

теплоотдача повышается, поскольку основной поток тепла от стенки воспринимается жидкой, а не паровой фазой. С увеличением вязкости теплоотдача, наоборот, уменьшается, так как уменьшается интенсивность перемешивания жидкости, обусловленная парообразованием. Зависимость α от p для различных жидкостей различна. В работе [3, 4] показано, что эта зависимость для ацетона, этилового спирта и фреона больше, чем для воды.

Выводы

1. Коэффициент теплоотдачи непрерывно возрастает с увеличением давления насыщения вследствие облегчения условия зарождения паровых пузырей на теплоотдающей поверхности.

2. При увеличении плотности теплового потока степень влияния давления насыщения снижается из-за увеличения величины перегрева, необходимого для вскипания жидкости и снижения степени увеличения активных центров парообразования.

3. Для оребренных поверхностей степень влияния давления проявляется сильнее нежели на гладкой поверхности из-за большего количества активных центров парообразования.

Литература

1. Толубинский В.И. Теплообмен при кипении. – Киев:Навукова думка, 1980. – 316 с.
2. Кутепов А.М., Стерман Л.С., Стюшин Н.Г. Гидродинамика и теплообмен при парообразовании. – М.: Высшая школа, 1986. – 448 с.
3. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел. Теплопередача. – М.: Энергоиздат, 1981. – 416 с.
4. Данилова Г.Н., Тихонов А.В. Экспериментальное исследование теплообмена при кипении холодильных агентов на интенсифицированных поверхностях теплообмена //Кипение, кризисы кипения, закритический теплообмен: Тр. Первой Российской национальной конференции по теплообмену (М., Россия, ноябрь 1994). – М.: Изд-во МЭИ, 1994. – Т. 4. – С. 91-95.

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ НАКЛОНА РАСТЕНИЙ ПЕРЕД СРЕЗОМ

Е.А. Кудряшов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель П.Е. Голушко

Ножи роторного измельчающего аппарата (рис. 1), применяемого на силосоуборочном комбайне КС-2.6 как приспособление для уборки высокостебельной кукурузы и смешанных посевов кукурузы с соей и другими бобовыми культурами, не только срезают растения, но и бросают их после среза на транспортер жатки.

Как показал опыт эксплуатации комбайна КС-2.6 (1), для того чтобы срезанные растения кукурузы не падали на режущий аппарат, а подавались ножами ротора на транспортер жатки силосоуборочного комбайна комлем в сторону питающего измельчающего аппарата, их перед срезом необходимо наклонить в сторону движения комбайна на определенный угол, зависящий как от конструктивных параметров роторного режущего аппарата и режима процесса уборки, так и от размерно-весовых характеристик убираемых культур и, в первую очередь, от высоты расположения центра тяжести (ц. т.) растения.

Рассмотрим движение срезанного растения, моделируя его простейшей двухмассовой системой (рис. 2). Массы сосредоточены у верхушки ta и комля tb стебля

и объединены центральной жесткой связью, что соответствует пренебрежению поперечной сдвиговой жесткостью по отношению к продольной.

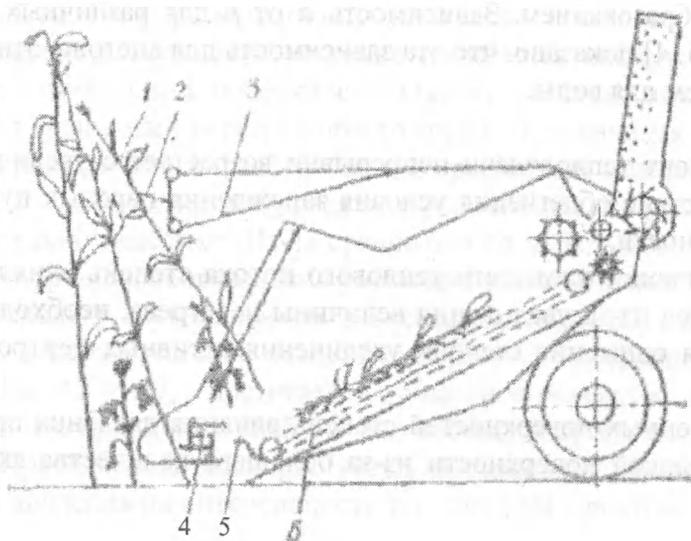


Рис. 1. Схема силосоуборочного комбайна КС-2.6: 1 – растение; 2 – упор, наклоняющий растение перед срезом; 3 – рама упора; 4 – нож режущего аппарата; 5 – отбойная пластина; 6 – транспортер жатки

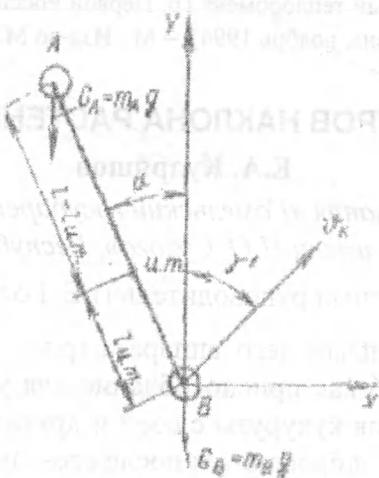


Рис. 2. Схема движения срезанного растения

Величины сосредоточенных масс m_a и m_b назначены из условий, что

$$m_a + m_b = M,$$

где M – масса растения (ц. т. модели и стержня совпадают).

Следовательно,

$$m_a := \frac{l - l_{\text{цм}}}{l} \cdot M, \quad m_b := \frac{l_{\text{цм}}}{l} \cdot M, \quad (1)$$

где $l_{\text{цм}}$ – расстояние от комля до ц. т. растения; l – высота растения.

Движение срезанного растения опишем в системе координат, начало которой совмещено с положением комля в момент среза (см. рис. 2). Положительные углы наклона растения будем отсчитывать от оси Y по часовой стрелке. Начальные условия:

для массы m_b

$$\begin{aligned} X_b(0) &:= 0, \\ X_b(0) &:= v_k \cdot \sin(\gamma); \end{aligned} \quad (2)$$

для массы m_a

$$\begin{aligned} X_a(0) &:= l \cdot \sin(\alpha), \\ X_a(0) &:= v_k \cdot \cos(\gamma - \alpha) \cdot \sin(\alpha), \end{aligned}$$

где v – скорость перемещения комля в момент среза, равная линейной скорости режущей кромки ножа; γ – угол между вертикалью и направлением вектора скорости комля растения в начальный момент времени; α – первоначальный угол наклона растения.

Ограничимся в дальнейшем изучением движения центра масс системы (совпадает с ц. т.) вдоль горизонтальной оси X . Учитывая, что после среза на растение не действуют горизонтальные силы, центр масс, а следовательно, и ц.т. если и смещается, то равномерно, т.е.

$$X_{\text{цм}} := C_1 \cdot t + C_2,$$

где C_1, C_2 – произвольные константы, определяемые из начальных условий.

Учитывая зависимость

$$X_{\text{цм}} = \frac{(l - l_{\text{цм}}) \cdot X_A + l_{\text{цм}} \cdot X_B}{l}$$

и начальные условия (2), получим

$$X_{\text{цм}} = l_{\text{цм}} \cdot \sin \alpha + v_k \frac{l_{\text{цм}}}{l} \cdot t \cdot \left[\frac{l - l_{\text{цм}}}{l_{\text{цм}}} \cdot \sin \gamma' + \cos(\gamma' - \alpha) \cdot \sin \alpha \right]. \quad (3)$$

Направление смещения определяется знаком скорости $\dot{X}_{\text{цм}}$. Если $\dot{X}_{\text{цм}} > 0$, то ц. т. смещается в сторону транспортера (см. рис. 1 и 2). В противном случае, т. е. при $\dot{X}_{\text{цм}} < 0$, срезанное растение упадет перед хедером комбайна. Итак, вопрос о направлении движения срезанного растения решается неравенством

$$\dot{X}_{ум} = v_k \cdot \frac{l_{ум}}{l} \left[\frac{l-l_{ум}}{l_{ум}} \cdot \sin \gamma' + \cos(\gamma' - \alpha) \cdot \sin \alpha \right] \geq 0 \quad (4)$$

или (учитывая, что множитель перед скобкой положительный) неравенством

$$\frac{l-l_{ум}}{l_{ум}} \cdot \sin \gamma' + \cos(\gamma' - \alpha) \sin \alpha \geq 0. \quad (5)$$

Если в осях $\left[\frac{l-l_{ум}}{l_{ум}}; (-\alpha) \right]$ построить при фиксированных значениях γ' кривую согласно уравнению

$$\frac{l-l_{ум}}{l_{ум}} \cdot \sin \gamma' + \cos(\gamma' - \alpha) \sin \alpha = 0, \quad (6)$$

то эта кривая будет являться границей областей (рис. 3), в которых выполняется одно из равенств (5). Так, для значений $\left[l_{ум}; (-\alpha) \right]$, соответствующих точкам над кривыми, описываемыми уравнением (6), будет выполняться условие $\dot{X}_{ум} > 0$, а для точек, лежащих внутри кривых, $-\dot{X}_{ум} < 0$.

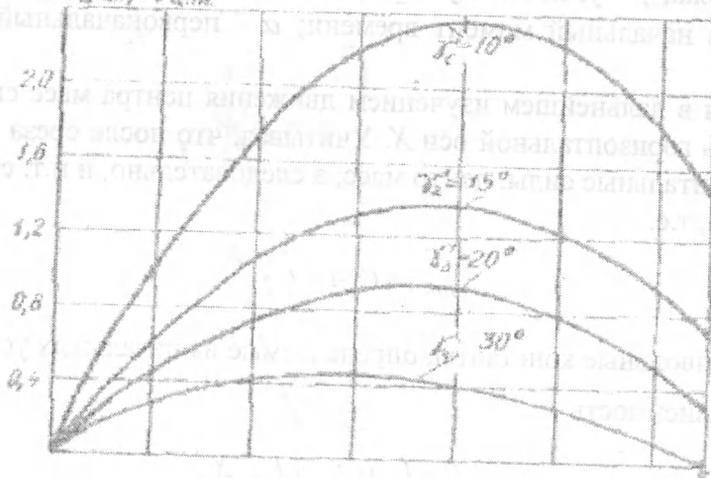


Рис. 3. Зависимость отношения $\frac{l-l_{ум}}{l_{ум}}$ от максимального допустимого угла α наклона растений перед срезом

Значение угла $(-\alpha)$, соответствующее кривой (6), будем называть предельным. В этом случае $\dot{X}_{ум} = 0$, и срезанное растение упадет на нож режущего аппарата. Если угол наклона меньше предельного, то срезанное растение подается на транспортер жатки силосоуборочного комбайна.

Например, при $l_{\text{цт}} = 0,5l$ согласно кривой γ' предельный угол наклона составляет примерно 10° , а при $l_{\text{цт}} = 0,45l$ – около 12° . При увеличении $l_{\text{цт}}$ очевидно, что предельный угол $(-\alpha)$ уменьшается (см. рис. 3). С другой стороны, из графиков видно, что кривые, построенные по формуле (6), ограничены, и, следовательно, начиная с некоторого значения $l_{\text{цт}}^0$ для всех $l_{\text{цт}} < l_{\text{цт}}^0$ при любых углах наклона $(-\alpha)$ скорость $\dot{X}_{\text{цт}} > 0$, т. е. срезанное растение подается на транспортер жатки.

Более того, легко сказать, что в этом случае с ростом угла наклона дальность броска срезанного растения вначале уменьшается, как и в случае $l_{\text{цт}} > l_{\text{цт}}^0$, а затем возрастает. Действительно, давая небольшое приращение отрицательному углу наклона $\Delta\alpha = -\Delta|\alpha|$, получим из выражения (4) приращение скорости $\Delta\dot{X}_{\text{цт}}$:

$$\Delta\dot{X}_{\text{цт}} = \frac{v_{\kappa} \cdot l_{\text{цт}}}{l} \cos(\gamma' - 2\alpha)\Delta\alpha = \frac{v_{\kappa} \cdot l_{\text{цт}}}{l} \cos(\gamma' + 2|\alpha|)\Delta|\alpha|.$$

Отсюда следует, что при $\gamma' + 2|\alpha| < \frac{\pi}{2}$ приращение скорости $\Delta\dot{X}_{\text{цт}} < 0$, что и приводит к уменьшению дальности броска срезанного растения. Но при дальнейшем росте угла наклона величина $\gamma' + 2|\alpha|$ становится больше, чем $\frac{\pi}{2}$, т. е. $\gamma' + 2|\alpha| > \frac{\pi}{2}$, а следовательно, и $\Delta\dot{X}_{\text{цт}} > 0$, т. е. дальность броска возрастает.

Экспериментальную проверку влияния угла наклона растений перед срезом на дальность их полета проводили на специальном технологическом стенде (рис. 4), состоящем из измельчающего 1 и питающего 2 аппаратов, транспортера жатки 3, роторного режущего аппарата 4, кассеты для закрепления растений 5, подающей цепи 6 и автоматического питателя 7. Опыты проводили по методике планирования многофакторного эксперимента [2]. После обработки опытных данных на ЭВМ был получен следующий полином:

$$S = f(v, \alpha, l_{\text{цт}}) = 1,565 + 0,667v + 0,153\alpha - 0,0369l_{\text{цт}} - 0,1194v^2 - 0,01469v\alpha + \\ + 0,0066vl_{\text{цт}} + 0,0066vl_{\text{цт}} + 0,0024\alpha^2 - 0,0027\alpha l_{\text{цт}} + 0,00015l_{\text{цт}}^2.$$

По результатам табулирования полинома построен график (рис. 5) зависимости дальности полета срезанных растений кукурузы от угла наклона α для различных значений высоты расположения центра тяжести $l_{\text{цт}}$. Из графика следует, что дальность полета срезанных растений с увеличением угла наклона $(-\alpha)$ и высоты расположения ц. т. $l_{\text{цт}}$ уменьшается. Однако уже при $l_{\text{цт}} < 0,33l$ с увеличением угла $(-\alpha)$ дальность броска, начиная с некоторого значения $(-\alpha)$, несколько увеличивается, что соответствует аналитическим расчетам.

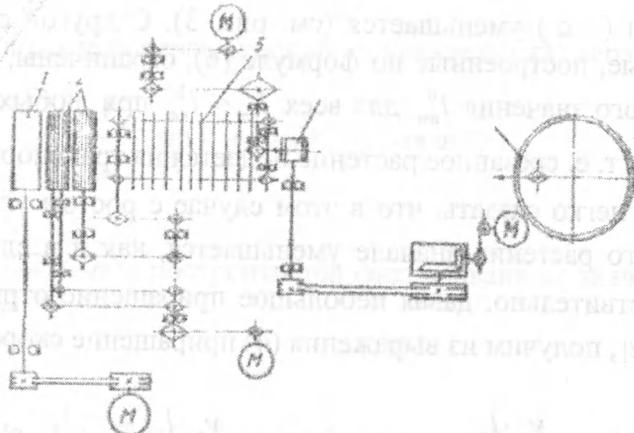


Рис. 4

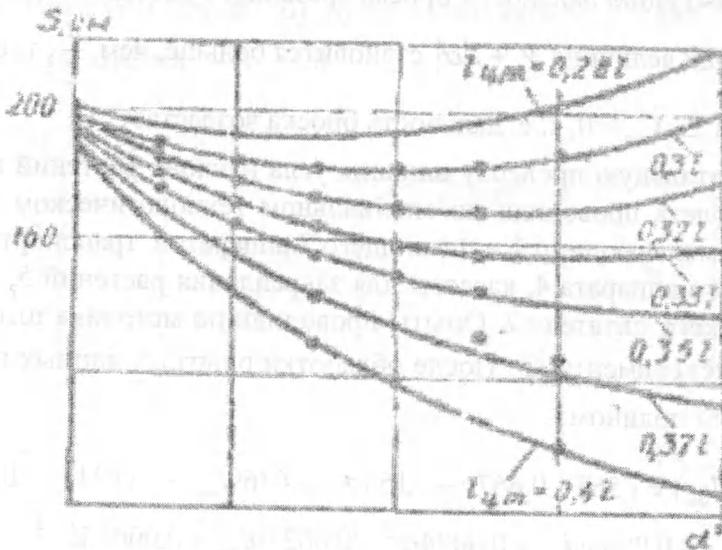


Рис. 5

Как показали результаты лабораторных опытов и наблюдение при полевых испытаниях силосоуборочного комбайна КС-2.6 с роторным режущим аппаратом, при наклоне растений кукурузы перед срезом на угол $(-\alpha) > 20^\circ$ большинство срезанных растений падают средней частью на ножи ротора или же касаются их верхушками. При наклоне растений кукурузы перед срезом на угол $(-\alpha) = 6..12^\circ$ падения срезанных растений с различной высотой расположения ц. т. на ротор не наблюдалось.

Данные аналитических разработок, полученные на принятой модели стебля, удовлетворительно подтвердились результатами экспериментальных исследований по влиянию угла наклона растений перед срезом на устойчивость технологического

процесса срезания и отбрасывания на транспортер жатки силосоуборочного комбайна растений, срезанных роторным режущим аппаратом.

Выводы

Оптимальным углом наклона растений кукурузы перед срезом является угол $(-\alpha) = 6..12^\circ$. Большее значение угла $(-\alpha)$ надо принимать при уборке растений с низким расположением ц. т.

Литература

1. Тудель Н., Евтушенко Н. Уборка совместных посевов кукурузы с бобовыми культурами //Техника в сельском хозяйстве. – 1974. – № 8.
2. Терехов А.П. Математическое планирование экспериментов в исследованиях процессов сельскохозяйственного производства. – К.: УНИИМЭСХ, 1969.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕНТОШЛИФОВАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА С ЗАКРЕПЛЕННЫМИ ОРИЕНТИРОВАННЫМИ ЗЕРНАМИ АБРАЗИВА

А.С. Кириенко

*Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»,
г. Новополоцк, Республика Беларусь*

Научный руководитель С.Э. Завистовский

Предположив, что наибольшая эффективность ленточного механического шлифования возможна при реализации схемы лезвийного резания, для которой имеются строгие соотношения между геометрическими параметрами режущего инструмента и положением обрабатываемой заготовки [1], становится возможным ее реализация при последовательном участии в процессе шлифования всех составляющих ленту абразивных частиц с равными затратами мощности резания, обусловленными равной ориентацией частиц абразива относительно обрабатываемой заготовки. Наиболее рациональным при реализации схемы лезвийного резания является определенная ориентация с жесткой последующей заделкой частиц абразива на поверхности основы (рис. 1).

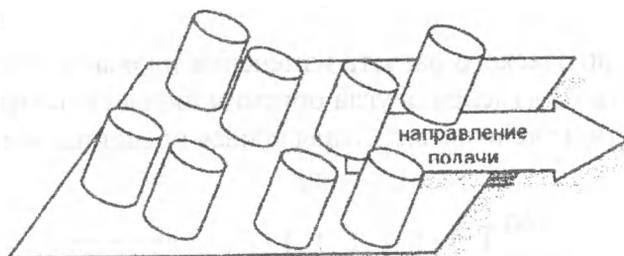


Рис. 1. Схема рациональной ориентации зерен абразива на поверхности основы

Угол ориентации зерен устанавливается на стадии изготовления путем строго направленного осаждения зерен абразива на предварительно подготовленную поверхность основы. Реализация данной схемы позволит использовать инструмент с абразивными материалами средней твердости для обработки более твердых конструктивных материалов ввиду увеличения эффективного сечения абразивных час-