

**СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И НЕМЕЦКИХ ТРЕБОВАНИЙ
К ТЕХНОЛОГИИ ЗАКЛАДКИ СИЛОСА**

Крылов С.В., к.т.н., доцент, **Ловкис В.Б.**, к.т.н., доцент, **Иванов А.В.**, ст. преподаватель
Белорусский государственный аграрный технический университет

Качество закладываемого силоса и сенажа зависит от множества факторов, одним из регламентированных является его плотность, образовавшаяся при трамбовке в зависимости от влажности. В отечественных изданиях она определяется как масса всего силоса, отнесенная к его объему, а в зарубежных, как масса сухого вещества силоса, отнесенная к объему, поэтому необходимо установить взаимосвязь и провести сравнение.

В немецких изданиях плотность силоса представлена в кг СМ т.е. в кг сухого вещества (СВ) в нашей терминологии. Поэтому необходимо определить взаимосвязь плотности сухого вещества ($\rho_{св}$) с физической плотностью силоса (ρ_{ϕ}), которую мы, как правило, и определяем.

Влажность (W) любой растительной массы согласно нормативным документам определяется по следующей формуле:

$$W = \frac{m_e}{m_{\Sigma}} \cdot 100, \quad (1)$$

где m_e – масса воды; m_{Σ} – общая масса.

С учетом формулы (1) определим процентное содержание сухого вещества в массе:

$$100 - W = 100 - \frac{m_e}{m_{\Sigma}} \cdot 100 = 100 \cdot \frac{m_{\Sigma} - m_e}{m_{\Sigma}} = 100 \cdot \frac{m_{св}}{m_{\Sigma}}, \quad (2)$$

где $m_{св}$ – масса сухого вещества.

Следовательно:

$$100 \cdot \frac{m_{св}}{m_{\Sigma}} = 100 - W$$

$$m_{св} = \frac{100 - W}{100} \cdot m_{\Sigma}$$

$$m_{\Sigma} = \frac{100}{100 - W} \cdot m_{св}$$

В отечественных изданиях всегда задается влажность растительного сырья и его плотность, в немецких изданиях процентное содержание СМ или в нашей терминологии СВ. Согласно немецкого издания [1], с возрастающим содержанием СМ сильно повышается необходимость уплотнения. Так при 35% СМ требуется уже уплотнение до 290 кг СМ/м³ и при 33% СМ – 270 кг СМ/м³. Согласно другим данным [2], для кукурузного силоса плотность составляет при 28% СМ – 230 кг СМ/м³, при 33% СМ – 270 кг СМ/м³.

По ранее представленным формулам 1-5, проведем пересчет от немецких данных к тем, которые используем мы. Исходные данные и результаты расчетов представлены в таблице.

Очевидно, что $\rho_{св} = m_{св}$; $\rho_{\phi} = m_{\Sigma}$.

Таблица – Данные по плотности СВ и физической плотности силоса по данным немецких изданий

СВ (СМ), %	28	33	35	37
$\rho_{св}$, кг/м ³	230	270	290	300
ρ_{ϕ} , кг/м ³	821	818	829	811
W , %	72	67	65	63

Графически продемонстрированы результаты полученных расчетов на рисунках 1 и 2.

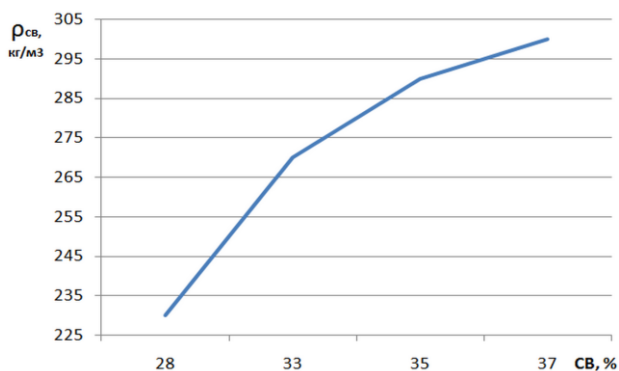


Рисунок 1 – Зависимость плотности СВ от содержания СВ в силосе

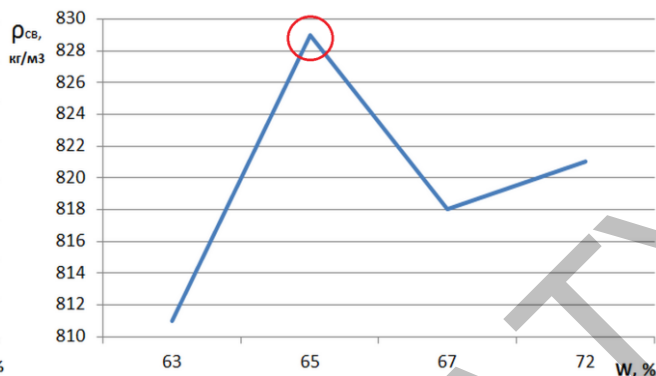


Рисунок 2 – Зависимость физической плотности силоса от влажности

Как видно из графиков немецкой интерпретации, полученные данные легко интерпретировать в линейную зависимость. В случае с нашей технологией, зависимость более сложная и одна точка значительно отличается от двух соседних. Как следствие, возникают два вопроса: первый – «Почему в нашей интерпретации данных различие гораздо существенней, чем в немецкой?»; второй – «Данное отклонение лежит в пределах погрешности измерений или за пределами?».

Представим $\rho_{св}$, в данной точке в следующем виде:

$$\rho_{св} = \hat{\rho}_{св} + \Delta\rho_{св}, \quad (3)$$

где $\hat{\rho}_{св}$ – плотность СВ силоса точно лежащей на линейной зависимости;

$\Delta\rho_{св}$ – приращение плотности от $\hat{\rho}_{св}$

С учетом $\rho_{св} = m_{св}$; $\rho_{\phi} = \frac{m}{V}$, получим:

$$\rho_{\phi} = \frac{100}{100 - W} \cdot \rho_{св} = \frac{100}{100 - W} \cdot (\hat{\rho}_{св} + \Delta\rho_{св})$$

Подставим в данное выражение численное значение W из представленных данных, получим:

$$\rho_{\phi} = \frac{100}{100 - W} \cdot (\hat{\rho}_{св} + \Delta\rho_{св}) = \frac{100}{35} \cdot (\hat{\rho}_{св} + \Delta\rho_{св}) \approx 2,86 \cdot (\hat{\rho}_{св} + \Delta\rho_{св}) = 2,86 \cdot \hat{\rho}_{св} + 2,86 \cdot \Delta\rho_{св}$$

Полученное выражение наглядно демонстрирует значительное расхождение наших данных и немецких – вызвано математической интерпретацией.

Для ответа на второй вопрос определим относительную погрешность определения плотности силоса широко известным способом:

$$\rho_{\phi} = \frac{m}{V}$$

В Республике Беларусь в настоящее время нет отечественных приборов для определения плотности. Поэтому определение плотности происходит самым простым способом – вырезается из уже уплотненного силоса определенный объем массы и взвешивается. Вырежем куб объемом $V = l^3 = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 0,125 \text{ м}^3$. Масса силоса примерно составит:

$$\rho_{\phi} \cdot V = 829 \times 0,125 \approx 104, \text{ кг}$$

Относительная погрешность определения плотности определим по формуле (4) [3,4]:

$$\frac{\Delta\rho_{\phi}}{\rho_{\phi}} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{3 \cdot \Delta l}{l}, \quad (4)$$

$$\frac{\Delta\rho_{\phi}}{\rho_{\phi}} = \frac{50 \times 10^{-3}}{104} + \frac{3 \times 1}{50} = 6 \times 10^{-2}$$

Т.е. абсолютную погрешность взвешивания мы определяем как 50г, а абсолютную погрешность размера куба – 1см. Это, на наш взгляд, наилучшая оценка относительной погрешности. На практике очень трудно добиться такой точности при вырезании куба или другой геометрической фигуры из уплотненного силоса.

Найдем абсолютную погрешность по формуле (5):

$$\Delta\rho_{\phi} = \left(\frac{\Delta\rho_{\phi}}{\rho_{\phi}} \right) \cdot \rho_{\phi}, \quad (5)$$

$$\Delta\rho_{\phi} = 6 \times 10^{-2} \times 829 = 50, \text{ кг/м}^3$$

Т.е. истинное значение плотности силоса (μ_{ϕ} , кг/м³) находится в интервале:

$$779 < \mu_{\phi} < 879$$

Это наглядно демонстрирует, что рассмотренное значение плотности практически не отличается от других измерений, и его значение лежит в пределах погрешности.

Представленный анализ немецких данных о плотности силоса наглядно показывает, что перевод этих данных к нашей системе не вызывает никаких затруднений и выявленное различие объясняется только лишь математическим преобразованием. Отклонение от монотонной зависимости вызвано погрешностью эксперимента.

Литература

1. Каждому хранилищу свое «бремя»! // Новое сельское хозяйство. – 2007. – №3. – С.74-76.
2. Высокое качество строительства окупается // Новое сельское хозяйство. – 2008. – №2. С.50-52.
3. Леонов, А.Н., Дечко, М.М., Ловкис, В.Б. // Основы научных исследований и моделирования. – Минск, БГАТУ. – 2010 г. – 276с.
4. Тейлор, Д. Введение в теорию ошибок. Пер. с англ. – Москва, Мир, 1985 – 272с.

УДК 629.366

АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКИ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ С УПРУГОДЕМПФИРУЮЩИМ МЕХАНИЗМОМ В ТРАНСМИССИИ ТРАКТОРА КЛАССА 1,4

Кравченко В.А., д.т.н., профессор
Азово-Черноморский институт

В связи со значительными колебаниями внешней нагрузки достижение потенциальной производительности сельскохозяйственного машинно-тракторного агрегата (МТА) возможно путём установки в трансмиссию трактора упругодемпфирующего механизма /1/.

Предлагаемые различные гасители колебаний и демпферные устройства обладают рядом недостатков: изменяют жесткость трансмиссии в небольших пределах, имеют линейную характеристику и т.д.

На кафедре тракторов и автомобилей Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВПО «Донской государственной аграрный университет» разработан упругодемпфирующий элемент в трансмиссии трактора (рисунок 1), который предназначен для плавного трогания МТА при разгоне, снижения динамических нагрузок в трансмиссии, а также для выполнения защитных функций от колебаний внешней нагрузки /2, 3/.

В соответствии с программой экспериментальных исследований нами была проведена агротехническая и энергетическая оценки МТА (культиваторного и посевного), на базе трактора класса 1,4 с упругодемпфирующим элементом в трансмиссии.

При полевых испытаниях культиваторного агрегата качественные показатели его работы определялись по ГОСТ 26244-84 (таблица 1).