

РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ПРИВОДА ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО СПИРАЛЬНОГО ТРАНСПОРТЕРА

Абдалкина К.А., студентка 2 курса колледжа агротехнологий и бизнеса

Научный руководитель – Злобин В.А., к.т.н., доцент;

Исаев Ю.М., д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: спираль, сыпучий материал, привод, прочность, уравнение, момент, проволока

В данной статье приведены прочностные расчеты рабочего органа транспортера, выполненного в виде спирального винта при самых распространенных нагрузках во время работы по перемещению сыпучих сельскохозяйственных материалов в закрытом кожухе круглого сечения.

Спиральная пружина представляет собой проволоку круглого сечения, изогнутую по спирали Архимеда, витки которой при любом ее положении, во время работы не касаются соседних витков.

Упругая характеристика спиральной пружины близка к линейной в большом интервале углов закручивания одного конца относительно другого [1-4].

Рассмотрим расчет винтовых цилиндрических одножильных пружин кручения. Во время эксплуатации транспортеров со спиральным рабочим органом со стороны привода и перемещаемого материала возникают различные нагрузки, силы которых направлены по различным плоскостям. Рассмотрим работу вертикального транспортера, толщина проволоки рабочего органа у которого 7,8 мм., в связке с приводом электродвигателя мощностью 2 кВт.

При мощности привода асинхронного электродвигателя $N = 2$ кВт проволока рабочего органа транспортера [5-8] испытывает следующие нагрузки при вертикальном транспортировании сыпучих компонентов:

– расчет момента полезного сопротивления M_c после расчета будет иметь следующий вид:

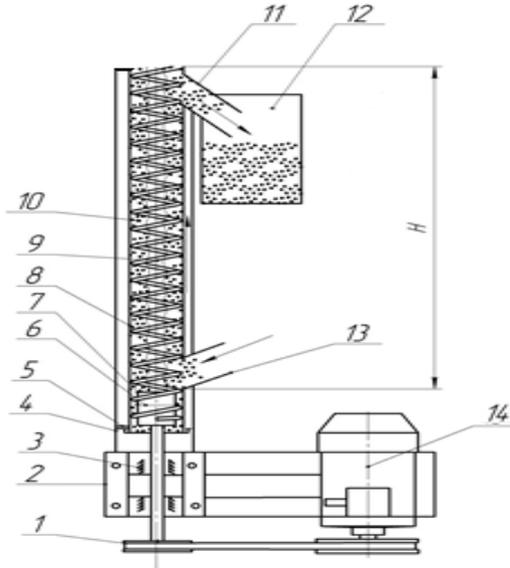
$$M_c = 37500 \cdot N / n = 37500 \cdot 2 / 1060 = 70,7 \text{ кг·см} \quad (1)$$

где n – частота вращения рабочего органа транспортера - спирального винта, мин^{-1} .

– сжатие осевой силой:

$$P_z = 2 \cdot M_c / d_{cp} \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi) = 2 \cdot 70,7 / 7,8 \cdot \text{tg}41^\circ = 20,8 \text{ кг.} \quad (2)$$

где d_{cp} – средний диаметр образующей [4] спирального винта;



1 – шкив; 2,4 – рама; 3 – подшипник; 5 – обвязка; 6 – болтовое соединение; 7 – втулка; 8 – кожух; 9 – спираль; 10 – сыпучий материал; 11 – патрубок; 12 – бункер; 13 – окно для подачи сыпучего материала; 14 – асинхронный электродвигатель (привод).

Рисунок 1 – Общая схема вертикального спирального транспортера

Учитывая, что спиральный рабочий орган транспортера [9-13] выполнен без изгибов (рисунок 1), допускаем идентичность полезного момента сопротивления при работе под нагрузкой к моменту, изгибающему ($M_{из} = M_c$), а крутящий момент можно определить из следующего уравнения:

$$M_z = P_z \cdot d_{cp} \cdot \text{Cos}\alpha / 2 = 20,8 \cdot 7,8 \cdot 0,96 / 2 = 77,8 \text{ кг·см.} \quad (3)$$

Прочность [14,15] при одновременном совместном действии изгиба и кручения согласно третьей теории прочности можно рассчитать из уравнения:

$$\sigma_{np} = (\sqrt{M_c^2 + M_z^2}) / W_n = (\sqrt{70,7^2 + 77,8^2}) / 0,05 = 2102 \text{ г/см}^2, \quad (4)$$

где $W_n = 0,1 \cdot \delta^3 = 0,1 \cdot 0,8^3 = 0,052 \text{ см}^2$; δ – толщин а проволоки 0,8 см.

Нужно учесть предел прочности для данной спирали, которая выполнена из пружинной проволоки. Данный предел относится к 3-му классу, который равен $\sigma_s = 12000 \text{ кг/см}^2$. Имея ввиду общепринятые в технике значения можем найти:

$$\sigma_p = (0,6 \dots 0,7) \sigma_s = 0,65 \cdot 12000 = 7800 \text{ кг/см}^2, \quad (5)$$

и принимая коэффициент запаса $n = 2$, допускаемое напряжение при работе транспортера :

$$\sigma_s = \sigma_p / n = 7800 / 2 = 3900 \text{ кг/см}^2. \quad (6)$$

Таким образом, при электрической мощности $N = 2 \text{ кВт}$ материал проволоки спирального винта будет недогружен в $\sigma_s/\sigma_{np}=3900/2102=1,85$ раза. Это условие дает возможность увеличить мощность в полтора раза до 3 кВт без вреда и перегрузок для геометрии и эксплуатационных свойств спирально-винтового рабочего органа вертикального транспортера.

Библиографический список:

1. Исаев Ю.М. Нестационарный процесс перемещения сыпучего материала в транспортерах / Ю.М. Исаев, Н.М. Семашкин, В.А. Злобин // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2009. № 3. с. 65-68.
2. Исаев Ю.М. Элементы теории спирально-винтового устройства с переменным шагом / Ю.М. Исаев, Н.М. Семашкин, В.А. Злобин, Н.Н. Назарова, М.В. Сотников // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013.– № 3 (23) с. 117-121.
3. Злобин В.А. Расчёт прочности спирального винта в вертикальном транспортере / В.А. Злобин, С.А. Каленков, С.М. Егоров // Студенческий научный форум - 2017. IX Международная студенческая электронная научная конференция. 2017.

4. Исаев Ю.М. Колебания спирального винта при перемещении сыпучего материала/ Ю.М. Исаев, Н.М. Семашкин, И.И. Шигапов, В.А. Злобин, А.И. Семашкина //Сельский механизатор. -2016. -№ 12. -С. 8-9.

5. Исаев Ю.М. Движение частицы материала по образующей спирального винта / Ю.М. Исаев, Н.М. Семашкин, В.А. Злобин, А.В. Вечкуткин // Международный журнал экспериментального образования. - 2015. № 12-3. С. 422.

6. Исаев Ю.М. Теоретическое описание перемещения частицы винтовой поверхностью по плоскости / Ю.М. Исаев, Н.М. Семашкин, В.А. Злобин//Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы VI Международной научно-практической конференции.- Ульяновск, 2015.- С. 44-47.

7. Исаев Ю.М. Влияние активного слоя на перемещение зерна в спирально-винтовом транспортере/ Ю.М. Исаев, М.В. Воронина, Н.М. Семашкин, В.А. Злобин //Успехи современного естествознания. - 2008.- № 8.- С. 65-66.

8. Исаев Ю.М. Исследования режимных параметров рабочего органа транспортера по перемещению семян сои / Ю.М. Исаев, Н.М. Семашкин, В.А. Злобин, С.А. Каленков // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы X Международной научно-практической конференции. В 2-х томах. Ульяновск, 2020. С. 203-206

9. Исаев Ю.М. Определение прочности материала рабочего органа спирально-винтового погрузчика / Ю.М. Исаев, В.А. Злобин, С.А. Каленков // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы X Международной научно-практической конференции. В 2-х томах. Ульяновск, 2020. С. 207-209.

10. Исаев Ю.М. Применение спирально-винтового транспортера в качестве раздатчика кормов / Ю.М. Исаев, В.А. Злобин, Н.М. Семашкин, Д.Р. Сафин // Современные проблемы механизации сельскохозяйственного производства и обслуживания сельскохозяйственной техники. Сборник научных трудов по материалам Национальной научно-практической конференции с международным участием. Ярославль, 2020. С. 21-25.

11. Патент № 159576 РФ Спирально-винтовой транспортер № 2015128640/11 опубл. 10.02.2016 / Ю.М. Исаев, Н.М. Семашкин, В.А. Злобин.

12. The motion of particles in coaxially-arranged cylinders / Isaev, Y.M., Nekrashevich, V.F., Semashkin, N.M., Zlobin, V.A. // E3S Web of Conferences, 2020, 193, 01052

13. Motion patterns of a material particle on a helical surface / Isaev, Y.M., Semashkin, N.M., Zlobin, V.A. // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 2020, 15(5), стр. 1–4.

14. Regularities of motion of a particle in the spiral-screw device / Isaev, Y., Semashkin, N., Zlobin, V. // E3S Web of Conferences, 2019, 126, 00041

15. Equations of lagrange motion of a particle in a spiral screw device / Isaev, Y.M., Semashkin, N.M., Zlobin, V.A., Kalenkov, S.A. // International Journal of Mechanical Engineering and Technology, 2018, 9(8), стр. 1002–1008.

CALCULATION OF DRIVE POWER FOR VERTICAL SCROLL CONVEYOR

Abdalkina K.A.

Keywords: *spiral, bulk material, drive, strength, equation, moment, wire*

This article presents the strength calculations of the working body of the conveyor, made in the form of a spiral screw under the most common loads during the movement of bulk agricultural materials in a closed casing of a circular cross-section.