

Резка, как одна из стадий формирования готового или промежуточного продукта, присутствует в производствах кормов, в процессах гидролиза соломы [1], а также при подготовке трав к экстракции эфиромасличного сырья в фармацевтическом и ликероводочном производствах [2, 3]. На этой стадии находят большое применение резательные устройства с ножами совершающими движение по окружности, в плоскости перпендикулярной направлению подачи разрезаемого материала, в легкой промышленности, например, хорошо себя зарекомендовала щипальная машина для получения кнопов «Мацусита» японской фирмы «Мацусита сейки КО. ЛТД», которая может быть использована для резки шнуровых материалов и пучков стеблей небольших диаметров. Резательные устройства с упомянутой организацией движения ножей и разрезаемого материала существуют и в других отраслях промышленности. Анализ работы таких резательных устройств показывает, что при непрерывной их работе в целом, процесс резки на этих устройствах происходит периодически, то есть периоды резания чередуются с периодами холостого хода резательного механизма. На рис. 1, в качестве иллюстрации, представлен график, характеризующий зависимость усилия резания M на ножевом диске резательного механизма от времени t за период T - одного оборота ножевого блока на устройстве для резки шнуров с двумя ножами и одним пучком разрезаемого материала. Из графика видно, что период резки составляет только $2\pi r/T$ - часть всего времени работы, а остальное время работы устройства резание не производится. Такой же характер работы наблюдается и у других аналогичных резательных устройств. Нами проведено исследование, которое позволило определить расположение ножей и пучков разрезаемого материала таким образом, чтобы резательное устройство производило резку в течении всего периода работы без холостых ходов. Решение этого вопроса тесно связано с снижением удельных энергозатрат [4]. Рассмотрим резательное устройство с n ножами и m пучками разрезаемого материала. Определим угловую ширину α_p разрезаемого пучка как минимально необходимый угол, на который должен повернуться ножевой диск, чтобы какой-либо из ножей разрезал пучок материала. На рис. 2 показаны величины угловой ширины круглого и прямоугольного пучков при радиальном расположении ножей. Время резки одного пучка t_p при условии постоянства угловой скорости ω ножевого диска: (1) время одного оборота ножевого диска: (2) За один оборот ножевого диска каждый из n ножей разрежет m пучков, следовательно, общее число резов за один оборот ножевого диска N_p будет равно: (3) а общее время резки за один оборот ножевого диска: (4) Для обеспечения непрерывности резки необходимо, чтобы $T_p = T$. Исходя из этого условия и преобразования (1), (2), (3), (4) получаем, что угловая ширина разрезаемого пучка при непрерывной резке должна быть равной: (5) Угол между рядом расположенными ножами равен: (6) Определим такое расположение пучков, чтобы резка происходила в любой момент времени.

Разрезав первый пучок, ножевой диск с ножами повернется на угол α_1 и очередной нож должен будет начать резать следующий пучок. Этот пучок можно расположить перед любым ножом, следовательно, угол между первым и вторым пучком γ_{1-2} будет равен: или с учетом (6): Разрезав второй пучок, ножевой диск повернется на угол $2\alpha_1$, следовательно, угол между первым и третьим пучком будет равен: Для более равномерной нагрузки на ножевой диск резательного механизма во время резки, пучки разрезаемого материала необходимо располагать с перекрытием, то есть так, чтобы резка очередного пучка начиналась еще во время резки предыдущего пучка, и тогда фактическая угловая ширина пучка α_e будет равна: (7) где β - угол перекрытия пучков. Для каждого реального резательного устройства должен выбираться свой угол перекрытия, который обеспечивает смягчение режима работы резательного механизма. При расположении пучков с перекрытием, необходимо из системы уравнений, определяющей взаимное расположение пучков, и аналогичной системы для ножей исключить - последовательное расположение: в первом случае пучков, а во втором - ножей. Тогда эта система уравнений, определяющих взаимное расположение пучков будет иметь вид. (8) А расположение ножей описывается следующим образом (9) Для промышленного аппарата непрерывной резки с прямоугольными пучками $m=2$ и как минимум тремя ножами $n=3$, расположенными равномерно по окружности ножевого диска. Угловая ширина пучка из (5): , фактическая угловая ширина из (7): Пусть 0β . Система уравнений для данного случая запишется в виде Из решения системы уравнений расположения имеем: . На рис. 3 показано расположение ножей и разрезаемых пучков трав. Расположение ножей показано в различные моменты времени. В положении ножей ϕ_1 происходит резка левого горизонтального пучка, в положении ϕ_2 заканчивается резка левого пучка и начинается резка правого пучка, в положении ножей ϕ_3 происходит резка правого пучка. График зависимости нагрузки на ножевой диск резательного механизма представлен на рис. 4. Рис. 4 - Зависимость динамической нагрузки от угла поворота ножей. M_1 , M_2 - Моменты на валу двигателя при резке левого и правого пучков. ΣM - Момент суммарный Проведенные измерения колебаний нагрузки при резке свидетельствует о том, что их величина не превышает $\pm 1\%$ от номинального значения. В результате непрерывности процесса резки возросла производительность участка подготовки сырья и экстрагирования в 2 раза. 1. Предложен метод организации непрерывной резки материалов (пучков или шнуров) [5]. 2. Определена угловая ширина разрезаемого пучка, при которой резка происходит непрерывно. 3. Показано, что при непрерывной резке угол между ножами и пучками кратен угловой ширине пучка. 4. Выведены системы уравнений, определяющие взаимное расположение пучков и ножей в случаях расположения пучков с перекрытием и без перекрытия.