

УДК 631.3: 633.71

UDC 631.3: 633.71

05.00.00 Технические науки

Engineering

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ЛИСТЬЕВ ТАБАКА К СУШКЕ

OPTIMIZATION OF THE PARAMETERS OF WORKING PARTS FOR THE PREPARATION OF TOBACCO LEAVES TO DRYING

Огняник Александр Васильевич
к.т.н., старший преподаватель кафедры «Процессы и машины в агробизнесе»
РИНЦ SPIN-код: 1178-7319

Ognianik Alexander Vasilievich
Cand.Tech.Sci., senior lecturer of the Department of "Processes and machines in agribusiness"
RSCI SPIN-code: 1178-7319

Трубилин Евгений Иванович
д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Процессы и машины в агробизнесе»
РИНЦ SPIN-код: 6414-8130

Trubilin Evgeny Ivanovich
Doctor of technical Sciences, Professor, head of the Department of "Processes and machines in agribusiness", RSCI SPIN-code: 6414-8130

Виневский Евгений Иванович
д.т.н., профессор кафедры «Процессы и машины в агробизнесе»
РИНЦ SPIN-код: 7273-9453

Vinevsky Evgeny Ivanovich
Doctor of technical Sciences, Professor of "Processes and machines in agribusiness"
RSCI SPIN-code: 7273-9453

Папуша Сергей Константинович
старший преподаватель кафедры «Процессы и машины в агробизнесе»
РИНЦ SPIN-код: 9006-3325
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

Papusha Sergei Konstantinovich,
senior lecturer of the Department of "Processes and machines in agribusiness"
RSCI SPIN-code: 9006-3325
Kuban state agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia

В статье представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований по разработке рабочего органа для листовой расщипки и ориентации листьев табака при подготовке их сушке

In the article there are results of theoretical and experimental researches on creating a working part for leaf-splitting and orientation of tobacco leaves when preparing for their drying

Ключевые слова: ЛИСТЬЯ ТАБАКА, БАРАБАН, МЕХАНИЗАЦИЯ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, РАСЩИПКА

Keywords: TOBACCO LEAVES, DRUM, MECHANIZATION, PRODUCTIVITY, SPLIT

Doi: 10.21515/1990-4665-131-034

Одной из наиболее важных задач, стоящей перед АПК страны, является модернизация производства сельскохозяйственного сырья, которая должна решаться путем разработки и внедрения машинных технологий, обеспечивающих сокращение затрат труда, потерь урожая и повышения качества получаемого сырья востребованного перерабатывающей промышленностью.

Рабочий орган представляет собой барабан (рисунок 1) диаметром D и длиной L с внутренними лопастями. Барабан расположен под углом к

горизонту γ . Ширина лопасти – h . Лопасти расположены на одинаковом расстоянии друг от друга, число лопастей – K . [2]

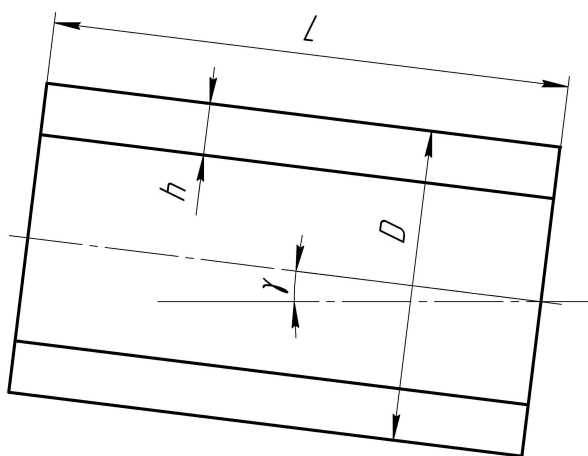


Рисунок 1 – Схема рабочего органа

Технологический процесс перемещения пачек листьев в барабане с внутренними лопастями можно разделить на фазы: I фаза – движение пачки листьев по внутренней поверхности барабана; II фаза – перемещение пачки листьев по поверхности внутренней лопасти; III фаза – падение пачки листьев на внутреннюю поверхность барабана; IV фаза – расслоение пачки листьев под действием удара о внутреннюю поверхность барабана [3, 4, 5].

Оптимизированы параметры рабочего органа для полистного разделения пачек табачных листьев с использованием математического метода планирования многофакторного эксперимента в виде центрального композиционного ортогонального плана второго порядка, предложенного Боксом и Уилсоном.

Установлено влияние угла наклона барабана, частоты вращения барабана и количества внутренних лопастей барабана на производительность и степень расщипки пачек табачных листьев. Уравнение поверхности отклика для производительности в кодированных значениях факторов от взаимодействия угла наклона, частоты вращения, количества внутренних лопастей имеет следующий вид

$$Y = -14,13x_1^2 - 10,40x_2^2 - 34,03x_3^2 + 25,60x_1x_2 + 5,30x_1x_3 + 11,85x_2x_3 + 28,46x_1 + 96,91x_2 + 13,90x_3 + 252,96, \quad (1)$$

где Y – производительность, кг/ч; x_1, x_2, x_3 – кодированные значения факторов.

Пересчитав кодированные значения коэффициентов при факторах x_1, x_2, x_3 в натуральные, получим уравнение отклика вида $Y = f(X_1, X_2, X_3)$.

$$Y = -33,05X_1^2 - 0,96X_2^2 - 9,17X_3^2 + 3,44X_1X_2 + 6,18X_1X_3 - 0,85X_2X_3 + 422,35X_1 + 17,26X_2 + 32,66X_3 - 1587,72, \quad (2)$$

где X_1 – угол наклона барабана, град; X_2 – частота вращения барабана, мин⁻¹; X_3 – количество лопастей.

Для нахождения экстремума уравнения (2) приравняем нулю его частные производные и решив полученную систему уравнений получим

$$X_1 = 7,82; X_2 = 21,34; X_3 = 3,42.$$

Подставив полученные данные в уравнение (2) получим максимальное значение производительности $Y = 403,91$ кг/ч.

Таким образом, оптимальными значениями режимных параметров являются: угол наклона барабана – 7,82°; частота вращения барабана – 20,34 мин⁻¹; количество лопастей – 3,42.

Найденные оптимальные значения точно реализовать на практике не удастся. Поэтому принимаются значения угла наклона барабана, частоты вращения барабана и количества лопастей наиболее близкие к оптимальным, а именно: угол наклона барабана – 8°; частота вращения барабана – 20 мин⁻¹; количество лопастей – 4. Подставив эти значения в уравнение (21), получим: $Y = 400,28$ кг/ч.

Полученное максимальное значение производительности рабочего органа для расщипки пачек табачных листьев является высоким, а последующее оборудование технологической линии не может обеспечить такую

производительность, также следует учесть низкий процент расщипки пачек табачных листьев при подобной производительности.

Ограничивающим фактором для определения оптимального значения производительности является степень расщипки пачек табачных листьев.

Для этого проведен многофакторный эксперимент изучения влияния угла наклона барабана, частоты вращения барабана и количества внутренних лопастей барабана на степень расщипки пачек табачных листьев.

Уравнение поверхности отклика для степени расщипки пачек листьев табака в кодированных значениях факторов от взаимодействия угла наклона, частоты вращения, количества внутренних лопастей имеет следующий вид

$$Y = 81,74 - 7,44x_1 + 0,90x_2 + 8,55x_3 - 4,20x_1^2 - 6,64x_3^2 - 1,22x_1x_3, \quad (3)$$

где Y – степень расщипки, %; x_1, x_2, x_3 – кодированные значения факторов.

Пересчитав кодированные значения коэффициентов при факторах x_1, x_2, x_3 в натуральные, получим уравнение отклика вида $Y = f(X_1, X_2, X_3)$.

$$Y = -270,23 + 98,77X_1 - 1,82X_2 + 17,41X_3 - 7,62X_1^2 - 1,47X_3^2 - 0,61X_1X_3, \quad (4)$$

Для построения графиков влияния производительности и степени расщипки от частоты вращения барабана при различных углах наклона и количестве лопастей барабана, фиксируем один из факторов (угол наклона барабана) на определенном уровне (6, 7 и 8 град.).

Для нахождения оптимального значения производительности проведено графическое исследование графиков влияния производительности и степени расщипки от частоты вращения барабана при различных углах наклона и количестве лопастей барабана (рисунки 2, 3, 4).

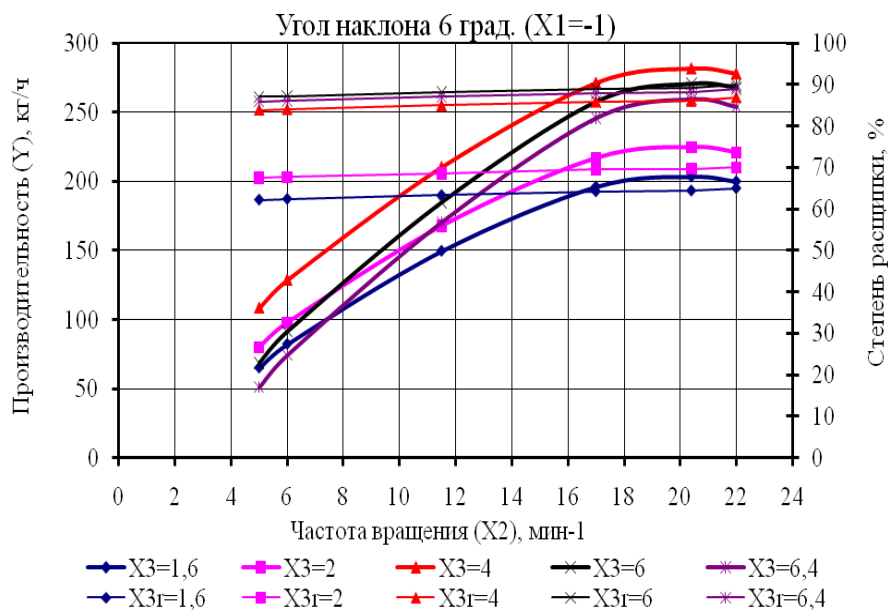


Рисунок 2 – Влияние частоты вращения барабана и степени расщипки при угле наклона барабана 6 град.

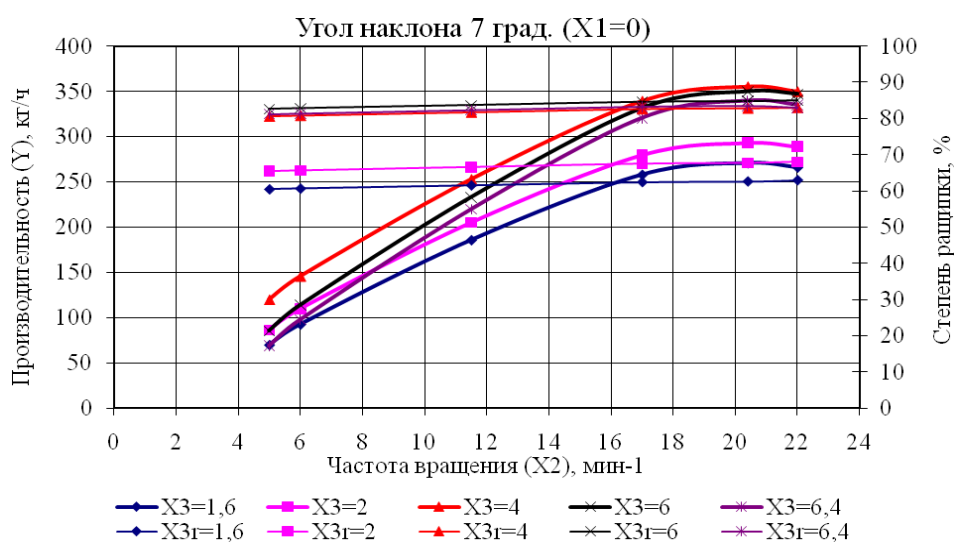


Рисунок 3 – Влияние частоты вращения барабана и степени расщипки при угле наклона барабана 7 град.

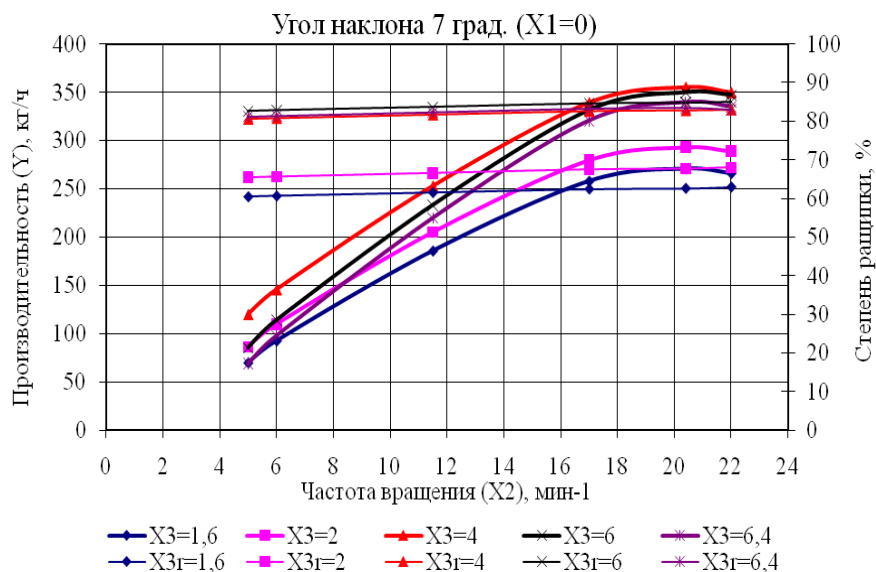


Рисунок 4 – Влияние частоты вращения барабана и степени расщипки при угле наклона барабана 8 град.

В результате проведенного трехфакторного эксперимента определены оптимальные параметры и режимы работы рабочего органа для полистного разделения пачек и ориентации табачных листьев, влияющие на степень расщипки пачек листьев и производительность процесса подготовки листьев табака к сушке: частота вращения - 20 мин⁻¹, количество лопастей - 6 штук, угол наклона барабана - 7 град.

Список литературы

1. Огняник А.В. Новая техника для табаководства / Е.И. Винеvский, Н.Н. Винеvская, А.В. Огняник // Достижения науки и техники АПК. – 2007. - № 7. – С.43-45.
2. Огняник А.В. Технологическая линия для подготовки листьев табака к сушке / А.В. Огняник, Е.И. Винеvский // Механизация и электрификация с.-х. – 2009. - №7. – С.9-10.
3. Огняник А.В., Винеvский Е.И., Трубилин Е.И., Винеvская Н.Н., Букаткин Р.Н. Трибологические исследования взаимодействия листьев табака с рабочими органами машин / Огняник А.В., Винеvский Е.И., Трубилин Е.И., Винеvская Н.Н., Букаткин Р.Н. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 100. С. 502-520.
4. Огняник А.В. Усовершенствованный технологический процесс и параметры рабочего органа для полистного разделения пачек табачных листьев и их ориентации / А.В. Огняник, // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кубанский государственный аграрный университет. Краснодар, 2012
5. Огняник А.В. Некоторые физико-механические свойства растений отечественных сортов табака / А.В. Огняник, Винеvский Е.И., Громов Г.В., Папуша С.К., и

др. // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института табака, махорки и табачных изделий. 2008. № 177. С. 203-208.

References

- 1 Ognjanik A.V. Novaja tehnika dlja tabakovodstva / E.I. Vinevskij, N.N. Vinevskaja, A.V. Ognjanik // Dostizhenija nauki i tehniki APK. – 2007. - № 7. – S.43-45.
2. Ognjanik A.V. Tehnologicheskaja linija dlja podgotovki list'ev tabaka k sushke / A.V. Ognjanik, E.I. Vinevskij // Mehanizacija i jelektrifikacija s.-h. – 2009. - №7. – S.9-10.
3. Ognjanik A.V., Vinevskij E.I., Trubilin E.I., Vinevskaja N.N., Bukatkin R.N. Tribologicheskie issledovanija vzaimodejstvija list'ev tabaka s rabochimi organami mashin / Ognjanik A.V., Vinevskij E.I., Trubilin E.I., Vinevskaja N.N., Bukatkin R.N. // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 100. S. 502-520.
4. Ognjanik A.V. Uovershenstvovannyj tehnologicheskij process i parametry rabocheho organa dlja polistnogo razdelenija pachek tabachnyh list'ev i ih orientacii / A.V. Ognjanik, // dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehniceskix nauk / Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. Krasnodar, 2012
5. Ognjanik A.V. Nekotorye fiziko-mehanicheskie svojstva rastenij otechestvennyh sortov tabaka / A.V. Ognjanik, Vinevskij E.I., Gromov G.V., Papusha S.K., i dr. // Sbornik nauchnyh trudov Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ta-baka, mahorki i tabachnyh izdelij. 2008. № 177. S. 203-208.ц