

УДК 628.474.5

UDC 628.474.5

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

05.20.01-Technologies and means of mechanization of agriculture (technical sciences)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НА БАЗЕ ВИНТОВЫХ КОНВЕЙЕРОВ И ВИНТОВЫХ РОТОРОВ

IMPROVEMENT OF EQUIPMENT FOR AGRICULTURAL WASTE DISPOSAL BASED ON SCREW CONVEYORS AND SCREW ROTORS

Серга Георгий Васильевич
д.т.н., профессор
WoS ResearcherID: ABA – 9158 – 2020
Scopus AuthorID: 57201779571

Serga Georgy Vasilyevich
Dr.Sci.Tech., professor
WoS ResearcherID: ABA – 9158 – 2020
Scopus AuthorID: 57201779571

Табачук Инна Ивановна
старший преподаватель

Tabachuk Inna Ivanovna
senior lecturer

Берберашвили Диана Юрьевна
магистрант
Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Berberashvili Diana Yurievna
master's degree student
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Представлены результаты исследования путей совершенствования оборудования для обезвреживания отходов растениеводства и животноводства – инсинераторов, с помощью устройств на базе винтовых роторов и винтовых конвейеров. Представлены общие сведения такого оборудования, в том числе схема функционирования и основные узлы после модернизации. Показано, что для повышения производительности инсинераторов актуальным является монтаж и установка теплообменников на базе винтовых роторов, а также для улучшения экологической обстановки и улучшения условий обслуживания в зоне работы инсинераторов необходимо оснастить их автоматической подачей отходов с помощью винтовых конвейеров

The article presents results of research on ways to improve equipment for crop and livestock waste disposal–incinerators using devices based on screw rotors and screw conveyors. General information about such equipment is provided, including the scheme of operation and the main components after modernization. It is shown that in order to increase the productivity of incinerators, it is important to install and set up heat exchangers based on screw rotors, as well as to improve the environmental situation and improve service conditions in the area of incinerators, it is necessary to equip them with automatic waste feed using screw conveyors

Ключевые слова: ИНСИНЕРАТОРЫ, ТЕПЛООБМЕННИКИ, ВИНТОВЫЕ РОТОРЫ, ВИНТОВЫЕ КОНВЕЙЕРЫ

Keywords: INCINERATORS, HEAT EXCHANGERS, SCREW ROTORS, SCREW CONVEYORS

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-164-017>

Введение

В агропромышленном комплексе широко применяют оборудование, предназначенное для высокотемпературного термического уничтожения и обезвреживания отходов растениеводства и животноводства, которые изготавливаются в передвижном и стационарном исполнении. Такое оборудование называется инсинераторами.

<http://ej.kubagro.ru/2020/10/pdf/17.pdf>

Наиболее широкое применение в сельском хозяйстве нашли инсинераторы серии «ИНСИ А», «ИНСИ В», «ИНСИ С» [1].

Основная часть

На рисунке 1 показана предложенная принципиальная схема работы инсинераторов серии «ИНСИ» после модернизации путем

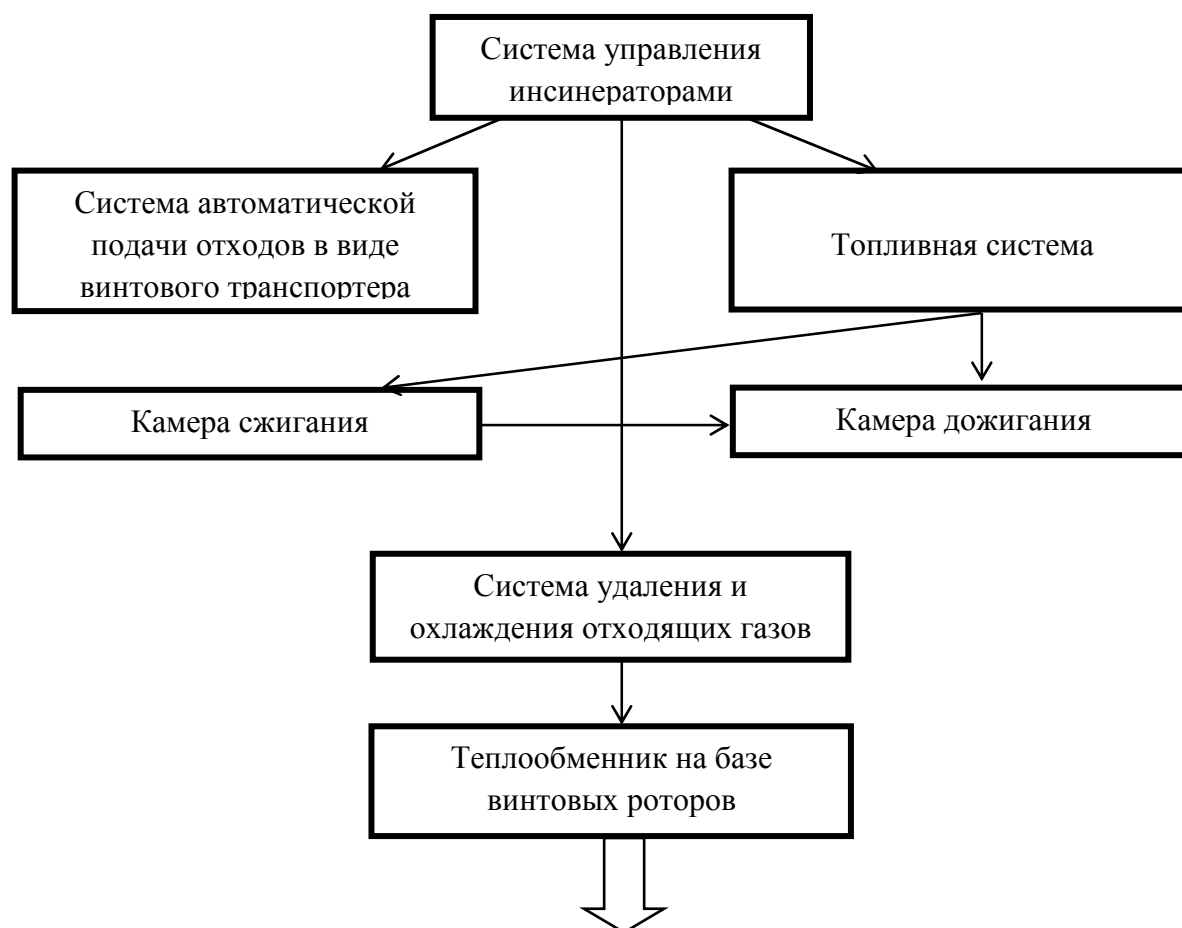


Рисунок 1 – Схема работы инсинераторов серии «ИНСИ» после модернизации совершенствование оборудования для обезвреживания отходов растениеводства и разведения животных на базе винтовых конвейеров, роторов и разработки системы автоматической подачи отходов в инсинераторы с помощью винтовых конвейеров, а также разработки теплообменного оборудования для инсинераторов на базе винтовых роторов.

Инсинераторы изготавливают в передвижном и стационарном исполнении. Несмотря на простоту обслуживания и достаточно высокую производительность такого оборудования, например в ИНСИ – 2600 со скоростью сжигания 400 кг/час, необходимость совершенствования диктуется практикой его эксплуатации, например актуальной являются разработка системы автоматической подачи отходов в инсинераторы и теплообменного оборудования для инсинераторов

1 Разработка системы автоматической подачи отходов в инсинераторы.

В качестве рабочего органа системы автоматической подачи отходов в инсинераторы предлагаются винтовые конвейеры, способные транспортировать, загружать или добавлять в главную камеру отходы по мере сжигания, обеспечивающие не только транспортировку отходов в изолированном от внешней среды пространстве от бункера складирования отходов до главной камеры (5 – 10 метров) с целью выполнения экологических требований, но и обеспечивающих при транспортировке отходов их смешивание и дробление, а значит повышение скорости их сжигания. Повышение производительности инсинераторов за счет внедрения этого предложения может достигать 15 – 20%. Новизна предлагаемых технических решений подтверждается пятнадцатью авторскими свидетельствами и патентами на изобретения КубГАУ [2 – 16].

Винтовые конвейеры – это устройства с дискретно расположенными по периметру по разнонаправленным винтовым линиям плоскими элементами, внутри которых и осуществляется движения отходов от загрузки к выгрузке.

На рисунке 2 представлены наглядные изображения некоторых моделей винтовых конвейеров, которые дают представление о

возможности применения в системе автоматической подачи отходов в инсинераторы из бункеров накопления отходов в главные печи инсинераторов.

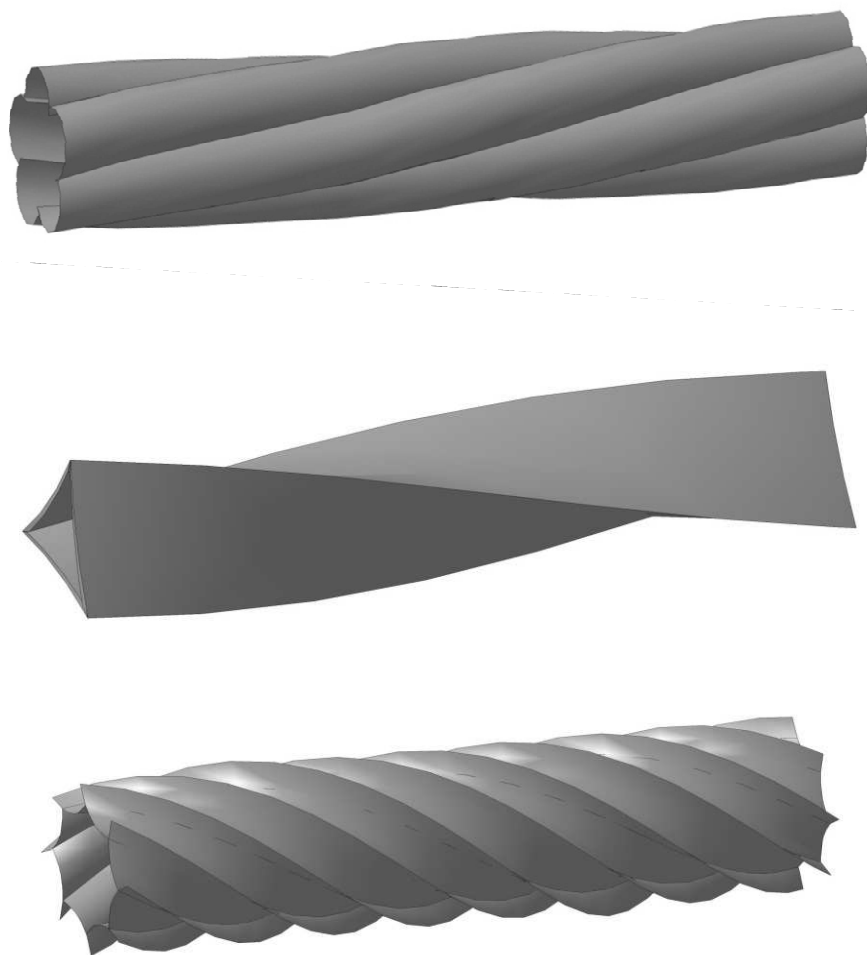


Рисунок 2 – Некоторые модели винтовых конвейеров

Отходам, загружаемым непрерывным потоком в такие винтовые конвейеры, точнее частицам отходов, при вращении винтовых конвейеров сообщается не только продольное перемещение по винтовым линиям, винтовым канавкам и винтовым поверхностям, но и сложно – пространственное движение с большой амплитудой и большой энергоемкостью соударений друг с другом и со стенками винтового конвейера, что обеспечивает дробление частиц отходов, а значит

уменьшение размеров фракций отходов, следовательно обеспечивается повышение скорости их сжигания в камерах, т.е. повышается производительность инсинераторов.

2 Разработка теплообменного оборудования для инсинераторов

Предлагаются конструкции теплообменного оборудования (теплообменников) на базе винтовых роторов для оснащения инсинераторов ИНСИ В – 150, ИНСИ В – 200, ИНСИ В – 300, ИНСИ В – 400, ИНСИ В – 500, ИНСИ В – 700, ИНСИ В – 1000, ИНСИ В – 1500, ИНСИ В – 1750, ИНСИ В – 2000, ИНСИ В – 300, новизна которых подтверждена патентами и авторскими свидетельствами на изобретения [15, 16].

2.1 Теплообменник № 1 хорошо описан и представлен в работе [16]

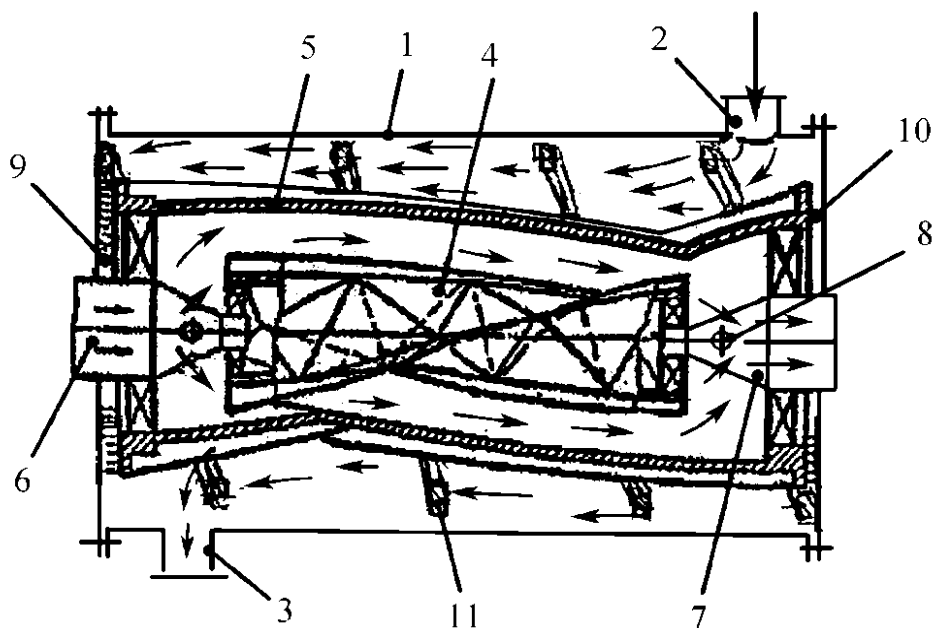


Рисунок 3 – Теплообменник № 1

(1 – кожух, 2 – подводящий патрубок холодной среды, 3 – отводящий патрубок холодной среды, 4 – винтовой ротор с напусками внутренний б – винтовой ротор с напусками, наружный, 6, 7 – коллекторы горячей среды, 8 – отверстия в коллекторах; 9, 10 – лабиринтное уплотнение, 11 – цилиндрическая пружина с плоским сечением витков)

На рисунке 4 представлен внутренний винтовой ротор, который снабжен напусками с проемами для создания турбулентных потоков в теплообменнике и интенсификации теплообмена рабочих сред.

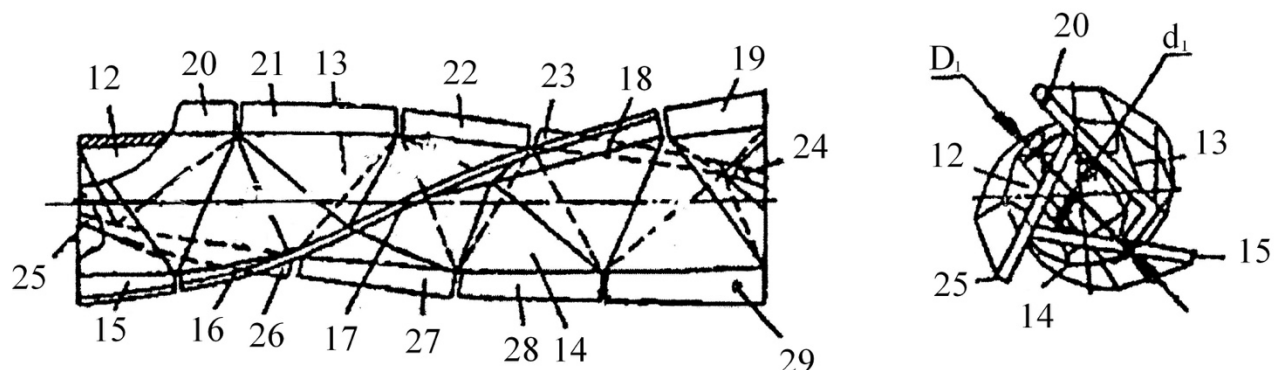


Рисунок 4 – Винтовой ротор с напусками
(12, 13, 14 – полосы прямоугольной формы; 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 – напуски прямоугольной формы)

На рисунке 5 – представлен наружный винтовой ротор, который снабжен сплошными напусками для создания турбулентных потоков в теплообменнике и интенсификации теплообмена.

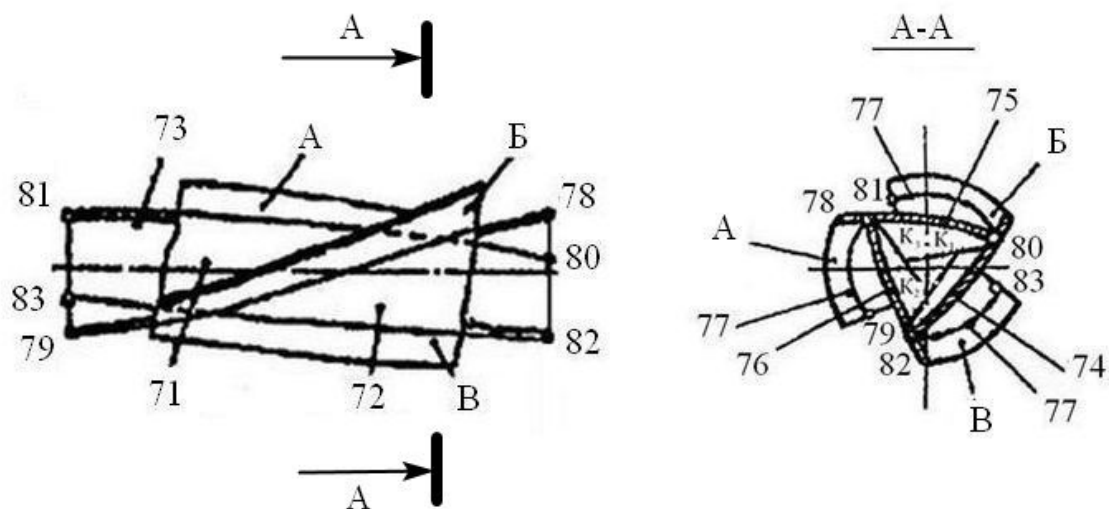


Рисунок 5 – Наружный винтовой ротор
(71, 72, 73 – одинаковые по длине и по ширине полосы прямоугольной формы, свернутые в винт; 78 – 79, 80 – 81; 82 – 83 – винтовые линии; А, Б, В – напуски)

2.2 Теплообменник № 2 хорошо описан и представлен в работе [15]

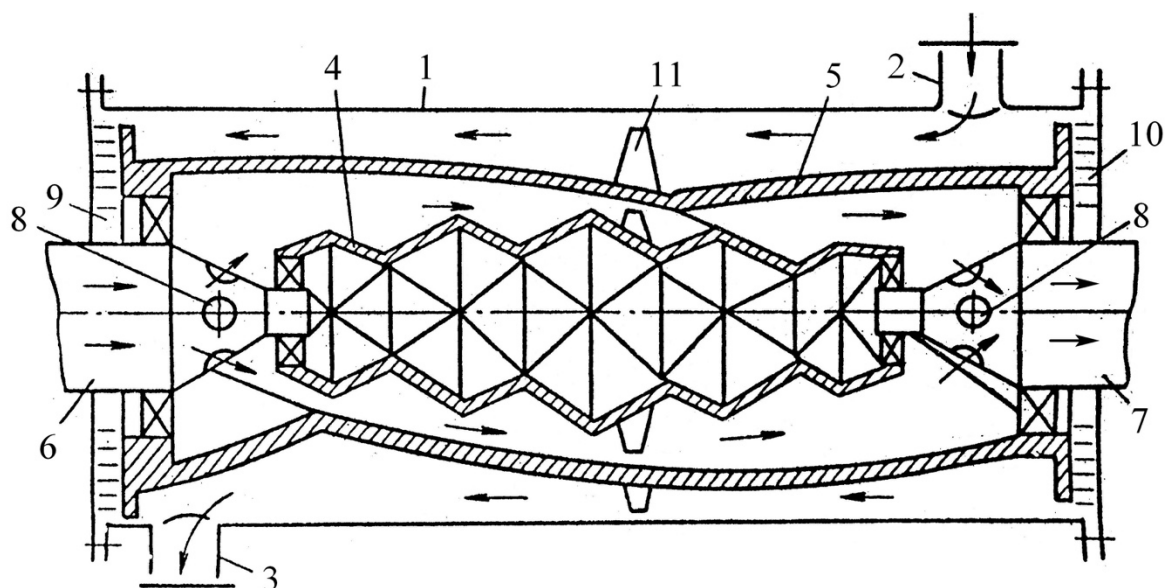


Рисунок 6 – теплообменник № 2

(1- кожух; 2 – патрубок подводящий холодную среду; 3 – патрубок отводящую холодную среду; 4 – внутренний винтовой ротор; 5 – наружный винтовой ротор; 6,7 – коллекторы; 8 – отверстия в коллекторах; 9,10 – лабиринтное уплотнение; 11 – профилированные лопатки)

На рисунке 7 показана конструкция внутреннего винтового ротора, комбинирование величины и направления винтовых его поверхностей в

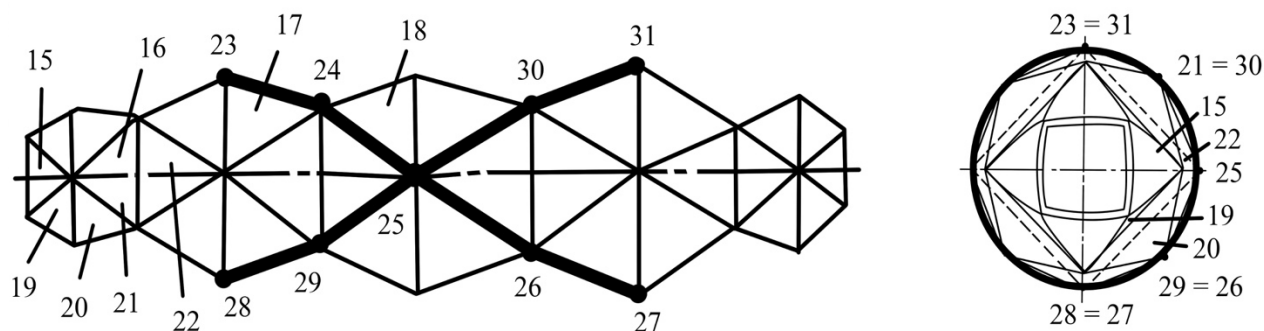


Рисунок 7 – Внутренний винтовой ротор теплообменника № 2

(15, 16, 17, 18 – полосы, образующие чередующие грани; 19, 20, 21 – грани по периметру винтового ротора; 23 – 24 – 25 – 26 – 27 – одна из четырех правых ломанных винтовых линий; 28 – 29 – 25 – 30 – 31 – одна из четырех левых ломанных винтовых линий)

сочетании с геометрическими характеристиками, управляет сложно – пространственным перемещением теплообменивающими средами и повышает интенсивность теплообмена.

На рисунке 8 показана конструкция наружного винтового ротора, двойная кривизна винтовых полос по его периметру K_1 , K_2 , K_3 в сочетании с геометрическими характеристиками обеспечивает сложно – пространственным движение теплообменивающих сред и повышает интенсивность теплообмена.

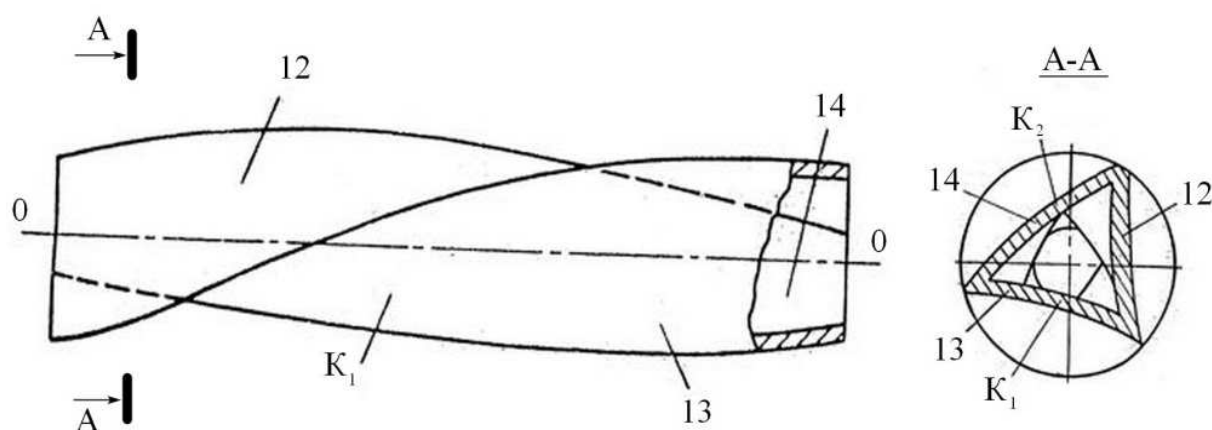


Рисунок 8 – Наружный винтовой ротор теплообменника № 2 (12, 13, 14 – полосы свернутые в винт по периметру ротора; K_1 , K_2 , K_3 – кривизна полос)

Двойная кривизна K_1 , K_2 , K_3 обеспечивает увеличение или уменьшение транспортного эффекта, интенсифицирует смешивание и увеличивает мощность взаимодействия потоков рабочих сред.

Заключение

Представлен комплекс исследований, направленных на разработку оригинальных устройств для модернизации оборудования высокотемпературного термического уничтожения и обезвреживания отходов сельскохозяйственного производства, новизна которых подтверждена пятнадцатью авторскими свидетельствами и патентами на изобретения РФ. Представлены общие сведения о исследовании путей

совершенствования оборудования для обезвреживания отходов сельскохозяйственного производства с помощью устройств на базе винтовых роторов и винтовых контейнеров. Показано, что для повышения производительности инсинераторов актуальным является монтаж и установка теплообменников на базе винтовых роторов, а также для улучшения условий обслуживания, экологической обстановки в зоне работы инсинераторов, необходимо оснастить их винтовыми конвейерами для автоматической подачи отходов. Представлена схема работы инсинераторов серии «ИНСИ» после модернизации. Результаты исследований позволят не только повысить производительность на 5–10%, но и улучшить экологическую обстановку в зоне работы инсинераторов.

Литература

1. Материалы по оценке воздействия на окружающую среду инсинераторов серии «ИНСИ», Эксперт в области экологической безопасности «РПН – Сфера» 2015, Москва.
2. А.с. № 1703584 СССР, МПК В65П 33/00 Винт винтового конвейера и способ его изготовления/ Серга Г. В., № 4634030/03; заявл.24.01.1989. опубл. 007.01.92. Бюл №1.
3. Патент № 2081043 Российская Федерация, МПК В65G 33/00, В65G 33/26. Винтовой конвейер для транспортирования зерна/ Серга Г. В, Сидоренко Л. И.; Луговая Л. Н.; патентообладатель Серга Г.В – № 95 95109119; заяв. 31.05.1995.
4. Патент № 2220896 Российская Федерация, МПК В65G 33/26. Устройство для транспортирования материалов / Серга Г.В; Довжикова Н.Н.; Кремянский Ф.Ф.; Диков Р.А.; Кубанский государственный аграрный университет – № 2002112173; заяв. 06.05.2002; опубл. 10.01.2004, Бюл. № 1.
5. Патент № 2255033 Российская Федерация, МПК В65G 33/26. Винтовая труба / Серга Г. В; Довжикова Н. Н.; Серга В. Г.; Кубанский государственный аграрный университет – № 2003103815; заяв. 10.02.2003; опубл. 27.06.2005, Бюл. № 18.
6. Патент № 2356815 Российская Федерация, МПК В65G 33/26. Труба винтовая/ Серга Г. В; Серга В. Г.; Кубанский государственный аграрный университет – № 2007130135; заяв. 06.08.2007; опубл. 27.05.2009, Бюл. № 15.
7. Патент № 2501728 Российская Федерация, МПК В65G 33/12, В65G 33/24. Устройство для транспортирования материалов / Таратута В. Д.; Серга Г. В.; Кубанский государственный аграрный университет – № 2012126280; заяв. 22.06.2012; опубл. 20.12.2013, Бюл. № 35.
8. Патент № 2501729 Российская Федерация, МПК В65G 33/12, В65G 33/24, Транспортирующее устройство сыпучих материалов / Серга Г. В; Резниченко С.М.;

Кубанский государственный аграрный университет – № 2012148667; заяв. 15.11.2012; опубл. 20.12.2013, Бюл. № 35.

9. Патент № 2546361 Российская Федерация, МПК В60F 3/00, В63Н 1/12, В62D 57/036, В63G 8/00. Транспортное средство / Серга Г. В.; Серга В.Г.; Кубанский государственный аграрный университет – № 2014107119; заяв. 25.02.2014; опубл. 10.04.2015, Бюл. № 10.

10. Патент № 2550103 Российская Федерация, МПК В60F 3/00, В63Н 1/12, В62D 57/036, В63G 8/00. Средство транспортное / Серга Г. В.; Серга В. Г.; Кубанский государственный аграрный университет – № 2014107118; заяв. 25.02.2014; опубл. 10.05.2015, Бюл. № 13.

11. Патент № 2424971 Российская Федерация, МПК В65G 33/12, В65G 33/24. Устройство для транспортирования материалов / Таратута В. Д.; Серга Г. В.; Кубанский государственный аграрный университет – № 2010101338; заяв. 18.01.2010; опубл. 27.07.2011, Бюл. № 21

12. Патент пол. модель № 136793 Российская Федерация, МПК В65G 33/12, В65G 33/24. Труба винтовая для транспортировки материалов / Таратута В. Д.; Серга Г. В.; Кубанский государственный аграрный университет – № 2012126281; заяв. 22.06.2012; опубл. 20.01.2014, Бюл. № 2.

13. Патент пол. модель № 137276 Российская Федерация, МПК В65G 33/12, В65G 33/24. Винтовая труба для транспортировки материалов / Таратута В. Д.; Серга Г. В.; Кубанский государственный аграрный университет – № 2012128480; заяв. 06.07.2012; опубл. 10.02.2014, Бюл. № 4.

14. Патент пол. модель № 139987 Российская Федерация, МПК В65G 33/12, В65G 33/24. Устройство для транспортирования материалов / Серга Г. В.; Дудаков А. В.; Таратута В. Д.; Кветенадзе К. В.; Полетаева А. С.; Кубанский государственный аграрный университет – № 2012148638; заяв. 15.11.2012; опубл. 27.04.2014, Бюл. № 12

15. А.С. СССР № 1674613, МПК F28D 11/08. Теплообменный аппарат / Серга Г.В – № 4643437; заяв. 27.01.1989; для служебного пользования.

16. Патент № 2614304 Российская Федерация, МПК F28D 11/08. / Белокур К. А.; Серга Г. В; Кубанский государственный аграрный университет – № 2014107118; заяв. 12.01.2016; опубл. 24.03.2017, Бюл. № 9.

References

1. Materialy po ocenke vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu insineratorov serii «INSI», Ekspert v oblasti ekologicheskoy bezopasnosti «RPN – Sfera» 2015, Moskva.

2. А.с. № 1703584 SSSR, МПК В65Р 33/00 Vint vintovogo konvejera i sposob ego izgotovleniya/ Serga G. V., №4634030/03;zayavl.24.01.1989. opbul. 007.01.92. Byul №1.

3. Patent № 2081043 Rossijskaya Federaciya, МПК В65G 33/00, В65G 33/26. Vintovoj konvejer dlya transportirovaniya zerna/ Serga G. V, Sidorenko L. I.; Lugovaya L. N.; patentoobladatel' Serga G.V – № 95 95109119; zayav. 31.05.1995.

4. Patent № 2220896 Rossijskaya Federaciya, МПК В65G 33/26. Ustrojstvo dlya transportirovaniya materialov / Serga G.V; Dovzhikova N.N.; Kremyanskij F.F.; Dikov R.A.; Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet – № 2002112173; zayav. 06.05.2002; opubl. 10.01.2004, Byul. № 1.

5. Patent № 2255033 Rossijskaya Federaciya, МПК В65G 33/26. Vintovaya truba / Serga G. V; Dovzhikova N. N.; Serga V. G.; Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet – № 2003103815; zayav. 10.02.2003; opubl. 27.06.2005, Byul. № 18.

6. Patent № 2356815 Rossijskaya Federaciya, МПК В65G 33/26. Truba vintovaya/ Serga G. V; Serga V. G.; Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet – № 2007130135; zayav. 06.08.2007; opubl. 27.05.2009, Byul. № 15.

7. Patent № 2501728 Rossijskaya Federaciya, MPK B65G 33/12, B65G 33/24. Ustrojstvo dlya transportirovaniya materialov / Taratuta V. D.; Serga G. V.; Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet – № 2012126280; zayav. 22.06.2012; opubl. 20.12.2013, Byul. № 35.

8. Patent № 2501729 Rossijskaya Federaciya, MPK B65G 33/12, B65G 33/24, Transportiruyushchee ustrojstvo sypuchih materialov / Serga G. V.; Reznichenko S.M.; Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet – № 2012148667; zayav. 15.11.2012; opubl. 20.12.2013, Byul. № 35.

9. Patent № 2546361 Rossijskaya Federaciya, MPK B60F 3/00, B63H 1/12, B62D 57/036, B63G 8/00. Transportnoe sredstvo / Serga G. V.; Serga V.G.; Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet – № 2014107119; zayav. 25.02.2014; opubl. 10.04.2015, Byul. № 10.

10. Patent № 2550103 Rossijskaya Federaciya, MPK B60F 3/00, B63H 1/12, B62D 57/036, B63G 8/00. Sredstvo transportnoe / Serga G. V.; Serga V. G.; Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet – № 2014107118; zayav. 25.02.2014; opubl. 10.05.2015, Byul. № 13.

11. Patent № 2424971 Rossijskaya Federaciya, MPK B65G 33/12, B65G 33/24. Ustrojstvo dlya transportirovaniya materialov / Taratuta V. D.; Serga G. V.; Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet – № 2010101338; zayav. 18.01.2010; opubl. 27.07.2011, Byul. № 21

12. Patent pol. model' № 136793 Rossijskaya Federaciya, MPK B65G 33/12, B65G 33/24. Truba vintovaya dlya transportirovki materialov / Taratuta V. D.; Serga G. V.; Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet – № 2012126281; zayav. 22.06.2012; opubl. 20.01.2014, Byul. № 2.

13. Patent pol. model' № 137276 Rossijskaya Federaciya, MPK B65G 33/12, B65G 33/24. Vintovaya truba dlya transportirovki materialov / Taratuta V. D.; Serga G. V.; Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet – № 2012128480; zayav. 06.07.2012; opubl. 10.02.2014, Byul. № 4.

14. Patent pol. model' № 139987 Rossijskaya Federaciya, MPK B65G 33/12, B65G 33/24. Ustrojstvo dlya transportirovaniya materialov / Serga G. V.; Dudakov A. V.; Taratuta V. D.; Kvetenadze K. V.; Poletaeva A. S.; Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet – № 2012148638; zayav. 15.11.2012; opubl. 27.04.2014, Byul. № 12

15. A.S. SSSR № 1674613, MPK F28D 11/08. Teploobmennyy apparat / Serga G.V – № 4643437; zayav. 27.01.1989; dlya sluzhebno go pol'zovaniya.

16. Patent № 2614304 Rossijskaya Federaciya, MPK F28D 11/08. / Belokur K. A.; Serga G. V.; Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet – № 2014107118; zayav. 12.01.2016; opubl. 24.03.2017, Byul. № 9.