруженности.

На стадии проектирования рубильной машины оценить величины динамических нагрузок в приводах ее активных рабочих органов можно путем моделирования. При составлении динамической системы и математическом описании ее функционирования приняты