

Могилев, 17–18 ноября 2011 г. / М-во образования и науки Рос. Федерации, Беларус.-Рос. ун-т; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2011. – С. 219.

4. Морозов, П. Лен выходит из крутого пике / П. Морозов // Беларуское сельское хозяйство. – 2012. – № 10. – С. 80–84.

5. Очесывающий аппарат льноуборочного комбайна: пат. 8493 Респ. Беларусь, МПК А01D 45/06 / В.Е. Круглень, М.В. Левкин, В.А. Левчук ; заявитель Беларус. гос. с.-х. акад. – № u 20110744 ; заявл. 29.09.11 ; опубл. 30.08.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – №4. – С. 174.

6. Обмолачивающее устройство ленты льна: пат. 8332 Респ. Беларусь, МПК А01F 11/02 / В.Е. Круглень, М.В. Левкин, В.А. Левчук ; заявитель Беларус. гос. с.-х. акад. – № u 20110745 ; заявл. 29.09.11 ; опубл. 30.06.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – №3. – С. 196.

7. Самсонов, В.П. Завтра льноводства / В.П. Самсонов // Земляробства и ахова раслін. – 2010. – №6. – С. 3.

УДК 631.362313

О ВОЗМОЖНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОГО ТРАВМИРОВАНИЯ ЗЕРНА ПРИ ЦЕНТРОБЕЖНОМ РЕЖИМЕ РАЗГРУЗКИ НОРИИ

**А.В. Богомолов, д.т.н., профессор, В.А. Белостоцкий, к.т.н., доцент,
Р.В. Ридный, к.т.н., доцент, И.М. Лукьянов, ст. преподаватель**

*Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства им. П. Василенко, г. Харьков, Украина*

Обоснованы выбор параметров центробежной разгрузки ковшей исходя из анализа условий травмирования зерна при ударе в головке норрии и пути снижения травмирования.

Введение

Повреждение зерна происходит на различных участках норрии, в том числе и в головке норрии при центробежном режиме разгрузки с высокими скоростями выброса материала из ковшей. Полученные с помощью скоростной съемки, траектории выброса материала из ковшей, приведены в работах [1]. Графический анализ этих экспериментальных траекторий, а также траекторий выхода зерна из ковшей, полученных с использованием стробоскопического эффекта и приведенных на сайте www.go4b.com (компании 4B Elevator Components ltd) показывает, что при центробежной разгрузке ковшей слой материала в относительном движении скользит вверх

по боковой поверхности материала в ковше по траектории близкой к логарифмической спирали, характерной особенностью которой является постоянство угла θ (рис.1) между касательной к кривой и радиусом ковша в любой точке спирали.

Основная часть

Абсолютная скорость частиц на выходе из ковша будет складываться из переносной \mathcal{G}_n и относительной скорости скольжения \mathcal{G}_c (рис. 1)

$$\mathcal{G}_a = \sqrt{\mathcal{G}_n^2 + \mathcal{G}_c^2 + 2\mathcal{G}_c\mathcal{G}_n \cos(90 + \theta)}. \quad (1)$$

Угол бросания (метания) частиц в координатах x - y будет равен

$$\gamma = 90 - \phi + \alpha, \quad (2)$$

где угол α определяется по зависимости

$$\sin \alpha = \frac{\mathcal{G}_c \sin(90 - \theta)}{\mathcal{G}_a}. \quad (3)$$

Путем графического исследования траекторий относительного движения частиц, приведенных в указанных работах установлено, что угол θ зависит от показателя кинематического режима $p = h / r_0$, где $h = g / \omega^2$ – полюсное расстояние. Этот угол может быть определен по зависимости

$$\operatorname{tg} \theta = h / r_0. \quad (4)$$

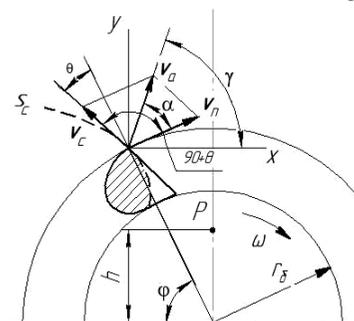


Рисунок 1 - Схема составляющих скорости выброса \mathcal{G}_a

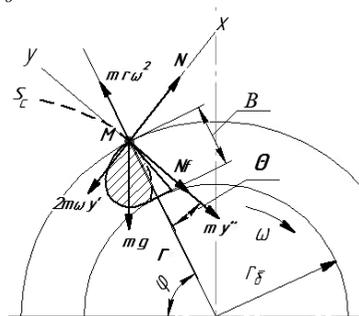


Рисунок 2 - Схема сил, действующих на частицу внутри ковша

Таким образом, для определения начальных параметров метания: абсолютной скорости \mathcal{G}_a и угла γ , необходимо найти значение относительной скорости \mathcal{G}_c .

Значение \mathcal{G}_c определим, решая дифференциальное уравнение движения частицы по спирали. Выберем систему прямоугольных координат, у кото-

рой ось абсцисс M -у направлена по касательной к спирали и составим уравнение равновесия как сумму проекций всех сил на оси координат (рис.2)

$$\begin{cases} mr\omega^2 \cos \theta - my'' - mg \sin(\phi - \theta) - N \cdot f = 0 \\ mr\omega^2 \sin \theta - 2m\omega y' - mg \cos(\phi - \theta) + N = 0 \end{cases} \quad (5)$$

Определив значение силы N и подставить его значение в первое уравнение, и произведя некоторые преобразования, получаем дифференциальное уравнение движения частицы, скользящей по поверхности зернового материала в ковше

$$y'' - 2f\omega y' = r\omega^2 (\cos \theta + f \sin \theta) - g [\sin(\phi - \theta) + f \cos(\phi - \theta)]. \quad (6)$$

Интегрируя, а также проведя преобразование тригонометрических функций, получаем значение относительной скорости (скорости скольжения частицы по боковой поверхности материала в ковше)

$$g_c = y' = \left[\frac{r\omega \cos(\theta + \rho')}{2 \sin \rho'} - \frac{g \sin(\phi - \theta + \rho')}{2\omega \sin \rho'} \right] \left(1 - e^{-2f\phi} \right) \quad (7)$$

где $\rho' = \arctg f$ – внутренний угол трения, $\phi = \omega t$ – угол поворота барабана в рад., r – текущий радиус–вектор точки на спирали внутри ковша, который изменяется при повороте барабана от $r = r_0$ до $r = r_0 + B$, где B – вылет ковша.

С увеличением радиус–вектора длина дуги спирали в ковше уменьшается и уменьшается сопротивление перемещению частицы, а относительная скорость соответственно увеличивается. Поэтому радиус–вектор будет изменяться по зависимости, структура которой должна соответствовать структуре зависимости изменения относительной скорости.

$$r = r_0 + B \left(1 - e^{-2\phi \operatorname{tg} \theta} \right) \quad (8)$$

Определив абсолютную скорость выброса зерновки, рассмотрим возможные варианты ее соударения внутри головки, и в первую очередь параметры удара о свод головки (рис.3). Скорость падения \mathcal{G} и скорость отражения \mathcal{G}' имеют нормальные и тангенциальные составляющие [2] $\mathcal{G}_n = \mathcal{G} \cos \alpha$, $\mathcal{G}_t = \mathcal{G} \sin \alpha$, $\mathcal{G}'_n = \mathcal{G}' \cos \beta$ и $\mathcal{G}'_t = \mathcal{G}' \sin \beta$, где α и β – углы падения и отражения.

Соотношения проекций скоростей определяются коэффициентом восстановления k и коэффициентом мгновенного трения λ .

$$\frac{|\mathcal{G}'_n|}{|\mathcal{G}_n|} = k, \quad \frac{\mathcal{G}'_t}{\mathcal{G}_t} = 1 - \lambda, \quad (9)$$

где $\lambda = 0$ – для гладких тел и $\lambda = 1$ – для шероховатых. В общем случае $0 < k < 1$, $0 < \lambda < 1$, и окончательно

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} = \frac{k}{1 - \lambda}. \quad (10)$$

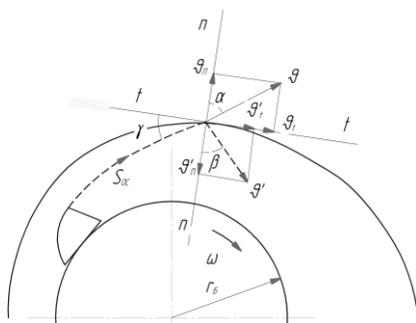


Рисунок 3 - Схема удара зерновки о поверхность головки

Наиболее оптимальную траекторию движения зерна получаем в случае, когда после удара, угол отражения β составил бы 90° для плоских поверхностей и 85° – для криволинейных.

Для пшеницы коэффициент восстановления k находится в пределах $0,28 - 0,3$. Тогда при $k = 0,3$ и $\lambda = 0$ по зависимости (12) угол падения $\alpha = 73,5$, а угол между касательными к траектории движения и к контуру поверхности головки должен быть $\gamma = 16,5^\circ$. В работе [4] отмечается, что отскока зерна пшеницы не происходит даже при угле подлета $\gamma = 25$, т.е. угле падения $\alpha = 65^\circ$. Это объясняется возникновением центробежной силы, прижимающей зерновку к поверхности свода головки. При $\alpha = 73,5^\circ$ нормальная составляющая скорости удара составляет $g_{II} = 0,29 \cdot g$, следовательно, даже при скоростях, превышающих предельную скорость разрушения g_{IIp} , травмирования зерна не будет.

При значительной шероховатости поверхностей соударяющихся тел и соответствующих значениях коэффициента λ , при ударе может возникнуть значительная мгновенная сила трения, что может вызвать локальный срыв оболочки зерновки. При этом существенно уменьшается тангенциальная скорость g' , которая определяет дальность скольжения зерновки по своду головки (активную зону). Экспериментальные данные о зависимости λ от шероховатости поверхности отсутствуют. Для практических

расчетов можно воспользоваться данными работы [5] об углах трения тел по различным шероховатым поверхностям стенок, принимая значения λ' равными соответствующим коэффициентам трения (табл. 1.),

Таблица 1 - Значение коэффициента λ для различных поверхностей.

Наименование материала поверхности стенки силоса	Угол трения по стенке, град.	λ
Окисленный (ржавый) листовой материал	38	0,78
Гладкий листовой материал	15	0,27
Гладкий листовой материал, покрытый пластиком	12	0,21
Нержавеющая сталь	8	0,14

В соответствии с вышеизложенным, поверхность свода головки необходимо покрывать листом с гладкой поверхностью. Для норий большой высоты с затрудненным доступом к головке, свод необходимо покрывать тонким, желательно полированным листом из хромистой или хромоникелевой стали. Для норий малой высоты и с более доступной возможностью замены – толстым листом пластика, желательно большей твердости, с малым модулем упругости и большой ударной вязкостью (пластмассы высокого давления – полиэтилен, полиамид, полиуретан, нейлон). Кроме того, свод головки не должен иметь прямолинейных участков, особенно при разгрузке в первой четверти, желательно сопряженный контур свода головки описывать не более, чем двумя радиусами.

Заключение

Экспериментально, путем вертикального удара грузом по зерновке нами было установлено, что для пшеницы предельная кинетическая энергия, при которой не происходит разрушение и остаточная деформация сплющивания зерен составит 3-5 мкж, равна $T \approx 4 \cdot 10^{-6}$ Нм. При средней массе зерновки $m = 3 \cdot 10^{-3}$ кг ее скорость до удара должна быть равной $\mathcal{G} = 5,16$ м/с. Эти данные получены при самом разрушительном ударе, когда кинетическая энергия T_0 полностью переходит в потенциальную энергию деформации Π . Однако, при соударениях зерновок в головке нории, их суммарная кинетическая энергия после удара при упругом и неупругом ударе составляет $T + \Pi$ [5], где T_1 – кинетическая энергия после удара, а Π_1 – потенциальная энергия деформации, при этом $\Pi_1 < \Pi$. Следовательно, при $\mathcal{G} = \mathcal{G}_c$ имеется запас прочности зерна исключаящий его травмирование.

Литература

1. Долголенко А.А. Машины непрерывного транспорта /А.А. Долголенко// Речной транспорт. – Л. -1959 – 404с. (273-277с.)

2. Лойцянский А.Г. Курс теоретической механики. /А.Г. Лойцянский, А.И. Лурье// - М.; Гостехиздат.ч. II – М.; - 1983 -640 с.
3. Креймерман Г. Применение больших скоростей на элеваторных норях /Г.Креймерман// - Советское мукомолье и хлебопечение. 1936 - № 6 – с. 23-26.
4. Боуманс Г. Эффективная обработка и хранение зерна. Перевод с англ. В.Н. Дашевского/ Г. Боуманс// – М.; Агропромиздат – 1991 – 608 с. (стр. 43-45)
5. Александров Е.В. Прикладная теория и расчеты ударных систем /Е.В. Александров, В.Б. Соколинский// - М.; Наука – 1969 – 201с. (стр.13-15)

Abstract

Substantiated choice of parameters of centrifugal discharge of buckets based on the analysis of conditions of damage of grain when hit in the head for the elevator and ways of reduction of damage.

УДК 631.363:621.1

**ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ ФАКТОРОВ
НА ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОЛЯ В РУЛОНАХ СЕНАЖА**

И.В. Кокунова, к.т.н., доцент, А.А. Жуков, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия», г. Великие Луки, Российская Федерация

Рассмотрены вопросы нестационарных тепловых процессов, происходящих в рулонах сенажного корма после его упаковки в полимерную пленку, и их влияние на качество заготавливаемого травяного корма.

Введение

В последние десятилетия в хозяйствах Северо-Западной зоны Российской Федерации широко применяется технология заготовки сенажного корма с последующей упаковкой спрессованных рулонов в полимерную пленку. Эта технология хорошо зарекомендовала себя в нестабильных погодных условиях региона в хозяйствах с небольшим поголовьем сельскохозяйственных животных. Однако не всегда заготавливаемый сенажный корм характеризовался высокими качественными показателями [2].

Основная часть

Исследования, проведенные в ряде хозяйств региона, показали, что одной из проблемных операций при заготовке рулонного сенажа является технологиче-