

Контроль степени загрузки шахты в системе управления цепным дефибрером
Михайлова Ю.С. (СПбГТИ(ТУ)), Семенкин Г.А. (СПбГТИ(ТУ))
Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Рудакова И.В.
(СПбГТИ(ТУ))

Введение. Возрастающие требования к экологической чистоте продукции постепенно увеличивают востребованность газетной бумаги, которая применяется в том числе как оберточная, офисная, составная часть гофрированного картона. Высокой чистотой производства отличается Кондопожский целлюлозно-бумажный комбинат (ЦБК). Производительность завода напрямую зависит от стадии подготовки древесной массы. Истирание древесины в массу реализуется в нескольких параллельно работающих цепных дефибрерах. Это самые энергоемкие агрегаты ЦБК, удельный расход электроэнергии на получение тонны древесной массы составляет в среднем 1200 кВт/ч, что при выработке массы около 500 тыс.т./год требует $5,2 \cdot 10^{12}$ кВт/год. Истирание осуществляется за счет прижимания балансов (очищенных стволов длиной около 1250 мм) к вращающемуся камню. Под воздействием абразивных зерен формируется древесная масса, которая далее направляется в ванну с водой 80°C [1]. Производительность дефибрера и, соответственно, нагрузка на привод во многом определяются уровнем загрузки шахты балансами среднего диаметра, степенью износа камня, вариантом укладки балансов, их влажностью. Сформированный по результатам литературного обзора и экспертного опроса направленный сигнальный граф взаимного влияния условий эксплуатации на производительность и энергопотребление приводов дефибрера позволил формализовать основные причинно-следственные связи. Большое влияние на режим работы дефибрера оказывают неравномерность загрузки шахты и характеристики исходного древесного материала [2]. Перманентный контроль за объемом и качеством загрузки технически затруднен, так как материал подается на загрузку транспортёрами и распределяется операторами между дефибрерами.

Основная часть. Наличие в конструкции дефибрера открытого пространства, через которое видны торцевые смещения загруженных балансов, инициируемые перемещением цепей, стало предпосылкой внедрения для оценки степени загрузки системы машинного зрения [3]. Отталкиваясь от известной длины балансов и определённых диаметров торцевых сечений, можно оценить мгновенный уровень загрузки, а вычисляя скорость смещения изображения – рассчитать расход леса, подаваемого на истирание. Сложность реализации этой задачи состоит в правильной интерпретации изображения в производственных условиях (освещённость). Медленное смещение балансов 5-6 см/мин позволяет использовать развернутые алгоритмы обработки изображения: перевод изображения в оттенки серого, формирование уточненной разметки методом Отсу и выявление контуров, центров и диаметров кругов через преобразование Хафа. Фильтр срезов по диаметру меньше технологически установленного порога – 15-16 мм позволяет рассчитать процентный состав балансов малого объема в загрузке.

Выводы. Предлагаемая схема расчета диаметров балансов на основе системы машинного зрения позволяет не только оценить текущий уровень загрузки, но и определить процентное соотношение заполнения шахты балансами малого диаметра. Увеличение числа таких балансов существенно повышает нагрузку на приводы, а, как следствие, энергозатраты. Кроме того, растет износ камня при уменьшении выхода древесной массы. Предлагаемая система контроля загрузки предназначена для целесообразного распределения балансов между дефибрерами с целью обеспечения их работы на минимальном уровне энергопотребления и максимальной продолжительности эксплуатации между технически обоснованными остановками.

Список использованных источников:

1. Адамов, Д.В. К вопросу повышения производительности цепного дефибрера при воздействии динамических факторов / Д.В. Адамов, Н.А. Любановский - сборник статей междунар. конференции «Инновации в науке и практике». Уфа: ООО Дендра. - Часть 1. – 2017. – С. 82-87
2. Соколов, М. И. Совершенствование режимов электропотребления главного привода цепных дефибреров : специальность 05.09.03 Электротехнические комплексы и системы, включая их управление и регулирование : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Соколов Михаил Иванович ; Ивановский государственный энергетический институт. - Иваново, 1996. - 18 с.
3. Бахтин, А.В. Система машинного зрения для определения степени загрузки шахты цепного дефибрера / А.В. Бахтин, А.А. Ковалев. – сборник научных трудов XII Всероссийской научной конференции «Системный синтез и прикладная синергетика». – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, - 2024. - С. 135-137.