

МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА СПИРАЛЬНОГО ТРАНСПОРТЕРА

Артемьев В.В., студент 4 курса инженерного факультета

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

Исаев Ю.М., д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: транспортер, сталь, спиральный винт, рабочий орган.

Статья посвящена анализу и выбору подходящей марки стали, отвечающей эксплуатационным параметрам при применении ее в качестве рабочего органа спирально-винтового транспортера. Рассмотрены преимущества стали 65Г при выборе ее в качестве нагруженного элемента в устройстве по транспортированию сыпучих материалов.

При выборе материала для изготовления спирально-винтовых рабочих органов транспортера следует ориентироваться на область их применения [1-3]. Одним из факторов, на который следует обратить внимание – это всевозможные эксплуатационные нагрузки на рабочий орган, которые возникают при работе с контактирующей средой.

Рассмотрим пример применения стали 65Г которая находит широкое применение в машиностроении [4-8]. Она является разновидностью пружинно-рессорной стали, из нее производят: рессоры, пружины, упорные шайбы, тормозные ленты, фрикционные диски, шестерни, фланцы, корпуса подшипников, зажимные и подающие цанги и другие детали, к которым предъявляются требования повышенной износостойкости. Заменителями данной стали могут служить: сталь У8А, сталь 70, сталь 70Г, сталь 9Хс, сталь 60С2А, сталь 60С2, 50ХФА, сталь 55С2.

Ниже в таблице 1 приведены основные характеристики стали 65Г.

Таблица 1- Характеристика материала.

Марка стали	сталь 65Г
Заменитель стали	сталь 70, сталь У8А, сталь 70Г, сталь 60С2А, сталь 9ХС, сталь 50ХФА, сталь 60С2, сталь 55С
Классификация стали	Сталь конструкционная рессорно-пружинная ГОСТ 14959-79 (сталь пружинная)
Применение стали 65Г	пружины, рессоры, упорные шайбы, тормозные ленты, фрикционные диски, шестерни, фланцы, корпуса подшипников, зажимные и подающие цанги и другие детали, к которым предъявляются требования повышенной износостойкости, и детали, работающие без ударных нагрузок.

Свойства стали 65Г во многом определяют ее химический состав, который дополняют несколько элементов. Среди них наибольший удельный вес занимает марганец (1%) и кремний (около 0,35%), затем идут никель и хром (до 0,25% каждый). Меди в составе стали 65Г около 0,20%, а фосфора и серы – по три сотых процента. Еще несколько элементов периодической таблицы представлены в незначительном количестве, не способном оказать влияния на физико-химические свойства стали данного вида

Технологические свойства стали выяснены опытным путем в специализированной лаборатории [9-12]. Так, пониженная свариваемость заставила отказаться от ее использования в сварных конструкциях, тогда как ковка и резание позволяют изготовить из данного вида металла конструкцию любой сложности. При нагревании механические свойства стали повышаются в 1,3-2 раза – это явление характерно для большинства металлов. Ее ударная вязкость достаточно высока [2,13] в нормальных условиях и резко снижается при понижении температур, что заставляет отказаться от использования металла для производства ударных конструкций, работающих в неблагоприятных внешних условиях.

В зависимости от уровня температуры окружающей среды физические свойства стали 65Г претерпевают изменения: так, модуль нормальной упругости снижается практически в 2 раза, тогда как модуль упругости при сдвиге кручением – в 1,7 раз. Плотность такого металла в нормальных условиях, равная 7800 кг/см³, с повышением температуры

уменьшается на 1,5% до показателя в 7750 кг/см³, а удельная теплоемкость повышается почти в полтора раза/

Ниже приведены данные с химическим составом, технологическими, механическими, физическими свойствами и зарубежными аналогами стали 65Г.

Таблица 2 - Химический состав в процентах материала - сталь 65Г.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.62 —	0.17 —	0.9 —	до	до	до	до	до
0.7	0.37	1.2	0.25	0.035	0.035	0.25	0.2

Таблица 3 - Механические свойства материала сталь 65Г.

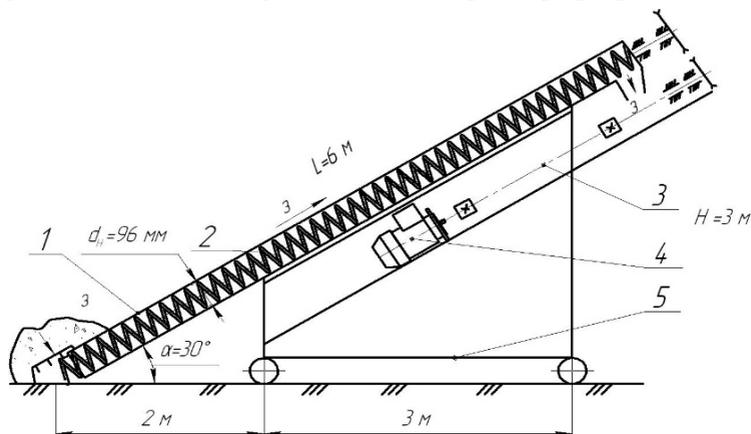
s_b	— Предел кратковременной прочности, [МПа]
s_T	— Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), [МПа]
d_5	— Относительное удлинение при разрыве, [%]
γ	— Относительное сужение, [%]
KCU	— Ударная вязкость, [кДж / м ²]
НВ	— Твердость по Бринеллю, [МПа]

Таблица 4 - Физические свойства материала сталь 65Г.

T	— Температура, при которой получены данные свойства, [Град]
E	— Модуль упругости первого рода, [МПа]
α	— Коэффициент температурного (линейного) расширения (диапазон 20° — T), [1/Град]
l	— Коэффициент теплопроводности (теплоемкость материала), [Вт/(м·град)]
r	— Плотность материала, [кг/м ³]
C	— Удельная теплоемкость материала (диапазон 20° — T), [Дж/(кг·град)]
R	— Удельное электросопротивление, [Ом·м]

Сталь 65Г, является типом стали с повышенной прочностью, вязкостью и сопротивляемостью изнашиванию (при относительной небольшой стоимости).

Исходя из вышеизложенных преимуществ [3,14,15] рассмотренной стали существует большой потенциал ее использования в качестве нагруженного элемента спирально-винтового транспортера (рисунок 1).



1–кожух; 2–спирально-винтовой рабочий орган; 3–привод; 4–электродвигатель; 5–рама; $D_n=96$ мм – наружный диаметр кожуха; $d_n=72 \dots 86$ мм – диаметр спирали; $S_n=68 \dots 80$ мм – шаг спирали; $L_n=3 \dots 10$ м – длина транспортера; H – высота подъема; α – угол наклона к горизонту

Рисунок 1 – Принципиальная схема устройства со спирально-винтовым рабочим органом

Рабочие органы спирально-винтовых транспортеров, выполненные из стали 65Г [5] способны долгий срок эксплуатации служить без существенного износа, контактируя с сыпучими сельскохозяйственными материалами, вне зависимости от угла положения к горизонту транспортирующего устройства.

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-screwed 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.

MATERIAL FOR MANUFACTURING THE WORKING BODY OF THE SPIRAL CONVEYOR

Artemiev V.V.

Key words: *conveyor, steel, spiral screw, working body.*

The article is devoted to the analysis and selection of a suitable steel grade that meets the operational parameters when using it as a working body of a spiral screw conveyor. The advantages of 65G steel are considered when choosing it as a loaded element in a device for the transportation of bulk materials.