

Маркарян Степа Енокович, Аюпян Оганес Тельманович, Айрапетян Даниел Товмасович
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СТЕН СОЛОМОХРАНИЛИЩА, ПОСТРОЕННОГО ИЗ ТЮКОВ СОЛОМЫ

Предложена технологическая линия для измельчения и химической обработки соломы с накоплением ее в хранилище, построенном из соломенных тюков. Произведены соответствующие расчеты с целью определения оптимальной толщины стен и обеспечения их устойчивости под давлением соломы, накопленной в хранилище.

Получены уравнения для расчета максимальных значений смещения стен, а также определены значения коэффициентов их опрокидывания и скольжения.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2016/7/18.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2016. № 7 (109). С. 69-73. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2016/7/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

УДК 636.085.533

Технические науки

Предложена технологическая линия для измельчения и химической обработки соломы с накоплением ее в хранилище, построенном из соломенных тюков. Произведены соответствующие расчеты с целью определения оптимальной толщины стен и обеспечения их устойчивости под давлением соломы, накопленной в хранилище. Получены уравнения для расчета максимальных значений смещения стен, а также определены значения коэффициентов их опрокидывания и скольжения.

Ключевые слова и фразы: солома; измельчение; химическая обработка; хранилище из соломенных тюков; устойчивость стен; коэффициенты скольжения и опрокидывания.

Маркарян Степа Енокович, д.т.н.

Акопян Оганес Тельманович, д.т.н.

Айрапетян Даниел Товмасович, к.т.н.

Национальный аграрный университет Армении, г. Ереван

s-hakobyan@inbox.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СТЕН СОЛОМОХРАНИЛИЩА, ПОСТРОЕННОГО ИЗ ТЮКОВ СОЛОМЫ

При химической обработке соломы повышаются ее вкусовые качества и съедобность, а питательная ценность возрастает почти в 2 раза, достигая 0,4-0,5 к.е. [3]. Химизация соломы в закрытых помещениях имеет такие существенные недостатки как сложность конструкций соломоизмельчающих и подающих химический раствор машин, наличие специального строения, требующие капитальных затрат [2]. Нами предлагается простейшая технологическая линия для измельчения, химической обработки и накопления соломы в хранилище, построенном из соломенных тюков (Рис. 1) [4].

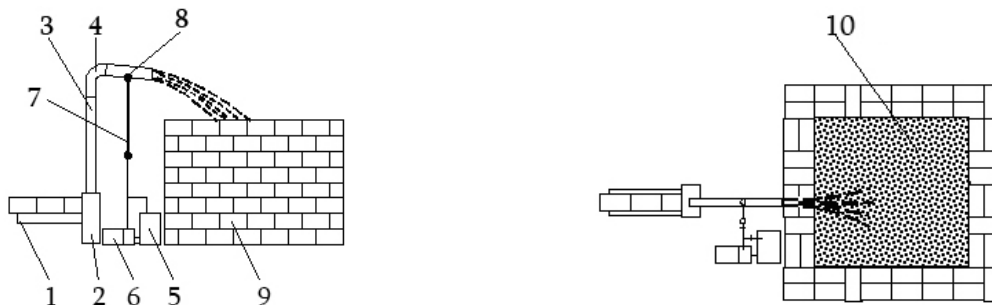


Рис. 1. Схема технологической линии измельчения, химизации и накопления соломы в хранилище, построенном из тюков соломы: 1 – транспортер, 2 – измельчающая камера, 3 – трубопровод, 4 – дефлектор, 5 – бак, 6 – насос, 7 – трубопровод химического раствора, 8 – опрыскиватель, 9 – хранилище, 10 – солома

Предложенная технологическая линия работает следующим образом. Развязанная из тюков солома с помощью транспортера 1 подается в измельчающую камеру 2 соломоизмельчающей машины ИГК-30Б. Измельченная солома, проходя через трубопровод 3 и дефлектор 4, намачиваясь химическим раствором, подающимся из бака 5 насосом 6 через трубопровод химического раствора 7 и опрыскиватель 8, направляется в хранилище 9, построенное из соломенных тюков.

Необходимо обеспечить устойчивость, а также определить оптимальную толщину стен, построенных из соломенных тюков хранилища, под давлением накопленной в нем соломы 10 [1]. Расчетная схема устойчивости соломохранилища с квадратным сечением представлена на Рис. 2.

Исходя из уравнения равновесия элемента, получим:

$$\sigma_z A(z) - (\sigma_z + d\sigma_z) [A(z) + dA(z)] + dG(z) = 0, \quad (1)$$

$$\tau_{zx} A(z) - (\tau_{zx} + d\tau_{zx}) [A(z) + dA(z)] - \sigma_x^0 dz \cdot 1 = 0, \quad (2)$$

где σ_z , σ_x^0 – нормальные напряжения, τ_{zx} – касательное напряжение, $A(z)$ – площадь горизонтального сечения элемента, $dG(z)$ – масса элемента.

Преобразуя (1) и (2), получим:

$$d\sigma_z A(z) + \sigma_z dA(z) = dG(z), \quad (3)$$

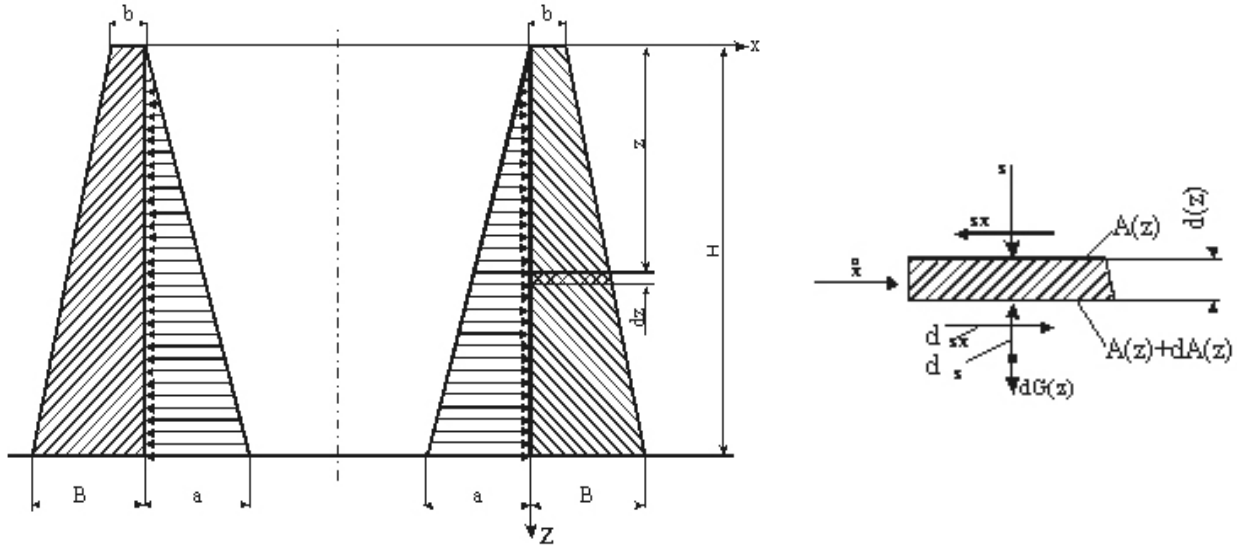


Рис. 2. Расчетная система устойчивости стен соломохранилища

$$-d\tau_{zx}A(z) + \tau_{zx}dA(z) = \sigma_x^0 dz \cdot 1, \quad (4)$$

$$A(z) = (b + Kz)1, \quad dA(z) = Kdz \cdot 1, \quad K = \frac{B-b}{H}, \quad dG(z) = \gamma (b + Kz) dz \cdot 1, \quad \sigma_x^0 = \gamma z, \quad (5)$$

где γ – объемный вес соломы.

Подставляя (5) в (3) и (4), получим:

$$d\sigma_z (b + Kz) \cdot 1 + \sigma_z Kdz \cdot 1 = \gamma (b + Kz) dz \cdot 1, \quad (6)$$

$$d\tau_{zx} (b + Kz) \cdot 1 + \tau_{zx} (Kdz \cdot 1) = \gamma z dz \cdot 1. \quad (7)$$

После упрощений получим:

$$\frac{d\sigma_z}{dz} + \frac{K}{b + Kz} \sigma_z = \gamma, \quad (8)$$

$$\frac{d\tau_{zx}}{dz} + \frac{K}{b + Kz} \tau_{zx} = \frac{\gamma}{b + Kz} z \cdot 1. \quad (9)$$

Интегрируя дифференциальное уравнение (8), получим:

$$\sigma_z = e^{-K \int \frac{dz}{b+Kz}} \left[C_1 + \gamma \int e^{K \int \frac{dz}{b+Kz}} dz \right], \quad \sigma_z = \frac{1}{b + Kz} \left[C_1 + \gamma \left(bz + K \frac{z^2}{2} \right) \right]. \quad (10)$$

Постоянную C_1 интегрирования определяем, исходя из граничного условия задачи.

1. Подставляя $z = 0$, $\sigma_z(0) = 0$ в (10), получим $C_1 = 0$. Следовательно,

$$\sigma_z = \frac{\gamma z}{b + Kz} \left(b + K \frac{z}{2} \right). \quad (11)$$

Интегрируя (9), получим:

$$\tau_{zx} = e^{-K \int \frac{dz}{b+Kz}} \left[C_2 + \gamma \int \frac{z}{b + Kz} e^{K \int \frac{dz}{b+Kz}} dz \right]. \quad (12)$$

После расчета интегралов получим:

$$\tau_{zx} = \frac{1}{b + Kz} \left(C_2 + \gamma \frac{z^2}{2} \right).$$

Постоянную C_2 интегрирования определяем, исходя из граничного условия задачи.

2. Подставляя $z = 0$, $\tau_{xz}(0) = 0$ в (12), получим $C_2 = 0$. Следовательно,

$$\tau_{xz} = \frac{\gamma z^2}{2(b + Kz)}. \quad (13)$$

С помощью уравнений равновесия элемента определяем также величину σ_x :

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} = 0. \quad (14)$$

Из (13) определяем $\frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z}$:

$$\frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} = \frac{\gamma z}{2} \cdot \frac{2b + Kz}{(b + Kz)^2}. \quad (15)$$

Следовательно,

$$\sigma_x = \frac{\gamma z}{2} \cdot \frac{2b + Kz}{(b + Kz)^2} \int dx + C_3 = -\frac{\gamma z}{2} \cdot \frac{2b + Kz}{(b + Kz)^2} x + C_3. \quad (16)$$

Постоянную C_3 интегрирования определяем, исходя из граничного условия задачи.

3. $x = 0$, $\sigma_x(0) = 0$, получается $C_3 = 0$. Следовательно,

$$\sigma_x = \frac{\gamma z}{2} \cdot \frac{2b + Kz}{(b + Kz)^2} x. \quad (17)$$

Для определения горизонтальных и вертикальных перемещений (U_x и V_z) опорных стен использованы зависимости относительных деформаций и напряжений:

$$\varepsilon_x = \frac{1+\nu}{E} [-(1-\nu)\sigma_x + \nu\sigma_z] = -\frac{1-\nu^2}{E} \left(\sigma_x - \frac{\nu}{1-\nu} \sigma_z \right), \quad (18)$$

$$\varepsilon_z = \frac{1+\nu}{E} [(1-\nu)\sigma_z + \nu\sigma_x] = \frac{1-\nu^2}{E} \left(\sigma_z + \frac{\nu}{1-\nu} \sigma_x \right), \quad (19)$$

$$\gamma_{xz} = \frac{\tau_{xz}}{G} = \frac{2(1+\nu)}{E} \tau_{xz}, \quad (20)$$

где E и ν – соответственно коэффициенты модуля упругости массы и Пуассона.

Подставляя из (11), (17) и (13) значения σ_z , σ_x и τ_{xz} и учитывая, что $\varepsilon_x = \frac{\partial U_x}{\partial x}$, $\varepsilon_z = \frac{\partial V_z}{\partial z}$ и $\gamma_{xz} = \left(\frac{\partial U_x}{\partial z} + \frac{\partial V_z}{\partial x} \right)$,

определяем перемещения U_x , U_z и γ_{xz} и угол скольжения.

Интегрируя, получим:

$$U_x = \frac{1-\nu^2}{E} \left(\frac{\gamma z}{2} \right) \left[\frac{2b + Kz}{(b + Kz)^2} \cdot \frac{x^2}{2} + \frac{\nu}{1-\nu} \left(\frac{2b + Kz}{b + Kz} \right) x \right], \quad (21)$$

$$\begin{aligned} U_z = & \frac{1-\nu^2}{E} \frac{\gamma}{2} \left\{ \frac{2b}{K} \left[z - \frac{b}{K} \ln(b + Kz) \right] + \right. \\ & + \frac{1}{K^2} \left[\frac{1}{2} (b + Kz)^2 - 2b(b + Kz) + b^2 \ln(b + Kz) \right] + \\ & \left. + \frac{\nu}{1-\nu} x \left[\frac{2b}{K^2} \left(\frac{b}{b + Kz} - \ln(b + Kz) \right) + \frac{1}{K^2} [(b + Kz) - 2bK \ln(b + Kz)] - \frac{b^2}{b + Kz} \right] \right\}, \quad (22) \end{aligned}$$

$$\gamma_{xz} = \left(\frac{\partial U_x}{\partial z} + \frac{\partial V_z}{\partial x} \right) = \frac{2(1+\nu)}{E} \tau_{xz} = \frac{1+\nu}{E} \gamma \frac{z^2}{b + Kz}. \quad (23)$$

Для определения максимальных перемещений используем максимальные значения (21), (22) и (23). Выполним расчет устойчивости опорной стены (Рис. 3).

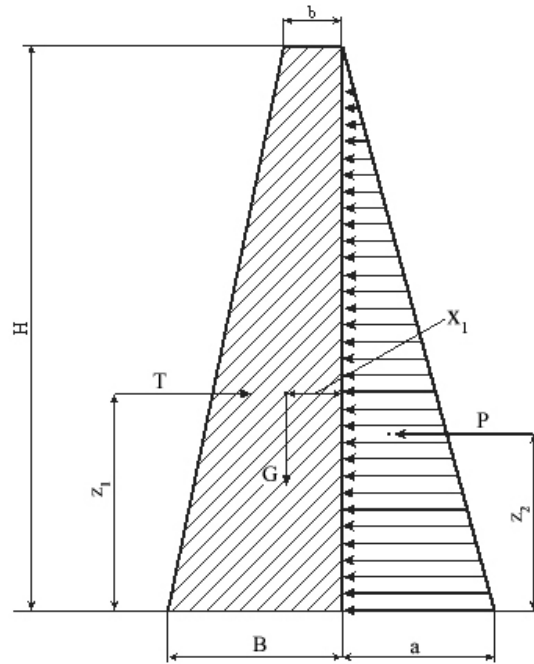


Рис. 3. Расчетная система устойчивости опорной стены

Принимая $H=3$ м, $B=1,0$ м, $b=0,4$ м, $\gamma=0,07$ т·с/м³, $B-X_1=0,63$ м, $z_1=1,28$ м, $z_2=1,0$ м, $x_1=0,37$ м, $\phi=30^\circ$, получим:

$$P = \frac{\gamma H^2 B}{2} \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) = \frac{0,07 \cdot 3^2 \cdot 1,0}{2} \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = 0,182 \text{ т·с} = 1,82 \text{ кН},$$

$$G = \gamma \left(\frac{b+B}{2} H \right) \cdot B = 0,07 \left(\frac{0,4+1,0}{2} \cdot 3 \right) \cdot 1,0 = 0,147 \text{ т·с} = 1,47 \text{ кН}.$$

Касательная сила в сечении опорной стены:

$$T = \int_0^H \tau_{xz} dz = \frac{\gamma}{2} \int_0^H \frac{z^2 dz}{b + Kz} = \frac{\gamma}{2} \left\{ \frac{1}{K^2} \left[\frac{1}{2} (b + Kz)^2 - 2b(b + Kz) + b^2 (\ln(b + Kz)) \right] \right\} \Big|_0^H =$$

$$= \frac{\gamma}{2} \left\{ \frac{1}{K^3} \left[\frac{1}{2} ((b + KH)^2 - b^2) - 2b(b + KH - b) + b^2 \ln \frac{b + KH}{b} \right] \right\}.$$

После подставления соответствующих значений получим $T = 1,31$ кН.

Определяем коэффициенты опрокидывания и скольжения стен:

$$K_o = \frac{\sum M}{\sum M_o} = \frac{G(B - x_1) + 2Tz_1}{Pz_2} = \frac{1,47 \cdot 0,63 + 2 \cdot 1,31 \cdot 1,28}{1,82 \cdot 1,0} = 2,82 > 2,$$

$$K_c = \frac{\sum Q}{\sum P_c} = \frac{fG + 2T}{P} = \frac{0,4 \cdot 1,47 + 2 \cdot 1,31}{1,82} = 1,76 > 1,5.$$

В обоих случаях коэффициенты запаса больше допустимых значений.

Это означает, что в рассматриваемых условиях обеспечивается устойчивость стен хранилища, построенного из тюков соломы.

Список литературы

1. Аюпян О. Т., Алеян А. О. Эффективный способ повышения питательности соломы // Актуальные проблемы современной науки: информационно-аналитический журнал. 2011. № 2. С. 187-192.
2. Алеян А. О. Совершенствование технологии обработки соломы и обоснование параметров машин, оборудования и хранилища: дисс. ... к.т.н. Ереван, 2012. 158 с.
3. Скорнин В. К., Аксенова В. П. Энергосберегающие технологии подготовки кормов к скармливанию для крупного рогатого скота // Энергосбережение в сельском хозяйстве: труды 2-й международной научно-технической конференции: к 70-летию ВИЭСХ. М.: ВИЭСХ, 2000. Ч. 2. С. 15-21.
4. Тарвердян А. П., Маркарян С. Е., Аюпян О. Т., Даниелян Г. А., Алеян А. О. Линия химической обработки соломы: а.с. № 2170 А2 РА. Ереван, 2008. 5 с.

ESTIMATING THE STABILITY OF THE WALLS OF A STRAW STORAGE BUILT FROM STRAW BALES

Markaryan Stepa Enokovich, Doctor in Technical Sciences
Akopyan Oganesh Tel'manovich, Doctor in Technical Sciences
Airapetyan Daniel Tovmasovich, Ph. D. in Technical Sciences
 Armenian National Agrarian University in Erevan
 s-hakobyan@inbox.ru

The article proposes a technological line for grinding, chemical treatment and accumulation of straw in a storage built from straw bales. Appropriate calculations are performed with a view to identify the optimal thickness of the walls and to secure their stability under the pressure from the accumulated straw. The authors have received equations to calculate the maximum walls displacements and to identify their tilt coefficient and slip coefficient.

Key words and phrases: straw; grinding; chemical treatment; storage from straw bales; stability of walls; slip coefficient and tilt coefficient.

УДК 636.085.533

Технические науки

Предложена технологическая линия для измельчения, химической обработки и накопления соломы в хранилище, построенном из тюков соломы. Определены величины скоростей движения измельченной соломы в измельчающей камере, вертикальном трубопроводе и дефлекторе измельчителя грубых кормов ИГК-30Б, что дает возможность оптимизировать конструктивные параметры и эксплуатационные режимы данной машины, а также уточнить количество и месторасположение опрыскивателей.

Ключевые слова и фразы: солома; химическая обработка; соломоизмельчающая машина; измельчающая камера; вертикальный трубопровод; дефлектор; скорость движения измельченной соломы.

Маркарян Степа Енокевич, д.т.н.

Акопян Оганес Тельманович, д.т.н.

Айрапетян Даниел Товмасович, к.т.н.

Национальный аграрный университет Армении, г. Ереван
 s-hakobyan@inbox.ru

РАСЧЕТ КИНЕМАТИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ СОЛОМОИЗМЕЛЬЧАЮЩЕЙ МАШИНЫ

Оптимальным способом повышения питательности соломы является ее химическая обработка в стогах или в закрытых помещениях [1]. С этой целью разработана линия химической обработки соломы (Рис. 1) [4], где для ее измельчения используется измельчитель грубых кормов ИГК-30Б, а химически обработанная солома накапливается в хранилище, построенном из соломенных тюков.

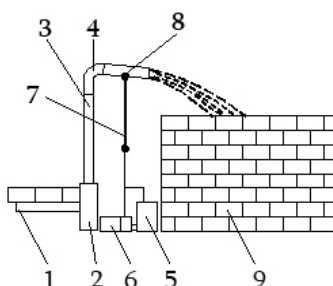


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема линии химической обработки соломы

Технологическая линия работает следующим образом. Развязанная из тюков солома транспортером 1 подается в измельчающую камеру 2 машины ИГК-30Б. Измельченная солома, проходя через вертикальный трубопровод 3 и дефлектор 4, намачиваясь химическим раствором, подающимся из бака 5 насосом 6 через трубопровод 7 и опрыскиватель 8, направляется в хранилище 9, изготовленное из тюков соломы.

С целью оптимизации параметров предложенной технологической линии необходимо исследовать процесс движения измельченной соломы в измельчающей камере, вертикальном трубопроводе и дефлекторе машины ИГК-30Б. В измельчающей камере на массу соломы воздействуют сила тяжести mg измельченной соломы, центробежная сила $m\omega^2 r$, сила Кориолиса $2m\omega V$, силы трения $F_1 = fmg \cos \varphi$ и $F_2 = 2f m \omega V$, возникающие соответственно от сил тяжести и Кориолиса. В этих выражениях m – масса измельченной соломы на лопасти измельчителя, g – ускорение свободного падения, V – скорость движения массы соломы относительно лопасти, f – коэффициент трения соломы о сталь, φ – угол поворота лопасти.