

# РАЗРАБОТКА ВАКУУМ-ТРАНСПОРТА ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СЫПУ- ЧИХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**А.А. Полонский** – студент гр.СПК-31,

**А.Н. Кулдошин** – магистрант гр. ММС-21з,

**П.С.Платицин** – аспирант,

**Ю.В.Родионов**<sup>1</sup>–д.т.н., профессор

*Тамбовский государственный технический университет, Россия, Тамбов*

*Аннотация:* Глобальным вызовом в агропромышленном комплексе является массовые потери материала на этапе его транспортировки. Причиной такого заключается в несовершенстве технологий(устаревших и неэффективных), а также высокая стоимость современной техники (часто импортной)Как следствие травмируется транспортируемое сельскохозяйственное сырье, низкие санитарно-гигиеничных условий труда, ограниченное расстояние транспортирования. Рассмотрены преимущества и недостатки вакуумного транспорта. Приведена перспективная конструкция вакуум-транспортной установки для перемещения сыпучих растительных материалов. Предложена методика расчета основных параметров вакуум-транспортной установки.

*Ключевые слова:* сельскохозяйственное сырье, травмируемость, транспортирование, вакуум-транспорт, методика расчета.

---

<sup>1</sup> Родионов Ю.В. e-mail: [rodionow.u.w@rambler.ru](mailto:rodionow.u.w@rambler.ru)

В АПК в настоящее время производится большое количество разнообразных сыпучих растительных материалов. Их доставка до необходимых технологических процессов и конечного потребителя является важной задачей повышения производительности труда, снижения энергетических затрат, сохранения качества продукта, повышения безопасности и экологичности отрасли. Этим задачам отвечает внедрение вакуумного транспорта (ВТ).

Достоинства вакуум-транспорта:

- герметичность и взрывобезопасность системы, создание высоких санитарно-гигиеничных и безопасных условий труда, сложные траектории магистральных транспортных трасс, возможность перемещения материала по горизонтальным, вертикальным и наклонным материалопроводам, сокращение обслуживающего персонала и возможность полной автоматизации процесса транспортирования, возможность забора сыпучего материала из разных мест и транспортирование в единый сборный бункер.

Недостатки вакуум-транспорта:

- высокий удельный расход энергии на единицу массы перемещаемого сыпучего материала, по сравнению с другими механическими видами транспорта; износ внутренней поверхности материалопровода; сложность транспортирования влажного и обладающего повышенной слипаемостью и комкованием сыпучего материала; измельчение транспортируемого сыпучего материала.

В общем случае вакуумные транспортные установки компонуют с учетом технологической схемы производства, потерь давления в параллельных транспортных магистралях, оптимальной производительности технологического оборудования и вакуум-создающих систем.

Принципиальная схема вакуум-транспортной установки изображена на рисунке 1. С помощью жидкостнокольцевого вакуум-насоса с автоматическим регулируемым нагнетательным окном (ЖВН АРО) 11 в трубопроводах 3,7 создается разрежение и сыпучий материал через пневмовакuumное вибрационное загрузочное устройство непрерывного действия 2 поступает в циклон-разгрузитель 6 с определенной производительностью, где накапливается и впо-

следствии выгружается в борт или другую емкость. Воздушный поток, проходящий через пылеуловитель 8, очищается от примесей и поступает в атмосферу, а пыль собирается в пылесборнике 9, где впоследствии утилизируется.

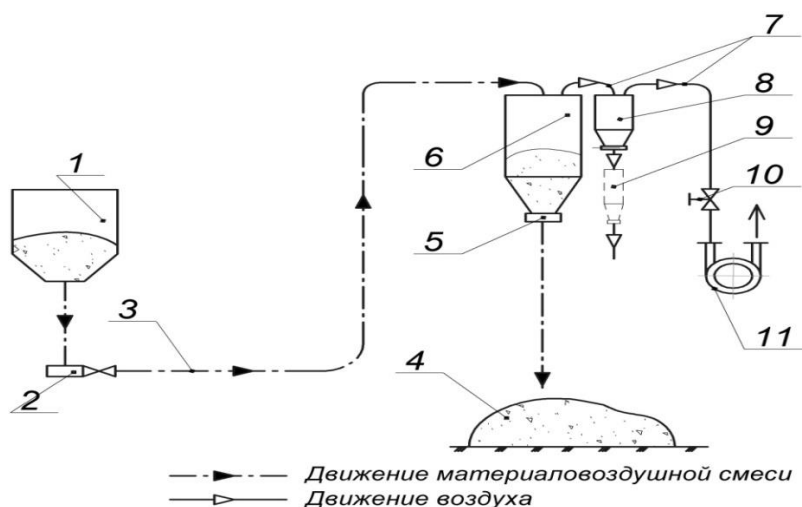


Рис. 1. Принципиальная схема вакуумной транспортной установки на базе жидкостнокольцевого вакуумного насоса с автоматическим регулируемым окном:

- 1 – бункер с транспортируемым сыпучим материалом; 2 – пневмовакuumное вибрационное загрузочное устройство непрерывного действия;
- 3 – транспортный трубопровод; 4 – борт с сыпучим материалом;
- 5 – автоматическая заслонка; 6 – циклон-разгрузитель; 7 – воздушный трубопровод; 8 – пылеуловитель; 9 – пылесборник; 10 – пусковой кран;
- 11 – жидкостнокольцевой вакуум-насос с автоматическим регулируемым окном.

Особенность данной схемы заключается во включении в технологическую схему вакуумного транспортирования пневмовакuumного вибрационного загрузочного устройства непрерывного действия. Изменение частоты вращения ременной передачи позволяет переналаживать работу вакуумного транспорта на перемещение различных материалов. На кафедре «ТМиДМ» получено положительное решение о выдаче патента на конструкцию пневмовакuumного вибрационного загрузочного устройства непрерывного действия.

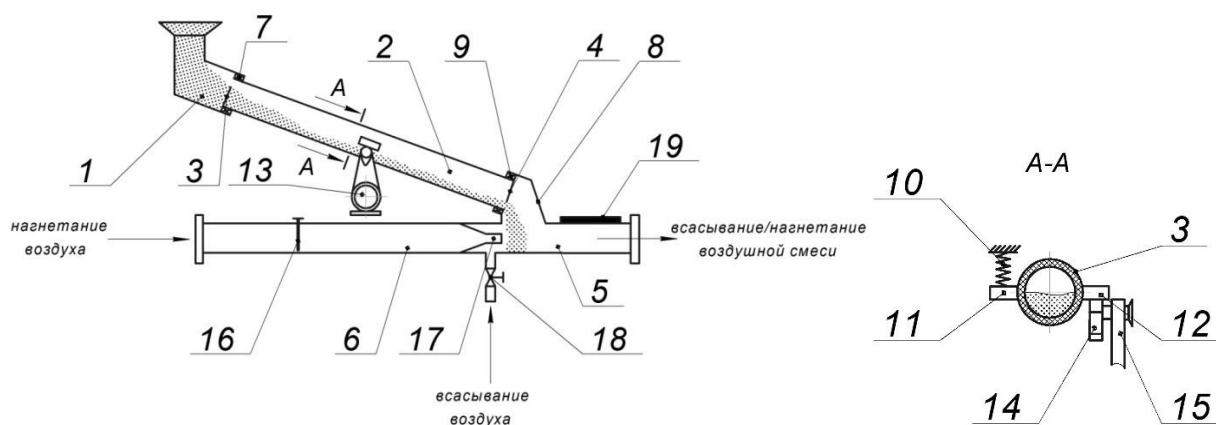


Рис. 2.Схема пневмовакuumноговибрационного загрузочного устройства непрерывного действия

- 1 – бункер; 2 - питающий трубопровод; 3,4 – шиберы; 5 - выходной трубопровод; 6- воздухоподающий трубопровод; 7,9 – подшипник;  
 8 – сиффон; 10 – пружина; 11, 12 - пластинчатый выступ; 13 - кулачковый вибромеханизм; 14 – кулачок; 15 - ременная передача; 16 – заслонка;  
 17 - эжекционная камера; 18 - клапан регулировки подсоса воздуха;  
 19 - съемная секция с электромагнитом

Применение жидкостнокольцевого вакуум-насоса с автоматическим регулируемым нагнетательным окном является другим фактором организации вакуумного транспортирования в режиме сплошного слоя, за счет стабилизации вакуумирования. Он позволяет унифицировать разрабатываемую вакуум-транспортную систему и перемещать широкий спектр сыпучих растительных материалов на оптимальных режимах [1].

Конструкция жидкостнокольцевого вакуумного насоса с автоматическим регулируемым окном разработанная на кафедре «Техническая механика и детали машин» ФГБОУ ВО ТГТУ [2].

Для проектирования вакуум-транспортной системы на предприятиях агропромышленного комплекса необходимо знать требуемую производительность, которая обуславливается технологическим планом работы предприятия, включающего в себя следующие процессы: сбор урожая уборочными машинами, послеуборочная обработка, погрузка и разгрузка, а также другие виды технологи-

ческих процессов. Требуемую производительность вакуум-транспортной системы определяют по следующей формуле:

$$G_m = \frac{1,1 \cdot 1000 \cdot q}{24 \cdot 60 \cdot 60},$$

где  $G_m$  – производительность вакуум-транспортной установки по твердому материалу, кг/с;  $q$  – удельная суточная плановая производительность предшествующего оборудования, т/сутки.

На первом этапе проектирования определяется длина и траектория транспортного трубопровода  $L_{TT}$ : он условно делится на вертикальные, горизонтальные и наклонные участки, вычисляют их длины, а также определяют углы поворота материалопровода, что позволяют создать монтажную схему вакуумного транспорта.

По методике, изложенной в [3] определяется критическая скорость движения воздуха и материала по трубопроводам, и рассчитывается расход воздуха  $Q_B$ , необходимый для транспортирования материала сплошным потоком. По рассчитанному расходу воздуха выбирается жидкостнокольцевой вакуумный насос.

Второй этап расчета состоит в подборе необходимого технологического оборудования (циклон-разгрузитель, фильтр и т.д.). Определяются диаметры воздушного  $d_{BT}$  и транспортного трубопровода  $d_{TT}$  и потери давления в них, а также в технологическом оборудовании  $\Delta p$ . Расчет ведется по методике, изложенной в [3].

Выполняется проверка расхода воздуха в конце воздушного трубопровода и сравнивается с технико-эксплуатационными характеристиками выбранного вакуум-насоса [3]:

$$Q_6 = \frac{G_m \cdot u_{кр}^2}{2 \cdot p} \leq S_\phi(p),$$

где  $S_\phi(p)$  – фактическая быстрота действия (производительность) при полученном давлении всасывания, м<sup>3</sup>/с.

После окончательного выбора ЖВН рассчитывается пневмовакuumное вибрационное загрузочное устройства непрерывного действия.

## **Выводы**

На основании предложенной методики была разработана конструкция вакуум-транспортной установки, состоящей из передвижной платформы, жидкостнокольцевого вакуум-насоса с автоматическим регулируемым нагнетательным окном, электродвигателя, бака для охлаждающей жидкости, пылеуловителя и циклона-разгрузителя. Вакуум-транспортная установка позволяет транспортировать сухие сыпучие растительные материалы в режиме сплошного слоя частицы размером 1-10 мм и влажностью до 14%. Максимальная длина транспортного трубопровода зависит от мощности жидкостнокольцевого вакуум-насоса с автоматическим регулируемым окном, и ограничивается в пределах 20-30 м.

## **Список литературы**

1. *Родионов, Ю.В.* Применение жидкостнокольцевых вакуум-насосов в процессах пневмотранспортирования / Ю.В. Родионов, П.С. Платицин, Э.С. Иванова // Материалы международной научно-практической конференции 30 ноября 2015 г: Современное общество, образование и наука. Ч.6. - Тамбов: ООО "Консалтинговая компания Юком", 2015 - С. 59-61
2. Пат. 2303166 Российская Федерация, МПК F04C 15/00. Жидкостнокольцевая машина с автоматическим регулированием проходного сечения нагнетательного окна/ Волков А.В., Воробьев Ю.В., Никитин Д.В., Попов В.В., Родионов Ю.В., Свиридов М.М.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Тамб. гос. техн ун-т. – № 2005116616/06; заявл. 31.05.2005; опубл. 20.07.2007, Бюл. № 20. - 6 с.
3. *Родионов, Ю.В.* Особенности расчета технологии вакуумного транспортирования сухих сыпучих растительных материалов в режиме сплошного слоя / Ю.В. Родионов и др. // Наука в центральной России. 2016. №6 (24). С.54-65



# THE DEVELOPMENT OF VACUUM TRANSPORT FOR MOVING BULK PLANT MATERIALS

**A.H. Kuldoshin – master gr. MMC-21z, A.A. Polonsky – student CIK–31,**

**P.S. Platitsyn– graduate student**

**Supervisor: Y.V. Rodionov-doctor of technical Sciences, Professor**

*Tambov state technical University, Russia, Tambov*

*(e-mail: [rodionow.u.w@rambler.ru](mailto:rodionow.u.w@rambler.ru))*

*Annotation:* A global challenge in the agro-industrial complex is the massive loss of material during its transportation. The reason for this is the imperfection of technologies (outdated and inefficient), as well as the high cost of modern technology (often imported) as a result of traumatized transported agricultural raw materials, low sanitary and hygienic working conditions, limited transportation distance. Advantages and disadvantages of vacuum transport are considered. The perspective design of the vacuum transport unit for moving bulk plant materials is presented. The method of calculation of the main parameters of the vacuum transport unit is proposed.

*Keywords:* agricultural raw materials, trauma, transportation, vacuum transport, calculation methodology.