

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ СИСТЕМ ВЫГРУЗКИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ КЗС-10 И КЗС-1218

О. Л. Кузнецова

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

Научный руководитель В. В. Миренков

Система выгрузки бункера зерноуборочного комбайна предназначена для выгрузки зерна в кузов транспортного средства. Выгрузные устройства отличаются друг от друга расположением относительно бункера комбайна (имеют нижнее и верхнее расположение) и приводом рабочих органов. Выгрузное устройство состоит из установленного в бункере под заслонками горизонтального шнека, кинематически связанного с выгрузным шнеком. В нижней части бункера имеется горловина со-

пряженого с кожухом выгрузного шнека. Заслонки бункера выполнены из двух частей. Одна часть установлена с постоянным зазором между заслонками и днищем и прилегает к горловине бункера, а другая, большая часть выполнена с регулируемым зазором между днищем и заслонками, что обеспечивает постепенную загрузку всего горизонтального шнека.

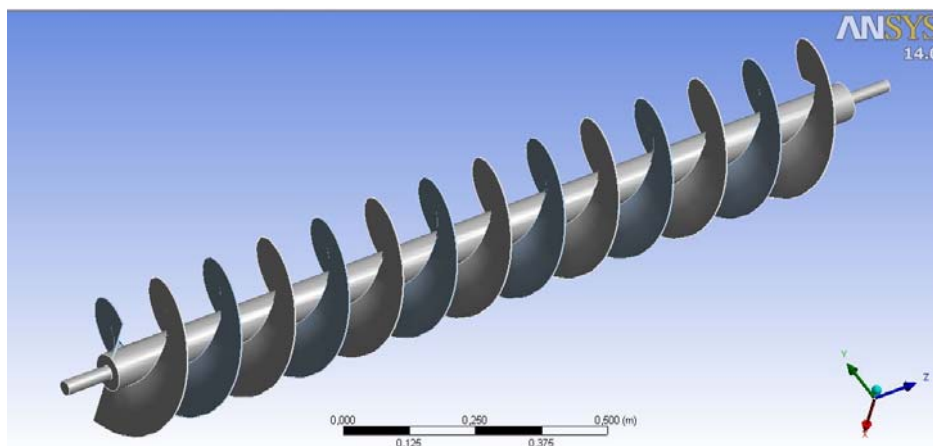


Рис. 1. 3D-модель 2-виткового шнека, построенная в ANSYS WorkBench

Для определения технологического процесса системы выгрузки был произведен расчет шнеков системы выгрузки 2-х комбайнов. При этом на примере КЗС-1218 учитывалось применение 2-виткового шнека и изменение частоты его вращения. Пропускная способность шнека рассчитывается по формуле

$$q_{\text{шг}} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} t \frac{n_{VI}}{60} \gamma k,$$

где k – коэффициент угла наклона шнека; n_{VI} – частота вращения вала VI шнека; D – наружный диаметр шнека; d – диаметр вала шнека; t – шаг витка шнека.

Пропускная способность шнека горизонтального рассчитывается по формуле (КЗС-10):

$$q_{\text{шг}} = \frac{3,14(0,25^2 - 0,076^2)}{4} \cdot 0,22 \frac{465,8}{60} \cdot 145 \cdot 0,9 = 9,925 \text{ кг/с.}$$

Пропускная способность шнека наклонного рассчитывается по формуле (КЗС-10):

$$q_{\text{шг}} = \frac{3,14(0,28^2 - 0,076^2)}{4} \cdot 0,25 \frac{668,13}{60} \cdot 145 \cdot 0,7 = 16,109 \text{ кг/с.}$$

Пропускная способность шнека выгрузного рассчитывается по формуле (КЗС-10):

$$q_{\text{шв}} = \frac{3,14(0,28^2 - 0,076^2)}{4} \cdot 0,25 \frac{593,89}{60} \cdot 145 \cdot 0,9 = 18,41 \text{ кг/с.}$$

Пропускная способность шнека горизонтального рассчитывается по формуле (КЗС-1218):

$$q_{\text{шг}} = \frac{3,14(0,25^2 - 0,06^2)}{4} \cdot 0,22 \frac{672,13}{60} \cdot 145 \cdot 0,9 = 14,87 \text{ кг/с.}$$

Пропускная способность шнека наклонного рассчитывается по формуле (КЗС-1218):

$$q_{\text{шг}} = \frac{3,14(0,28^2 - 0,095^2)}{4} \cdot 0,25 \cdot \frac{742,7}{60} \cdot 145 \cdot 0,7 = 17,106 \text{ кг/с.}$$

Пропускная способность шнека выгрузного рассчитывается по формуле (КЗС-1218):

$$q_{\text{шв}} = \frac{3,14(0,28^2 - 0,095^2)}{4} \cdot 0,25 \frac{699,88}{60} \cdot 145 \cdot 0,9 = 20,725 \text{ кг/с.}$$

Пропускная способность шнека наклонного 2-виткового рассчитывается по формуле (КЗС-1218):

$$q_{\text{шг}} = \frac{3,14(0,28^2 - 0,76^2)}{4} \cdot 0,25 \cdot 2 \cdot \frac{742,7}{60} \cdot 145 \cdot 0,7 = 17,907 \text{ кг/с.}$$

Графики зависимости времени выгрузки от пропускной способности блока шнека.

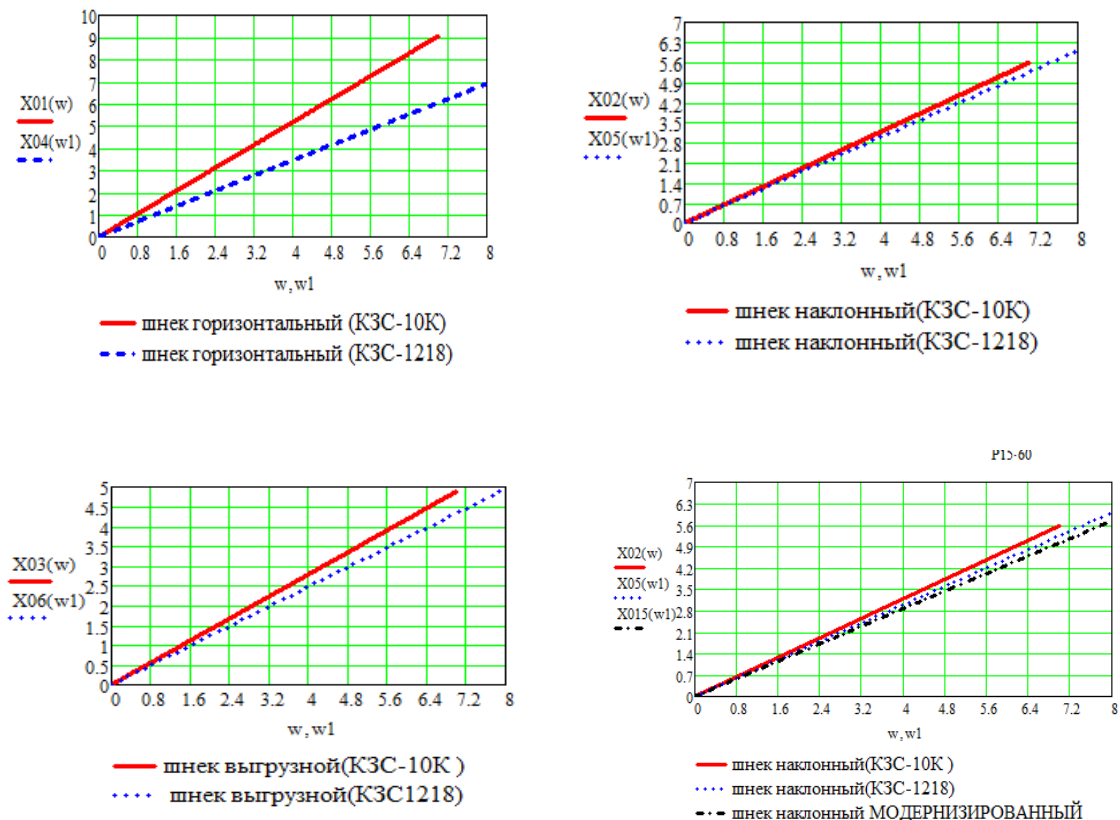


Рис. 2. Графики зависимости времени выгрузки от пропускной способности блока шнека

Максимальное время выгрузки

Шнек	Максимальное время выгрузки
КЗС-10 (Горизонтальный)	9,051
КЗС-1218 (Горизонтальный)	6,904
КЗС-10 (Выгрузной)	4,88
КЗС-1218 (Выгрузной)	4,954
КЗС-10 (Наклонный)	5,577
КЗС-1218 (Наклонный)	6,002
КЗС-1218 (Наклонный МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ)	5,773

Плотность зерна находящегося в бункере составляет 800 кг/м. Проанализировав данные графики и таблицу, можно смело утверждать, что производительность системы выгрузки зависит от шага витка и от частоты вращения шнека. Время выгрузки базового варианта системы на 1 мин больше, чем предлагаемого варианта (максимальное время выгрузки 8-кубового бункера со шнеком наклонным комбайна КЗС-1218 – 6 мин, а шнека наклонного 2-виткового комбайна КЗС-1218 на 1 мин меньше). Увеличение пропускной способности было достигнуто изменением частот вращения и установкой двухвиткового шнека.

На виток шнека действует окружная сила (777 Н) и осевая сила (1568,5 Н). Шнек изготовлен из стали Ст3пс. Прочностные характеристики витка: Модуль продольной упругости $E = 2,1$ ГПа. Коэффициент Пуассона $\mu = 0,28$. Прочностные характеристики трубы: $E = 2,13$ ГПа, $\mu = 0,3$.

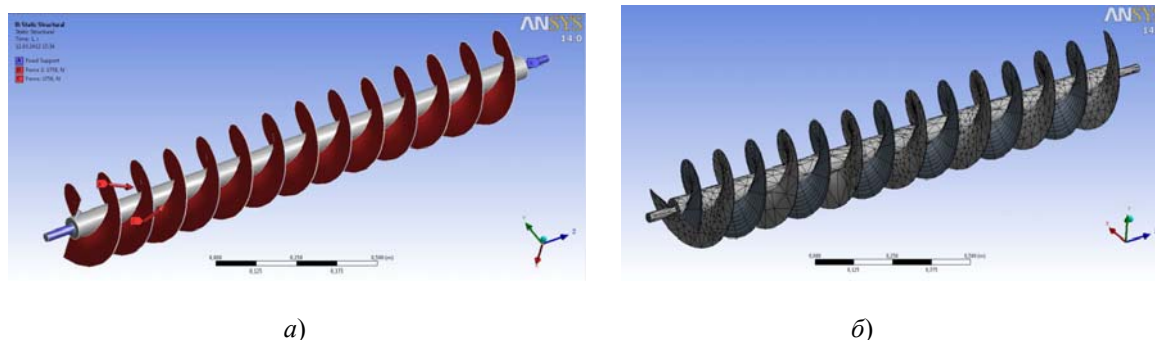
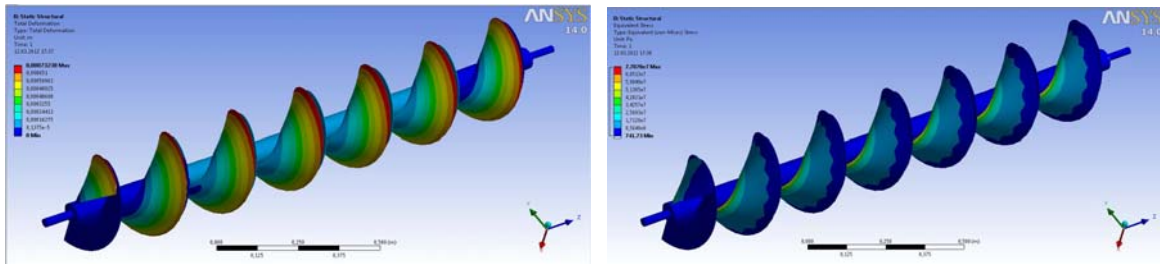


Рис. 3. Шнек:

а – схема нагружения и закрепления шнека;
б – конечноэлементная сетка на твердом теле

В результате компьютерного моделирования процесса деформирования шнека были получены эпюры перемещения и напряжения. Максимальные напряжения (77 МПа) наблюдаются в месте контакта витков шнека с трубой, максимальное перемещение наблюдаются в верхней части витков шнека (0,65 мм). Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы: в результате анализа 2-х систем выгрузки были получены величины пропускных способностей горизонтального, наклонного и выгрузного шнеков, в зависимости от которых были построены графики, из которых видно, что время выгрузки базового варианта системы на 1 мин больше, чем предлагаемого варианта. Общее время выгрузки 8-кубового бункера модернизи-

рованного варианта составит 6 мин. Увеличение пропускной способности было достигнуто изменением частот вращения и установкой двухвиткового шнека.



а)

б)

Рис. 4. Шнек:

а – перемещение витков шнека;

б – распределения напряжения по виткам шнека

В результате компьютерного моделирования выполнения технологического процесса шнека были получены эпюры деформаций и напряжений, максимальное значение которых не превышают допустимых.

Литература

1. Каплун, А. Б. ANSYS в руках инженера : практ. рук. / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева. – М. : Едиториал УРСС, 2003. – 272 с.
2. Компьютерное моделирование в инженерной практике. SolidWorks / А. А. Алямовский [и др.] ; под ред. Е. Кондуковой. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.
3. Современные тенденции развития конструкций с/х техники / под ред. В. И. Кравчука. – Киев : Аграр. наука, 2004.
4. SOLIDWORKS (Release 2006). Users Guide. – 2006.
5. Тракторное и сельскохозяйственное машиностроение: аксиально-роторные комбайны : журн. / под ред. Э. В. Жалнина и О. Б. Датијева. – М. : ЦНИИТЭИ, 1984.