МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЯРОСЛАВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ»
(ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА»)

С Б О Р Н И К
Н А У Ч Н Ы Х Т Р У Д О В
ПО МАТЕРИАЛАМ ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

«ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

ЯРОСЛАВЛЬ
2014

УДК 631.172
ББК 31.15
С 23

С 23 **Сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Энергосберегающие технологии»** [Текст]. – Ярославль : Изд-во ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», 2014. – 60 с.
ISBN 978-5-98914-130-2

В сборник научных трудов включены результаты научных исследований и передовая практика сельскохозяйственного производства.

РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ СОВЕТ:

Дугин П.И. – гл. редактор, д.э.н., профессор, Заслуженный деятель науки РФ, ректор;
Щукин С.В. – зам. гл. редактора, к.с.-х.н., проректор по научной работе и международным связям.
Шешунова Е.В. – редактор, к.т.н., декан инженерного факультета, заведующая кафедрой «Механизация сельскохозяйственного производства»;
Соцкая И.М. – член совета, к.т.н., доцент, заведующая кафедрой «Технический сервис»;
Орлов П.С. – член совета, д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Электрификация»;
Юревич Л.И. – член совета, к.фил.н., доцент, заведующая кафедрой «Иностранные языки»;
Шмигель В.В. – член совета, д.т.н., доцент, заведующий учебно-научной лабораторией инженерного факультета;
Ананьин Г.Е. – ответственный секретарь, к.п.н., ст. преподаватель кафедры «Электрификация», заместитель декана по научной работе;
Дорохова В.И. – ответственный секретарь, к.э.н., доцент, начальник научной части.

ISBN 978-5-98914-130-2

© ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», 2014
© Авторы статей, 2014

УДК 621.86

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ КАЧАЮЩИЙСЯ ТРАНСПОРТЕР ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

М.Л. Борисова
(ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», Ярославль, Россия)

Среди большого количества разнообразных видов внутрипроизводственного транспорта вибрационный транспорт занимает более чем скромное место. А вместе с тем, эти конвейеры являются одним из наиболее экологически чистых видов промышленного транспорта. Благодаря колебаниям грузонесущего органа движение материала при вибрационном транспортировании осуществляется путем микробросков. Поэтому внутри грузонесущих органов вибрационных конвейеров, выполненных в виде труб или желобов, отсутствуют какие-либо движущиеся части.

Вибрационные конвейеры эффективны при транспортировке пылящих, химически агрессивных, взрывоопасных, абразивных, горячих и других насыпных грузов, для перемещения которых мало или совершенно непригодны другие виды конвейеров. Плохо транспортируются данным способом материалы и продукты, склонные к налипанию. Кроме того, требуется тщательный выбор параметров вибрации при транспортировке легких мелкодисперсных материалов.

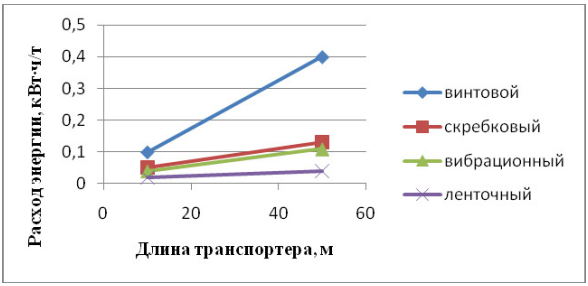
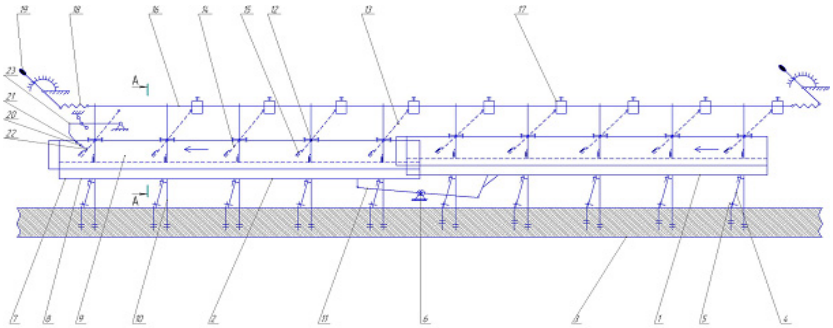


Рисунок 1 – Расход энергии конвейерами различных типов и длины

Такие конвейеры отличаются от скребковых и винтовых значительно меньшими металло- и энергоемкостью, надежностью в работе, низкими эксплуатационными затратами. В качестве примера на рисунке 1 приведен график расхода электроэнергии конвейеров различного типа в зависимости от их длины.

Рассмотрев имеющиеся конструкции вибрационных конвейеров, определив их достоинства и недостатки нами была предложена

конструкция стационарного качающегося транспортера (рисунок 2), который служит для перемещения различных сыпучих материалов. Стационарный секционный качающийся транспортер состоит из двух одинаковых секций, каждая из которых имеет лоток, упругие подвески, шатун и общий колебательный вал. Повышение эффективности и экономичности процесса транспортировки различных материалов обуславливается тем, что каждая секция конструкции транспортера выполнена из подвижного днища и неподвижных боковин.



1, 2 – секции, 3 – основание, 4 – подвеска, 5 – кронштейн, 6 – вал, 7 – лоток, 8 – днище, 9 – неподвижная боковина, 10 – стойка, 11 – шатун, 12 – ось, 13 – двуплечий рычаг, 14 – клапан, 15 – груз, 16 – трос, 17 – упор, 18 – пружина, 19 – рычаг, 20 и 21 – датчики, 22 – магнит, 23 – скоба.

Рисунок 2 – Качающийся транспортер

Предложенная конструкция транспортера работает следующим образом: материал через приёмный бункер подаётся в лоток 7 секции 1 с одного конца. Поступательно движущиеся массы транспортёра уравновешиваются путём установки двух секций, качающихся в противофазе. Днища приводятся в качательные движения через шатуны 11 от вала 6, эксцентрики которого смещены на 180^0. Дополнительно силы инерции уравновешиваются упругими подвесками 4, которые крепятся к кронштейнам 5 у лотка 7 и у основания 3.

Упрощение конструкции транспортёра за счёт неподвижных боковин 9 на стойках 10 позволяет сократить затраты энергии на транспортировку, так как колебательные и качательные движения получают только днища 8 вместе с транспортируемым материалом. Выбор относительно мягких динамических параметров качающегося транспортёра позволяет уменьшить сепарацию сыпучего материала во время его перемещения. Шатуны 11 обеспечивают производительное перемещение материала в

режиме с подбрасыванием, когда время полёта перемещаемых частиц равно времени одного оборота вала 6.

Для работы качающегося транспортёра на различном транспортируемом материале целесообразно регулировать частоту вращения вала 6 на ± 25% от номинального значения.

На основе полученного патента на изобретение (№ 2442736 «Стационарный секционный качающийся транспортер», патентообладателем которого является ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА») и разработанной нами технической документации был собран макет качающегося транспортера для проведения лабораторных исследований.

а) б) в)

Рисунок 3 – Лабораторная установка качающегося транспортера

Днище стационарного качающегося транспортера выполнено из доски толщиной 20 мм, неподвижных боковин из листа пластика, имеющих толщину 10 мм, а подвески – из фанеры. Привод неподвижного качающегося транспортера осуществляется через вариатор, позволяющий изменить частоту вращения колебательного вала.

На выполненном лабораторном макете был проведен многофакторный эксперимент, в ходе которого определялись такие показатели, как скорость движения различных материалов. В качестве испытуемых материалов была выбрана наиболее часто транспортируемая сельскохозяйственная продукция: зеленая масса, сухая трава, зерно и гравий. Покрытие днища транспортера, по которому перемещали материал, также было выполнено из различных материалов: дерево, пластмасса и резиновая лента. Во время движения определялась сепарация перемещаемой массы. С помощью установленного вариатора менялась частота вращения колебательного вала, для определения оптимальной величины. Изменялся и угол наклона подвесок лотка качающегося транспортера, а также радиус кривошипа колебательного вала.

Испытания макетного образца позволили установить, что для каждого вида транспортируемого материала существуют оптимальные параметры

качательного процесса, обеспечивающего перемещение материала без сепарации. Определены оптимальные параметры элементов и узлов производственного варианта транспортера, который внедрен в деревне Борисовкая Большесельского МР Ярославской области, для механизации перемещения зерна в бункерном семенохранилище, вместимостью 900 тонн.

Выводы

Предложенная конструкция вибрационного транспортера проста и безопасна для обслуживающего персонала. Транспортер легко самоочищается от остатков транспортируемого материала.

Транспортер можно использовать для перемещения других материалов, причем неограниченное количество двухсекционных модулей стационарного секционного качающегося транспортёра позволяет транспортировать материал практически на любое расстояние.

Литература

1. Повидайло, В.А. Расчет и конструирование вибрационных питателей [Текст] / В.А. Повидайло. – М.-К.: Машгаз, 1982. – 151 с.
2. Леонтьев, П.И. Вибрационные машины и процессы в животноводстве [Текст] / П.И. Леонтьев. – Барнаул: АлтСХИ, 1987. – 86 с.
3. Пат. 2442736 Российская Федерация. Стационарный секционный качающийся транспортер [Текст] / Л.В. Дианов, А.А. Алфеев. – Опубл. 20.02.2012 г.

УДК 631.22:628.8

ДВУХСТУПЕНЧАТЫЙ ЭЛЕКТРОФИЛЬТР ДЛЯ ОЧИСТКИ РЕЦИРКУЛЯЦИОННОГО ВОЗДУХА В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Д.т.н. А.Г. Возмилов, к.т.н. Л.Н. Андреев, А.А. Дмитриев
(ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», Тюмень, Россия)

Исходя из требований, предъявляемых к системам очистки рециркуляционного воздуха от пыли, микроорганизмов и вредных газов, в качестве фильтра в таких системах рекомендуется использовать фильтры с непрерывной регенерацией [1]. Для высокоэффективной очистки рециркуляционного воздуха в животноводческих помещениях разработан специальный мокрый однозонный электрофильтр (МЭФ), производственные испытания которого показали высокую эффективность очистки рециркуляционного воздуха от пыли (до 95,4%), микроорганизмов (до 77%) и аммиака (до 83,8%) [2]. В свою очередь, в воздушной среде животноводческих помещений в больших количествах может накапливаться

сероводород, который также оказывает негативное влияние на животных и персонал, поэтому очистка воздуха от данного вредного компонента также важна. Для создания условий для очистки рециркуляционного воздуха от сероводорода и для повышения эффективности очистки от пыли, микроорганизмов и аммиака разработан специальный двухступенчатый мокрый электрофильтр, состоящий из двух однозонных мокрых электрофильтров. Первая ступень предназначена для очистки от крупнодисперсного аэрозоля, микроорганизмов и аммиака, вторая ступень – для очистки от мелкодисперсного аэрозоля и сероводорода, доочистки от микроорганизмов и аммиака. Конструктивное отличие мокрых электрофильтров первой и второй ступени заключается в различии межэлектродных расстояний, что позволяет увеличить эффективность очистки от пыли и микроорганизмов и повысить надёжность работы всей системы. Различие заключается также в составе жидкости, омывающей осадительные электроды. В частности, в первом электрофильтре используется вода, а во втором – водный раствор медного купороса, эффективно поглощающий сероводород [3]. Общий вид двухступенчатого мокрого электрофильтра представлен на рисунке 1.

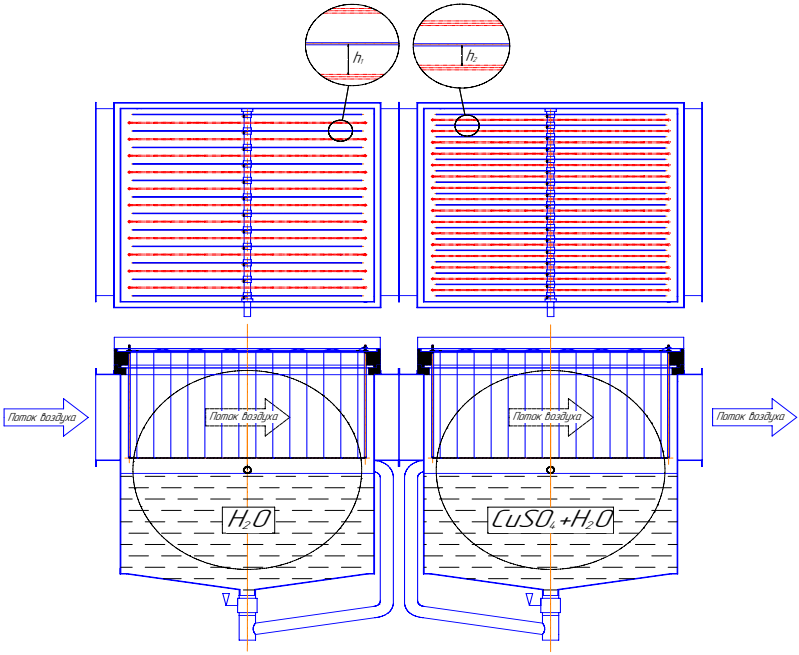


Рисунок 1 – Общий вид двухступенчатого мокрого электрофильтра

Расчёт эффективности двухступенчатого мокрого электрофильтра представлен ниже.

Расчет эффективности двухступенчатого мокрого электрофильтра по очистке от пыли и микроорганизмов

Эффективность очистки воздуха от пыли в двухступенчатом мокром электрофильтре определяется по выражению:

$$\eta_{пыль} = 1 - (1 - \eta_{пыль1}) \cdot (1 - \eta_{пыль2}), \quad (1)$$

где $\eta_{пыль1}$, $\eta_{пыль2}$ – эффективность очистки от пыли соответственно на первой и второй ступени.

При определении эффективности η_1 воспользуемся формулой Дейча:

$$\eta_{пыль1} = 1 - exp\left(-\frac{w_1 l_1}{h_1 u_1}\right), \quad (2)$$

где w – скорость дрейфа частиц, м/с; h – межэлектродное расстояние, м; u – скорость воздушного потока, м/с; l – активная *длина* электрофильтра.

Для второй ступени мокрого электрофильтра можно записать:

$$\eta_{пыль2} = 1 - exp\left(-\frac{w_2 l_2}{h_2 u_2}\right). \quad (3)$$

Принимая $l_1 = l_2 = l$, $u_1 = u_2 = u$ и подставляя (2) и (3) в (1), получим зависимости мокрого электрофильтра по пыли:

$$\eta_{пыль} = 1 - \frac{1}{exp^{\frac{l}{u}\left(\frac{w_1}{h_1} + \frac{w_2}{h_2}\right)}}. \quad (4)$$

Анализ зависимости (4) показывает, что эффективность двухступенчатого мокрого электрофильтра по пыли прямо пропорциональна общей длине $2l$, скорости дрейфа частиц w, обратно пропорциональна скорости воздушного потока u и межэлектродному расстоянию первой h_1 и второй h_2 ступени мокрого электрофильтра.

Эффективность очистки воздуха от микроорганизмов для двухступенчатого мокрого электрофильтра можно определить по известному выражению [2]:

$$\eta_{микр} = 1 - (1 - \eta_{пыль})^{0,66}. \quad (5)$$

Расчет эффективности двухступенчатого мокрого электрофильтра по очистке от аммиака

При определении эффективности очистки от аммиака на первой ступени η_{a1} для одного воздушного канала воспользуемся формулой Дейча:

$$\eta_{A1} = 1 - exp\left[-\frac{\left(k_{O_3} + 2k_{H_2O}\right)\cdot l_1}{u_1}\right], \qquad (6)$$

где k_{O_3} – коэффициент скорости окисления аммиака озоном; k_{H_2O} – коэффициент скорости поглощения аммиака водой, находящейся на поверхности осадительного электрода.

Для второй ступени делаем допущение, что аммиак не взаимодействует с раствором медного купороса $CuSO_4+H_2O$, и очистка воздуха будет проходить только за счет озона:

$$\eta_{A2} = 1 - exp\left[-\frac{k_{O_3}\cdot l_2}{u_2}\right]. \qquad (7)$$

Принимая $l_1=l_2=l$, $u_1=u_2=u$ и подставляя (6) и (7) в (1), получим зависимость эффективности двухступенчатого мокрого электрофильтра по аммиаку:

$$\eta_A = 1 - exp\left[-\frac{\left(k_{O_3} + 2k_{H_2O}\right)\cdot l}{u}\right] - exp\left[-\frac{k_{O_3}\cdot l}{u}\right] + exp\left[-\frac{2l(k_{O_3} + k_{H_2O})}{u}\right]. \qquad (8)$$

Анализ зависимости (8) показывает, что эффективность двухступенчатого мокрого электрофильтра прямо пропорциональна общей длине $2l$, коэффициенту скорости поглощения аммиака водой первой ступени электрофильтра, коэффициенту скорости окисления аммиака озоном первой и второй ступени электрофильтра и обратно пропорциональна скорости воздушного потока.

Расчет эффективности двухступенчатого мокрого электрофильтра по очистке от сероводорода

Для первой ступени делаем допущение, что сероводород не взаимодействует с водой, и очистка воздуха от сероводорода будет проходить только за счет окисления его озоном. При определении

эффективности очистки от сероводорода на первой ступени η_{C1} воспользуемся формулой Дейча:

$$\eta_{C1} = 1 - exp\left[-\frac{k_{O_3} \cdot l_1}{u_1}\right]. \tag{9}$$

Для второй ступени можно записать:

$$\eta_{C2} = 1 - exp\left[-\frac{\left(k_{O_3} + 2k_{H_2O+\mathrm{CuSO}_4}\right) \cdot l_2}{u_2}\right], \tag{10}$$

где $k_{H_2O+\mathrm{CuSO}_4}$ – коэффициент скорости поглощения сероводорода водным раствором медного купороса, находящегося на поверхности осадительного электрода.

Принимая $l_1=l_2=l$, $u_1=u_2=u$ и подставляя (9) и (10) в (1), получим зависимость эффективности двухступенчатого мокрого электрофильтра по сероводороду:

$$\eta_C = 1 - exp\left[-\frac{\left(k_{O_3} + 2k_{H_2O+CuSO_4}\right) \cdot l}{u}\right] - exp\left[-\frac{k_{O_3} \cdot l}{u}\right] + \\ + exp\left[-\frac{2l(k_{O_3} + k_{H_2O+CuSO_4})}{u}\right]. \tag{11}$$

Анализ зависимости (11) показывает, что эффективность двухступенчатого мокрого электрофильтра по очистке воздуха от сероводорода прямо пропорциональна общей длине $2l$, коэффициенту скорости окисления сероводорода озоном первой и второй ступени, коэффициенту скорости поглощения сероводорода раствором медного купороса второй ступени электрофильтра и обратно пропорциональна скорости воздушного потока.

Выводы

Используя зависимости (5), (6), (8) и (11), можно аналитически рассчитать ожидаемую эффективность мокрого двухступенчатого электрофильтра по очистке воздуха животноводческих помещений от пыли, микроорганизмов и вредных газов, таких как аммиак и сероводород. В дальнейшем планируется провести комплексные лабораторные и производственные испытания для определения правомерности использования выше представленных выражений расчёта эффективности.

Литература
1. Рекомендации по расчёту и проектированию систем обеспечения микроклимата животноводческих помещений с утилизацией теплоты выбросного воздуху. Москва: Секция технологического проектирования Научно-технического совета Минсельхоза России 8 апреля 2004 г., протокол № 22.
2. Андреев, Л.Н. Разработка и исследование мокрого однозонного электрофильтра для очистки рециркуляционного воздуха животноводческих помещений [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.20.02 / Л.Н. Андреев. – Челябинск, 2010. – 103 с.
3. Патент на изобретение № 2071813 «Способ очистки воздуха животноводческих помещений от вредных примесей» / Смолянинов Н.П. – Опубл. в БИ № 1 1997 г.

УДК 628.8

УСТРОЙСТВО И МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВУХСТУПЕНЧАТОГО МОКРОГО ЭЛЕКТРОФИЛЬТРА ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ ОЧИСТКЕ РЕЦИРКУЛЯЦИОННОГО ВОЗДУХА

Д.т.н. А.Г. Возмилов, к.т.н. Л.Н. Андреев, А.А. Дмитриев, к.т.н. Н.И. Смолин, Б.В. Жеребцов
(ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», Тюмень, Россия)

В настоящее время наблюдается общая тенденция к расширению области использования воздушных фильтров для очистки приточного, вытяжного и рециркуляционного воздуха. Это можно объяснить следующими причинами: 1) повышением требований к чистоте воздуха, что связано в значительной мере с развитием производств, требующих определенного качества воздуха; 2) увеличивающимся загрязнением атмосферы; 3) снижением энергозатрат на создание нормируемого микроклимата в помещении и др.

Большой интерес представляют аппараты для комплексной очистки рециркуляционного воздуха в технологических процессах в животноводстве и птицеводстве.

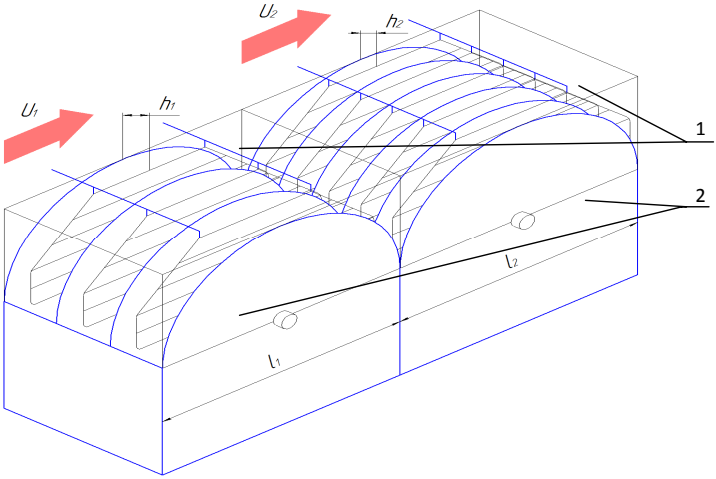
Внутренний воздух животноводческих помещений в результате жизнедеятельности животных и птицы загрязняется пылью, микроорганизмами и вредно действующими газами (углекислый газ, аммиак и сероводород). Согласно временным рекомендациям по проектированию систем очистки рециркуляционного воздуха в животноводческих и птицеводческих помещениях, концентрация вредностей в очищенном рециркуляционном воздухе не должна превышать 30% от ПДК по данным вредностям [1].

Использование систем очистки рециркуляционного воздуха на крупных животноводческих и птицеводческих комплексах позволяет решить ряд задач по обеспечению дальнейшего развития данной отрасли: охраны воздушного бассейна комплексов, снижение энергозатрат на создание оптимального микроклимата, улучшения санитарно-гигиенического состояния в животноводческих помещениях и др.

В работах [2, 3, 4, 5, 6] приведены результаты исследований мокрого однозонного электрофильтра (МЭФ) при комплексной очистке рециркуляционного воздуха в свиноводческих помещениях.

Производственные испытания специально разработанного МЭФ показали высокую эффективность очистки рециркуляционного воздуха от пыли (до 95,4%), микроорганизмов (до 77%) и аммиака (до 83,8%) [5, 7].

Для повышения эффективности комплексной очистки рециркуляционного воздуха был разработан двухступенчатый мокрый электрофильтр (ДМЭФ) [8], состоящий из двух последовательно соединённых однозонных мокрых электрофильтров, схема которого представлена на рисунке 1.



Для 1-й и 2-й ступеней ДМЭФ соответственно:

h_1, h_2 – межэлектродное расстояние, м; u_1, u_2 – скорость воздушного потока, м/с; l_1, l_2 – активная длина электрофильтра; 1 – коронирующие электроды, 2 – осадительные электроды.

Рисунок 1 – Схема двухступенчатого мокрого электрофильтра

Конструктивное отличие первой и второй ступени в общем случае заключается в различии: межэлектродных расстояний ($h_1 \neq h_2$), что позволяет увеличить эффективность тонкой очистки от пыли и микроорга-

низмов; состава омывающей осадительные электроды жидкости; активной длины электрофильтра ($l_1 \neq l_2$); скорости воздушного потока ($u_1 \neq u_2$).

Первая ступень (ступень грубой очистки) предназначена для очистки воздуха от крупнодисперсного аэрозоля, микроорганизмов, i-го вредного газа (основная очистка) и j-го вредного газа. Вторая ступень (ступень тонкой очистки) обеспечивает очистку от мелкодисперсного аэрозоля, j-го вредного газа (основная очистка) и доочистку от пыли, микроорганизмов, i-го газа.

Одним из основных технических показателей аппаратов очистки воздуха является их эффективность [9]. В общем, эффективность очистки ДМЭФ можно рассчитать по известной формуле [10]:

$$\eta = 1 - (1 - \eta_1) \cdot (1 - \eta_2), \tag{1}$$

где η_1, η_2 – эффективность очистки первой и второй ступени ДМЭФ соответственно.

Рассмотрим более подробно расчет эффективности ДМЭФ при очистке рециркуляционного воздуха от пыли, микроорганизмов и вредных газов.

Расчет эффективности очистки воздуха ДМЭФ от пыли

При определении эффективности очистки первой ступени (очистка от пыли) η_{n1} воспользуемся формулой Дейча [11]:

$$\eta_{n1} = 1 - exp\left(-\frac{w_1 l_1}{h_1 u_1}\right), \tag{2}$$

аналогично для второй ступени можно записать:

$$\eta_{n2} = 1 - exp\left(-\frac{w_1 l_1}{h_1 u_1}\right), \tag{3}$$

где для 1-й и 2-й ступеней ДМЭФ соответственно: w_1, w_2 – скорость дрейфа частиц, м/с; h_1, h_2 – межэлектродное расстояние, м; u_1, u_2 – скорость воздушного потока, м/с; l_1, l_2 – активная длина электрофильтра.

Подставляя (2) и (3) в (1) и проведя ряд преобразований, получим аналитическое выражение для расчета эффективности ДМЭФ по очистке воздуха от пыли:

$$\eta_n = 1 - exp\left(-\frac{w_1 l_1 h_2 u_2 + w_2 l_2 h_1 u_1}{h_1 u_1 h_2 u_2}\right). \quad (4)$$

Допуская, что скорость воздушного потока в аппарате неизменна ($u_1 = u_2 = u$) и при $l_1 = l_2 = l$, выражение (4) упрощается и принимает следующий вид:

$$\eta_n = 1 - exp\left[-\frac{l}{u}\left(-\frac{w_1 h_2 + w_2 h_1}{h_1 h_2}\right)\right]. \quad (5)$$

Анализ зависимости (5) показывает, что эффективность двухступенчатого мокрого электрофильтра по пыли прямо пропорциональна его общей активной длине $2l$, скорости дрейфа частиц w_1, w_2, обратно пропорциональна скорости воздушного потока u и межэлектродному расстоянию первой h_1 и второй h_2 ступеней мокрого электрофильтра.

Расчет эффективности очистки воздуха ДМЭФ от микроорганизмов

В [12] рассмотрены вопросы определения эффективности очистки воздуха МЭФ от микроорганизмов. В основу расчёта положена графическая зависимость количества колониеобразующих частиц (КОЕ) в исследуемом объёме воздуха от концентрации аэрозольных частиц в данном объёме (см. рисунок 2) [13].

Полученное в [12] аналитическое выражение позволяет определять эффективность очистки воздуха МЭФ от микроорганизмов $\eta_{КОЕ}$ по значению эффективности очистки воздуха $\eta_П$ данного фильтра от аэрозольных частиц размером 0,5 мкм и более

$$\eta_{КОЕ} = 1 - (1 - \eta_n)^{0,66}. \quad (6)$$

Используя выражение (6) на основе уравнения (1) получим выражение для расчёта эффективности ДМЭФ по очистке воздуха от микроорганизмов:

$$\eta_{КОЕ} = 1 - (1 - \eta_{КОЕ1})(1 - \eta_{КОЕ2}), \quad (7)$$

где $\eta_{КОЕ1} = 1 - (1 - \eta_{n1})^{0,66}$ – эффективность очистки воздуха от микроорганизмов в первой ступени фильтра, $\eta_{КОЕ2} = 1-(1-\eta_{n2})^{0,66}$ – эффективность для второй ступени.

При подстановке $\eta_{КОЕ1}$ и $\eta_{КОЕ2}$ в (7) получим аналитическое выражение для расчёта эффективности очистки воздуха ДМЭФ от микроорганизмов:

$$\eta_{КОЕ} = 1\text{-}\ (1\text{-}\ [1 - (1\text{-}\ \eta_{n1})^{0,66}] \cdot [1\text{-}\ (1 - \eta_{n2})^{0,66}]). \qquad (8)$$

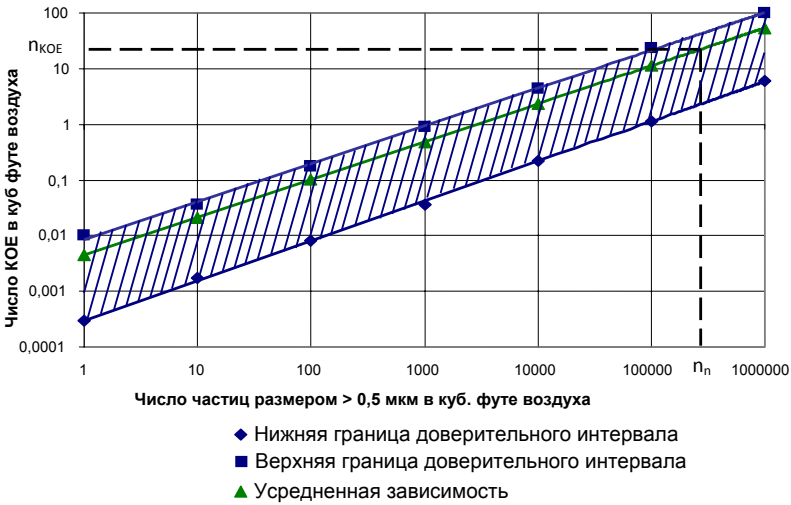


Рисунок 2 – Зависимость числа КОЕ в воздушной среде от числа частиц размером 0,5 мкм и более в данной среде

Анализ полученного аналитического выражения (8) показывает, что эффективность очистки ДМЭФ воздуха от микроорганизмов зависит от эффективности очистки воздуха данным фильтром от аэрозольных частиц размером 0,5 мкм и более.

Поэтому при проектировании ДМЭФ необходимо определять конструктивные и технологические параметры второй ступени (ступень тонкой очистки) фильтра, исходя из условий эффективности очистки воздушной среды от мелкодисперсной части аэрозоля, а именно от частиц размером 0,5 мкм и более.

Расчет эффективности очистки воздуха ДМЭФ от вредно действующих газов

В работе [6] рассмотрены вопросы очистки воздуха от вредных газовых составляющих мокрым однозонным электрофильтром. В данной работе определено, что очистка воздуха от вредных газовых компонентов в

мокром однозонном электрофильтре происходит за счёт окисления вредных газов озоном и поглощения специально подобранной жидкостью, омывающей осадительные электрофильтры.

Для мокрого однозонного электрофильтра эффективность очистки воздуха от i-ого вредного газа определяется по выражению

$$\eta_i = 1- \exp\left[- \frac{l}{u} (k^i_{Oз} + k^i_{ож})\right] , \qquad (9)$$

где $k^i_{Oз}$ – константа скорости окисления i-ой вреднодействующей газовой компоненты озоном; $k^i_{ож}$ – константа скорости абсорбции i-ой компоненты омывающей жидкостью.

Выше отмечалось, что первая ступень электрофильтра заполняется омывающей осадительные электроды жидкостью, которая эффективно абсорбирует i-ый вредно действующий газ, а вторая ступень заполняется омывающей жидкостью, эффективно абсорбирующей j-ый газ.

В этом случае для ДМЭФ с учётом (1) можно записать аналитическое выражение для расчёта эффективности очистки воздуха от вреднодействующих газов:

- для i-ого газа

$$\eta_i = 1- (1- \eta_{i1}) \cdot (1- \eta_{i2}), \qquad (10)$$

где η_{i1} и η_{i2} – соответственно эффективность очистки от i-ого газа в первой и второй ступенях фильтра;

- для j-ого газа

$$\eta_j = 1- (1- \eta_{j1}) \cdot (1- \eta_{j2}), \qquad (11)$$

где η_{j1} и η_{j2} – соответственно эффективность очистки от j-ого газа в первой и второй ступенях фильтра.

С учётом (9) выражения (10) и (11) принимают следующий вид:

- для i-ого газа:

$$\eta_i = 1- \{1- (1- \exp[- \frac{l_1}{u_1} (k^{i1}_{Oз'} + k^{i1}_{ож1})])\} \cdot \{1- (1- \exp[k^{i2}_{Oз''} + k^{i2}_{ож2})])\} =$$
$$1- \exp\left[- \frac{l_1}{u_1} (k^{i1}_{Oз'} + k^{i1}_{ож1}) - \frac{l_2}{u_2} (k^{i2}_{Oз''} + k^{i2}_{ож2})\right], \qquad (12)$$

где $k^{i1}_{Oз'}$ и $k^{i2}_{Oз''}$ – константа скорости окисления i-ой газовой компоненты воздуха озоном соответственно в первой и второй ступени; $k^{i1}_{ож1}$ и $k^{i2}_{ож2}$ – константа скорости абсорбции i-ой газовой компоненты воздуха омывающей жидкостью соответственно в первой и второй ступени;

- для j-ого газа можно записать аналогично:

$$\eta_j = 1 - \exp\left[- \frac{l_1}{u_1} (k^{j1}_{Oз'} + k^{j1}_{ож1}) - \frac{l_2}{u_2} (k^{j2}_{Oз''} + k^{j2}_{ож2})\right]. \quad (13)$$

При допущении $l_1 = l_2 = l$, $u_1 = u_2 = u$ получим:
- для i-ого газа:

$$\eta_i = 1 - \exp\left[- \frac{l}{u} (k^{i1}_{Oз'} + k^{i1}_{ож1} + k^{i2}_{Oз''} + k^{i2}_{ож2})\right]; \quad (14)$$

- для j-ого газа:

$$\eta_j = 1 - \exp\left[- \frac{l}{u} (k^{j1}_{Oз'} + k^{j1}_{ож1} + k^{j2}_{Oз''} + k^{j2}_{ож2})\right]. \quad (15)$$

Обозначив через $k^{i}_{(Oз)1,2} = k^{i1}_{Oз'} + k^{i2}_{Oз''}$ и $k^{i}_{ож1,2} = k^{i1}_{ож1} + k^{i2}_{ож2}$ и подставив данные значения в (14), получим для i-ого газа:

$$\eta_i = 1 - \exp\left[- \frac{l}{u} (k^{i}_{(Oз)1,2} + k^{i}_{ож1,2})\right]. \quad (16)$$

Аналогично для j-ого газа можно записать:

$$\eta_j = 1 - \exp\left[- \frac{l}{u} (k^{j}_{(Oз)1,2} + k^{j}_{ож1,2})\right], \quad (17)$$

где $k^{j}_{(Oз)1,2} = k^{j1}_{Oз'} + k^{j2}_{Oз''}$ и $k^{j}_{ож1,2} = k^{j1}_{ож1} + k^{j2}_{ож2}$ – константа скорости окисления j-ой газовой компоненты озоном и константа скорости абсорбции данной компоненты омывающей жидкостью соответственно.

Анализ уравнений (16) и (17) показывает, что эффективность очистки воздушной среды от вредных газов в конечном итоге зависит от концентрации озона и способности абсорбции данных газов омывающими жидкостями в первой и второй ступенях ДМЭФ.

Выводы

1. Аппараты комплексной очистки рециркуляционного воздуха имеют хорошие перспективы в различных отраслях народного хозяйства: в промышленном животноводстве и птицеводстве, в химической и металлургической промышленности и т. д.
2. Полученные аналитические зависимости (5), (8) и (14), (15) позволяют рассчитывать основные конструктивные и технологические параметры ДМЭФ при проектировании систем комплексной очистки рециркуляционного воздуха.

Литература

1. Временные рекомендации по проектированию систем очистки воздуха животноводческих и птицеводческих помещений [Текст]. – М.: ГИПРОНИИсельхоз, 1976. – 44 с.

2. Возмилов, А.Г. Очистка воздуха в помещениях для свиней [Текст] / А.Г. Возмилов // Достижения науки и техники АПК. – 1991. – № 2. – С. 33.

3. Волков, Г.К. Возможность использования рециркуляции воздуха в свинарниках [Текст] Г.К. Волков, В.Н. Гущин // Ветеринария. – 1974. – № 9. – С. 29–32.

4. Паникар, И.И. Промышленное птицеводство и охрана окружающей среды [Текст] / И.И. Паникар и др. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 80 с.

5. Возмилов, А.Г. Результаты исследований мокрого однозонного электрофильтра [Текст] / А.Г. Возмилов, В.Н. Мишагин, Л.Н. Андреев // Техника в сельском хозяйстве. – 2009. – № 3.– С. 20–22.

6. Возмилов, А.Г. Электроочистка и электрообеззараживание воздуха в промышленном животноводстве и птицеводстве [Текст]: дис. докт. техн. наук / А.Г. Возмилов. – Челябинск, 1993. – 268 с.

7. Возмилов А.Г. Результаты производственных испытаний мокрого электрофильтра [Текст] / А.Г. Возмилов, Л.Н. Андреев, В.Д. Астафьев и др. // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 8. – С. 185–191.

8. Патент 128919 Российская Федерация, МПК F24F. Система двухступенчатой очистки воздуха [Текст] / Возмилов А.Г., Жеребцов Б.В., Андреев Л.Н., Якурнов А.В., Смолин Н.И. – № 2012114273; заявление 11.04.2012; опубликовано 10.06.2013, № 11. – 3 с.

9. ГОСТ Р. 51215-99. Фильтры очистки воздуха. Классификация. Маркировка.

10. Ужов, В.Н. Очистка промышленных газов фильтрами [Текст] / В.Н.Ужов, Б.И. Мягков. – М.: Химия, 1970. – 320 с.

11. White, H.J. Entstaubung industrieller Gase mit Elektrofilter. VEB Deutscher Verlag fur Ggrundstoffindustrie [Text] / H.J. White. – Leipzig, 1969. – 197 c.

12. Мишагин, В.Н. Методика определения эффективности систем очистки воздуха от микроорганизмов [Текст] / В.Н. Мишагин и др. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 5. – С. 39–40.

13. Чистые помещения [Текст] / под ред. А. Е. Федотова. – М.: АСИНКОМ, 1998. – 320 с.

УДК 631.171

УНИВЕРСАЛЬНОЕ ПРИЕМНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ПОТОЧНОЙ ЛИНИИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ УРОЖАЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

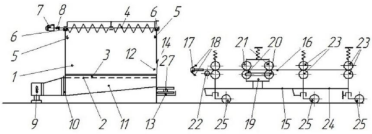
А.Р. Гаврилов
(ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», Ярославль, Россия)

Универсальное приемное отделение рассчитано на работу в течение всего года. В вегетационный период участвует в обработке урожая полевых культур, а в остальное время запланировано его использование в переработке измельченного подстилочного навоза по ускоренной технологии в биокомпост.

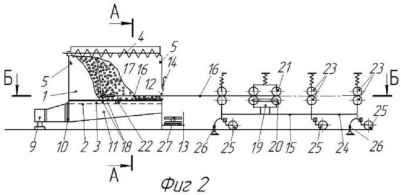
Приемное отделение выполняет шесть важнейших технологических операций: механизированная загрузка; разравнивание любого материала; подсушка; быстрый разогрев измельченного подстилочного навоза для работы термофильных микроорганизмов; механизированная выгрузка сыпучих и несыпучих материалов; ворошение несыпучих материалов и подстилочного навоза перед выгрузкой.

Новизна конструкции приёмного отделения подтверждена патентом РФ [3].

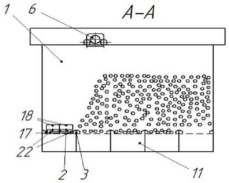
Приёмное отделение (рисунок 1) содержит камеру 1, днище из воздухораспределительных решеток 2 и рассекателей 3, реверсивный, разравнивающий шнек 4 с датчиками 5 уровня накапливаемого материала для послеуборочной обработки. Шнек 4 установлен на тележечном конвейере 6 и приводится от реверсивного мотор-редуктора 7 через муфту управления 8. Вентилятор 9 служит для подачи через заслонки 10 окружающего воздуха по каналу 11 в камеру 1, которая имеет на задней стенке окна 12 с заслонками 14 для выгрузки накопленного материала в лоток 13. Выдвижной ворошитель 15 состоит из штанги 16, на конце которой установлен ползун 17 со скребками 18, которые крепятся шарнирно. В движение штанга приводится приводной станцией 19 через фрикционную передачу от нерегулируемых ведущих роликов 20 и регулируемых нажимных роликов 21. Все ролики 20 и 21 имеют торовую наружную поверхность. Около ползуна установлены два опорных колеса 22. Направление движения штанги 16 определяют рассекатели 3, опорные колеса 22 и ролики 23, установленные на раме 27 ворошителя. Ворошитель 15 перемещается на самоустанавливающихся колесах 25 и фиксируется винтовыми стяжками 26 напротив выгрузного окна 12 аэрожелоба. Выгруженный в лоток 13 материал далее транспортером 27 направляется по назначению.



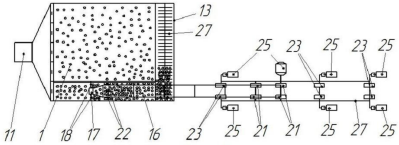
Фиг 1



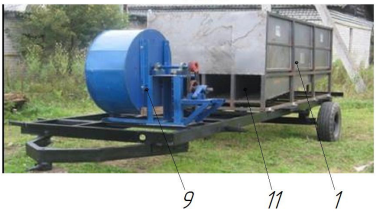
Фиг 2



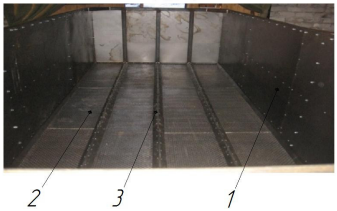
Фиг 3



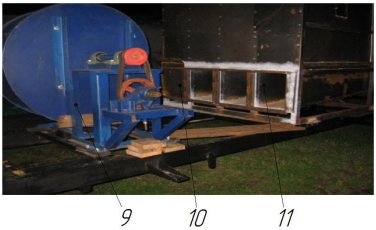
Фиг 4



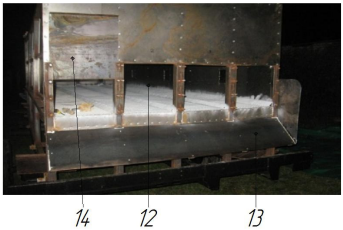
Фиг 5



Фиг 6

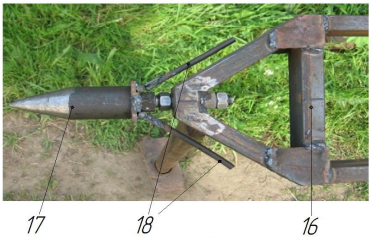


Фиг 7



Фиг 8

Фиг 9



Фиг 10

фиг. 1 – общий вид с положением ворошителя для выгрузки сыпучего материала или для перехода рабочего процесса выгрузки с одного аэрожёлоба на другой; фиг. 2 – общий вид с положением ворошителя на выгрузке несыпучего материала; фиг. 3 – поперечный разрез по А-А; фиг. 4 – продольный горизонтальный разрез по Б-Б;

фиг. 5 – приемное отделение; фиг. 6 – камера; фиг. 7 – заслонки диффузора; фиг. 8 – выгрузные окна; фиг. 9 – ворошитель; фиг. 10 – ползун.
1 – камера; 2 – решетка воздухораспределительная; 3 – рассекатель; 4 – шнек разравнивающий; 5 – датчик уровня; 6 – конвейер тележечный; 7 – мотор-редуктор; 8 – муфта управления; 9 – вентилятор; 10, 14 – заслонка; 11 – канал воздушный; 12 – окно выгрузное; 13 – лоток выгрузной; 15 – ворошитель; 16 – штанга; 17 – ползун; 18 – скребки; 19 – станция приводная; 20 – ролики ведущие; 21 – ролики нажимные; 22 – колеса опорные; 23 – ролики; 24 – рама; 25 – колеса самоуправляющиеся; 26 – стяжки винтовые; 27 – транспортер.

Рисунок 1 – Схема аэрожелоба универсального для приемного отделения

Работа приемного отделения заключается в следующем (рисунок 1 фиг. 2, 3). Исходный влажный материал выгружается с пандуса самосвальным транспортным средством в камеру 1. Как только влажный материал достигает уровня датчика 5 на задней стенке, мотор-редуктор 7 привода разравнивающего шнека 4 переключается на обратное вращение для направления шнеком 4 влажного материала к передней стенке. При срабатывании датчика 5 от контакта с влажным материалом у передней стенки камеры 1, управляемая муфта 8 переводит тележечный конвейер 6 вместе со шнеком 4 на фиксированное расстояние в поперечном направлении у камеры 1 для поэтапной загрузки всей этой приемной камеры с формированием слоя у исходного влажного материала одинаковой толщины (около 1 м) по всей площади камеры 1. По окончании загрузки отключают мотор-редуктор 7.

Затем включают вентилятор 9 и начинается или активное вентилирование загруженного материала, или его подсушка в зависимости от относительных влажностей окружающего воздуха и материала. Для чего окружающий воздух вентилятором 9 подается по каналу 11 в камеру 1 через воздухораспределительную решетку 2. При выгрузке влажного несыпучего материала открывают заслонку 14 окна 12, устанавливают нужную скорость движения выходящего через отверстия воздухораспределительной решетки воздуха (более 20 м/с) с помощью заслонок 10 и включают в работу ворошитель 15. От регулируемого реле времени обеспечивается автоматическое реверсирование движения штанги 16 от фрикционной передачи 19, которая включает ведущие 20 и ведомые нажимные, подпружиненные, регулируемые ролики 21. При движении в сторону камеры 1 штанга 16 совершает холостой ход по заглублению в выгружаемую массу на заданную величину. Во время обратного движения штанги 16 из камеры 1 скребки 18 у ползуна 17 поворачиваются и раскрываются для ворошения и нарушения сводообразования у слежавшегося материала.

Рыхлый материал потоком воздуха от вентилятора 9 по решетке 2 направляется в лоток 13 и далее транспортером 27 по назначению. Штанга 16 работает циклически, постепенно углубляясь в насыпь материала. У

ползуна 17 штанга перекатывается на колесах 22. Ролики 23, закрепленные на раме 24, и рассекатели 3 обеспечивают заданное направление движения штанги.

По окончании выгрузки штанга 16 полностью выводится из камеры 1, ослабляются винтовые стяжки 26 и ворошитель 15 перекатывается от усилия обслуживающего персонала к другому окну выгрузки. На выгрузке сыпучего материала ворошитель 15 не нужен, и он не включается в работу. На выгрузке различных материалов удельная производительность по данным эксперимента составила 1,0…1,5 т/ч на 1 см ширины воздухораспределительной решетки.

По мере полной или частичной выгрузки в камеру 1 добавляется исходный влажный материал, который консервируется активным вентилированием или подсушкой перед дальнейшей выгрузкой и последующей послеуборочной обработкой.

Разработанный ворошитель выгружает любой материал с меньшими затратами энергии потому, что ворошится и готовится к выгрузке нужная часть материала без затрат энергии на ворошение того материала, который продолжает храниться. При этом один ворошитель используется для выгрузки материала по всему объему приёмного отделения. Реализуется полностью технически возможная производительность аэрожёлоба на выгрузке, и увеличенная производительность на выгрузке способствует сокращению энергозатрат на единицу веса выгруженного материала и времени на выгрузке примерно в 1,3 раза.

Отделение отличается простотой конструкции, безотказностью в работе, высокой эффективностью и рассчитано на 20 лет эксплуатации. Поточная линия с разработанным нами приемным отделением обеспечивает следующий экономический эффект – 1200 рублей на каждой тонне поступающего на сушку зернового вороха, а на получении сухого травяного корма – около 3000 рублей на одну тонну готовой продукции.

Приемное отделение просто по конструкции и надежно в эксплуатации. У него отсутствуют движущиеся рабочие органы, поэтому семенной материал не травмируется. Передача материала в машину первичной очистки без нории, в отличие от принятой традиционно, дополнительно снижает микроповреждения семян, что особенно важно при подготовке высококлассного посевного материала.

Новой конструкцией приемного отделения легко обеспечивается равномерная, стабильная и энергосберегающая выгрузка любого накопленного материала. Этим стабилизируется работа всех последующих машин. Производительность их только за счет этого фактора возрастает в 1,3 раза.

Чтобы использовать универсальное приемное отделение для переработки измельченного подстилочного навоза в биокомпост по ускоренной технологии необходимо камеру 1 покрасить снаружи сверхтонким теплоизолятором, для разогрева материала необходимо

вентилятор 9 укомплектовать топочным блоком, сверху камера закрывается теплоизолирующим пологом с газовыводящими клапанами.

Предложенная конструкция универсального приемного отделения для переработки измельченного подстилочного навоза позволяет сократить энергозатраты на аэрацию применением клиновой формы каналов 11 и воздухораспределительных решеток 2. Высокое качество готовой продукции обеспечивается равномерным распределением подаваемого воздуха по всему объему измельченного навоза, который находится в биореакторе. Этим нами предложенный биореактор отличается от известных конструкций биореакторов на сегодняшний день. На конструкцию биореактора нами подготовлен материал в Роспатент по заявке № 2012155851/13 (088405), она находится с мая на экспертизе по существу. Снижена энергоемкость процесса выгрузки готовой продукции из биореактора, так как штанговый ворошитель рыхлит тот материал, который выгружается транспортирующим аэрожелобом. При этом обеспечивается требуемая структура выгружаемого биокомпоста, в результате чего повышаются его товарные и агротехнические показатели качества, достигается постоянная равномерная выгрузка.

Литература

1. Дианов, Л.В. Энергосберегающая технология производства сухих зеленых кормов [Текст] / Л.В. Дианов, М.М. Маслов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. – № 9. – С. 11–12.
2. Дианов, Л.В. Механизация сушки урожая зерновых и кормовых культур [Текст] / Л.В. Дианов, В.А. Смелик, С.А. Ширяев. – Ярославль: ФГОУ ВПО «Ярославская ГСХА», 2005. – 150 с.
3. Пат. 2460276 Российская Федерация, МПК A 01 F 25/00. Аэрожелоб универсальный для несыпучего и сыпучего материала [Текст] / Дианов Л.В., Борисова М.Л., Чеботарев И.А., Гаврилов А.Р.; заявитель и патентообладатель ФБГОУ ВПО «Ярославская ГСХА». – № 2010148755/13; заявл. 29.11.2010; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 25. – 4 с.

УДК 62-233.132: 629.331

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ ДЕТАЛЕЙ ПОСЛЕ ИХ ПРЕДЫДУЩЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

К.т.н. М.Н. Горохова (ФГБОУ ВПО «Мордовский ГУ им. Н.П. Огарева», Саранск, Россия), А.А. Горохов (ФГБОУ ВПО РГАТУ, Рязань, Россия)

В статье установлено, что распределение нормальных составляющих по длине образцов не имеет существенных особенностей, связанных с различными магнитными характеристиками, поэтому режимы намагничивания присадочного порошка на детали с неопределенным

химическим составом следует устанавливать по тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля.

В настоящее время реформирование экономики страны невозможно без развития и совершенствования различных форм хозяйствования, одна из которых – малые экономические структуры, которые рассматриваются в качестве символа производственной мобильности, рыночной гибкости и инновационной восприимчивости [1].

Углубление специализации в научных разработках привело к тому, что во многих случаях малые предприятия работают в неперспективных отраслях и довольно успешно конкурируют на рынках с крупными предприятиями. Массовый выпуск сельскохозяйственной техники вызывает потребность в промышленных услугах по ее ремонту и обслуживанию, которые часто осуществляют малые ремонтные предприятия, так как монополии вынуждены создавать разветвленную сеть филиалов. Особенно остро стоит вопрос ремонта импортной техники, когда необходимо наносить покрытия на детали с неопределенным химическим составом.

Существующие технологии по нанесению покрытий требуют исследования исходного параметра изношенных деталей, такого как технологическая наследственность, полученная после предыдущей эксплуатации, что является трудновыполнимой задачей в условиях малых ремонтных предприятий [2].

Перспективным в этом направлении является применение присадочных ферромагнитных порошков в качестве индикаторного материала для обнаружения внутренних дефектов.

Существует способ подачи присадочных порошков в рабочую зону, основанный на явлении гравитации при затягивании порошка магнитным полем между рабочим инструментом и деталью. Однако стабильная подача присадочных порошков в значительной степени зависит от гранулометрического состава. Кроме того, имеет место высокий расход присадочных материалов.

Существует опыт применения лент из предварительно спеченных порошков. Однако сложность изготовления спеченных лент ограничивает их применение в условиях малых ремонтных предприятий. Кроме того, спеченные ленты имеют высокую пористость 10…40%, что приводит к хрупкости ленты при нанесении на детали малого диаметра (до 30 мм). Кроме того, необходимость предварительного раскроя ленты увеличивает трудоемкость процесса и способствует потерям материала при раскрое.

Существует способ нанесения паст, которые представляют собой смесь порошков со связующими элементами, в качестве которых используются различные полимерные и клеящиеся вещества. Существенными недостатками использования паст является ограниченная толщина покрытия (до 0,3 мм), которая зависит от размеров частиц

порошковой смеси. Кроме того, при повышении температуры паста размягчается и вымывается охлаждающей жидкостью с участка восстанавливаемой поверхности. Вдобавок происходит термическое разложение связующего элемента и его выгорание, при котором образуется сложная смесь альдегидов, непредельных углеводородов, фенолов и угарного газа, что значительно снижает адгезионную и когезионную прочность покрытия.

Одним из перспективных способов подачи присадочных порошков является его намагничивание на восстанавливаемую поверхность, что позволит исключить недостатки, присутствующие при реализации существующих способов, а также расширить возможности процесса наплавки за счет обнаружения внутренних дефектов [3].

Наличие в материале восстанавливаемых деталей внутренних дефектов:

- усталостных трещин – вызывает плотное намагничивание порошка в виде резких ломаных линий;

- флокенов – вызывает плотное намагничивание порошка в виде отдельных искривленных черточек, расположенных поодиночке или группами;

- волосовин – вызывает намагничивание порошка в виде прямых или слегка изогнутых по волокну тонких черточек, интенсивность намагничивания порошка в этом случае меньше, чем при трещинах поперечных разрезов этих дефектов.

Равномерность намагничивания порошка зависит от степени намагниченности детали. В большинстве случаев для намагничивания порошка достаточна остаточная намагниченность (способ остаточной намагниченности) ферромагнитного материала. Способ остаточной намагниченности применяют, если коэрцитивная сила материала ферромагнитных деталей составляет более 9,5 А/см.

Однако при нанесении порошка на детали из материалов с малой коэрцитивной силой (малоуглеродистая сталь) остаточная намагниченность может быть недостаточной, даже если намагничивание производилось в магнитном поле, близком к насыщению. В этих случаях нанесение ферромагнитных порошков должно производиться во время действия на изношенную деталь магнитного поля, требующегося для создания необходимой намагниченности материала (способ приложенного поля).

Режимы намагничивания необходимо выбирать таким образом, чтобы ферромагнитный порошок равномерно намагничивался на поверхность ферромагнитной детали при наличии мнимых и неопасных дефектов, а детали с наличием внутренних усталостных трещин необходимо дефектовать.

Для выбора оптимальных режимов намагничивания порошка на детали с неопределенным химическим составом необходимо ранжирование материала, которое основывается на связи между какой-

либо магнитной характеристикой и химическим составом. В магнитной структуроскопии используются следующие магнитные характеристики: коэрцитивная сила, остаточная индукция, намагниченность насыщения, магнитная проницаемость.

Основное преимущество коэрцитиметрических методов заключается в том, что точность измерения коэрцитивной силы практически не зависит от формы и размеров восстанавливаемых деталей, что является одним из основных условий при широкой номенклатуре восстанавливаемых деталей. Сущность метода заключается в следующем: деталь намагничивается до технического насыщения, после чего подвергается действию постепенно увеличивающегося магнитного поля обратного направления и определяется напряженность магнитного поля Н, при котором намагниченность детали становится равной нулю.

Для изучения влияния внутренних дефектов на равномерность намагничивания порошка необходимо исследовать распределение нормальной $H_н$ и тангенциальной $H_т$ составляющих напряженности магнитного поля Н по поверхности изношенной детали. Для проведения исследований изготовлен бездефектный образец № 1: длиной 200 мм и диаметром 45 мм из ферромагнитного материала с неопределенным химическим составом.

Для исследования распределения нормальной $H_н$ и тангенциальной $H_т$ составляющих напряженности магнитного поля Н по длине образца l использован магнитометр МФ-23И. Распределение нормальной $H_н$ и тангенциальной $H_т$ составляющих напряженности магнитного поля Н исследовалось при Н = 65 А/см и Н = 250 А/см.

Из распределения нормальной $H_н$ и тангенциальной $H_т$ составляющих напряженности магнитного поля Н (рисунки 1, 2, 3, 4) в бездефектном образце № 1 в остаточном поле установлено их резкое увеличение по мере приближения к краям образца (краевой эффект).

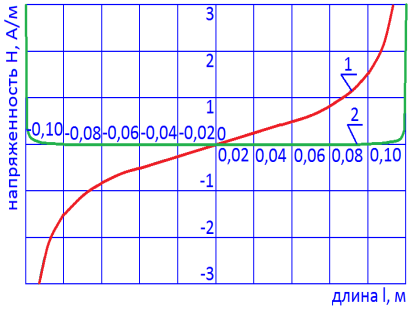


Рисунок 1 – Зависимости составляющих напряженности магнитного поля Н = 65 А/см в остаточном поле по длине бездефектного образца № 1, м: 1 – нормальная $H_н$; 2 – тангенциальная $H_т$

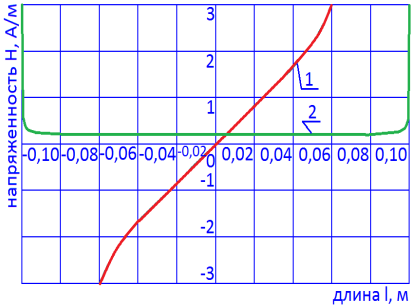


Рисунок 2 – Зависимости составляющих напряженности магнитного поля H = 250 А/см в остаточном поле по длине l бездефектного образца № 1, м: 1 – нормальная $H_н$; 2 – тангенциальная $H_т$

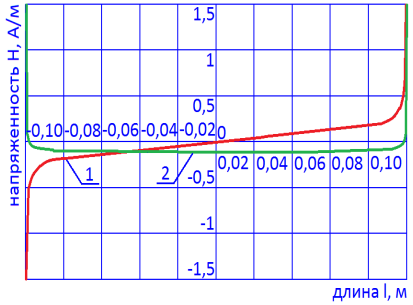


Рисунок 3 – Зависимости составляющих напряженности магнитного поля H = 65 А/см в приложенном поле по длине бездефектного образца № 1, м: 1 – нормальная $H_н$; 2 – тангенциальная $H_т$

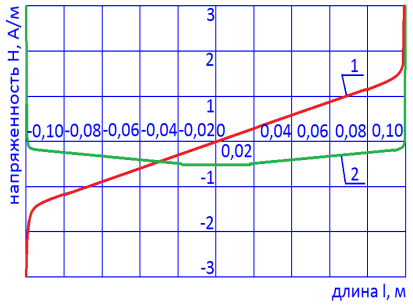


Рисунок 4 – Зависимости составляющих напряженности магнитного поля H = 250 А/см в приложенном поле по длине l бездефектного образца № 1, м: 1 – нормальная $H_н$; 2 – тангенциальная $H_т$

Нормальная составляющая $H_н$ на магнитной нейтрали меняет знак. С увеличением напряженности магнитного поля градиент нормальной составляющей увеличивается, что приводит к уменьшению зоны выявляемости дефектов и равномерному намагничиванию порошка на поверхность изношенных деталей.

После исследования нормальной $H_н$ и тангенциальной $H_т$ составляющих в бездефектном образце № 1 выполняем искусственный дефект (надрез) глубиной 10 мм и шириной 1,6 мм, который расположен на расстоянии 100 мм от торцевой поверхности (образец № 2). Распределение нормальной и тангенциальной составляющих напряженности магнитного поля получено при напряженности магнитного поля H = 250 А/см.

Установлено, что распределение нормальных составляющих $H_н$ по длине l образца № 2 не имеет существенных особенностей, связанных с различными магнитными характеристиками, поэтому режимы намагничивания присадочного порошка на детали с неопределенным химическим составом следует устанавливать по тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля $H_т$ (рисунки 5 и 6). Кроме того, отношение $H_н/H_т \leq 3$ является условием выявляемости внутренних усталостных трещин.

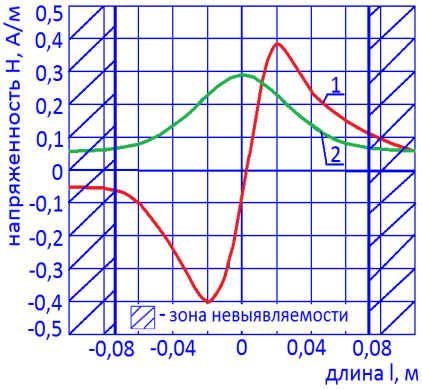


Рисунок 5 – Зависимости составляющих напряженности магнитного поля H = 65 А/см над дефектом в приложенном поле по длине l образца № 2, м: 1 – нормальная $H_н$; 2 – тангенциальная $H_т$

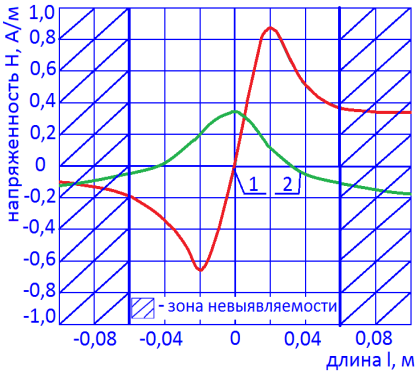


Рисунок 6 – Зависимости составляющих напряженности магнитного поля H = 65 А/см над дефектом в приложенном поле по длине l образца № 2, м: 1 – нормальная $H_н$; 2 – тангенциальная $H_т$

Таким образом, намагничивание присадочных порошков до процесса наплавки позволило использовать присадочный порошок в качестве индикаторного материала для обнаружения внутренних дефектов в деталях после их предыдущей эксплуатации.

Литература

1. Горохова, М.Н. Нанесение металлопокрытий комбинированным способом обработки на детали с неопределенным химическим составом [Текст] / М.Н. Горохова, Е.А. Пучин, И.М. Соцкая. – Рязань: Изд-во РГАТУ, 2013. – 58 с.

2. Горохова, М.Н., Черноиванов В.И., Соловьев Р.Ю. Патент № 2473413 РФ, МПК B23 K11/10, B23 K35/30. Способ нанесения покрытия с помощью электроконтактной сварки с использованием порошкового присадочного материала, содержащего железный порошок и присадочный материал для его осуществления. Опубл. 27.01.2013. Бюл. № 3.

3. Горохова, М.Н. Восстановление и упрочнение деталей ферромагнитными порошками в магнитном поле [Текст] / М.Н. Горохова, С.Д. Полищук, Д.Г. Чурилов, А.А. Горохов. – Рязань: Изд-во РГАТУ, 2012. – 162 с.

УДК 621.431.052

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ НАДДУВОЧНОГО ВОЗДУХА С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВС

К.т.н. В.П. Дмитренко, к.т.н. О.Г. Несиоловский
(ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», Ярославль, Россия)

Современные автотракторные дизели имеют высокую форсировку по мощности за счет газотурбинного наддува и охлаждения наддувочного воздуха. Только в этом случае можно выполнить жёсткие требования стандартов по токсичности отработавших газов.

Наиболее сложной проблемой при улучшении экологических характеристик дизелей является снижение выбросов окислов азота (NO_x). Если по нормам Евро-2 выбросы оксидов азота при испытаниях двигателя по 13-режимному циклу должен составлять не более 7 г/кВт*ч., то по параметрам Евро-4 они должны быть не более 3,5 г/кВт*ч.

Чтобы снизить выбросы оксидов азота на многих двигателях применяют сложную систему перепуска на всасывание части охлаждённых отработанных газов.

В этом случае максимальная температура сгорания несколько снижается и отработавшие газы, как считают некоторые учёные, являются катализатором, тормозящим реакции окисления азота.

Современные дизели имеют форсировку до среднего эффективного давления Ре = 15…18 бар на номинальном режиме и 19…23 бар на режиме максимального крутящего момента. Такие значения Ре обеспечиваются за счёт высоких давлений впрыска топлива, применения турбокомпрессоров, имеющих высокие значения адиабатного к.п.д. и оптимизированные характеристики в широком диапазоне изменения частоты вращения коленчатого вала двигателя, и применения воздухо-воздушных охладителей наддувочного воздуха с высокой тепловой эффективностью.

После компрессора воздух подаётся в охладитель, установленный впереди радиатора системы охлаждения. Из охладителя воздух направляется во впускной коллектор двигателя.

Большинство современных автотракторных дизелей работают по такой схеме. В этом случае, учитывая специфику теплоотдачи в воздухо-воздушных теплообменниках, хорошее охлаждение наддувочного воздуха можно обеспечить только при работе двигателя на частичных режимах, когда расход воздуха и температура его будут невелики. Габариты охладителей также имеют ограничения при установке их на автомобили

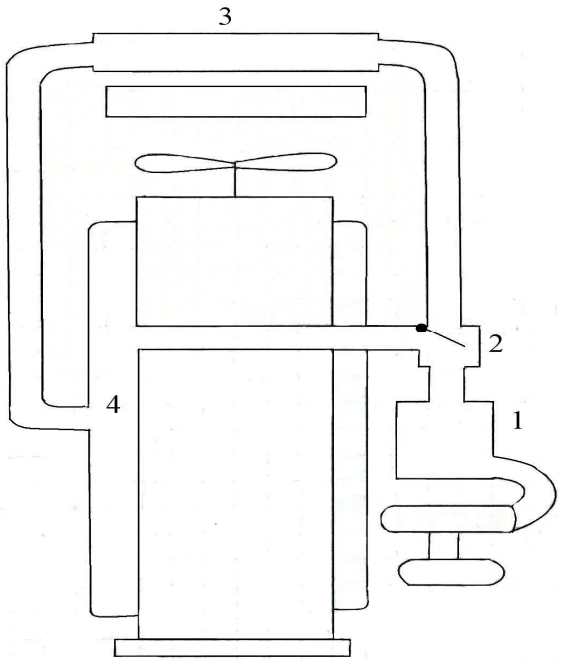
или тракторы. Поэтому при работе двигателя на номинальном режиме эффективность охладителей воздуха будет низкой. Пуск двигателя при низких температурах окружающего воздуха и прогрев его сопровождается интенсивным выбросом углеводородов. Нестабильное сгорание топлива создаёт благоприятные условия для образования в отработавших газах альдегидов, токсичность которых значительно выше токсичности простых углеводородов. Ввиду переохлаждения воздуха за счёт прохождения его через охладитель время прогрева двигателя увеличивается, а, следовательно, увеличиваются выбросы вредных токсичных газов.

Для устранения этих недостатков целесообразно использовать следующую схему охлаждения наддувочного воздуха.

Дополнительно к существующей схеме необходимо на двигатель установить водо-воздушный охладитель. Этот охладитель компактный, он легко встраивается в двигатель. Охлаждающий агент – жидкость системы охлаждения. Использование жидкостного охладителя, в сравнении с воздушным, позволяет уменьшить габариты самого охладителя за счёт увеличения коэффициента теплопередачи [1] и сократить гидравлические потери на перемещение теплоносителя через теплообменник. В случае, когда охлаждающей средой является воздух, эти потери могут достигать значительных величин и влиять на экономические показатели силового агрегата. Особенно это заметно, когда агрегат движется медленно или вообще не движется и весь поток воздуха приходится обеспечивать вентилятором.

ОАО «Автодизель» разработал такой охладитель для двигателя семейства 840 и много лет выпускает их. Сопротивление его не превышает 0,05 бар. Поскольку температура охлаждающей жидкости в двигателе поддерживается в пределах 80…90ºС, не более, то эффективность такого охладителя высока.

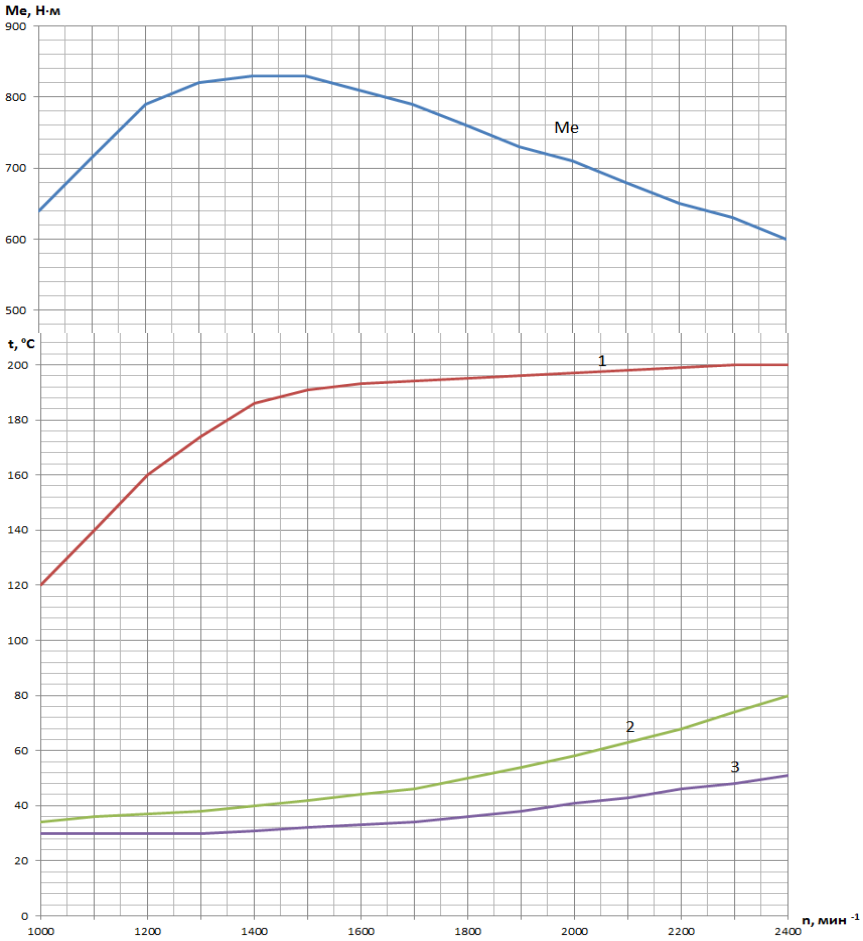
Из этого охладителя воздух поступает в камеру, откуда, в зависимости от положения заслонки, он может поступать к воздухо-воздушному охладителю, или во впускной коллектор двигателя. При промежуточном положении заслонки часть воздуха будет идти в охладитель, а часть – во впускной коллектор двигателя. Заслонка имеет исполнительный механизм и положение её зависит от температуры, фиксируемой датчиком, установленным во впускном коллекторе двигателя.



1 – водо-воздушный охладитель; 2 –камера с заслонкой; 3 –воздухо-воздушный охладитель; 4 – впускной коллектор

Рисунок 1 – Схема двигателя с двумя охладителями надувочного воздуха

Например, дизель, литраж которого 4,6 литра, имеющий номинальную мощность 150 кВт. Температура воздуха после компрессора 190…200ºС. Расход воздуха около 800 кг/ч. Охлаждение наддувочного воздуха до 50ºС потребует отвода более 28 кВт тепла. При работе двигателя попредложенной схеме в водо-воздушном охладителе температура воздуха будет снижаться до 100ºС. Это означает, что около 60% тепла (16,8 кВт) будет отведено от воздуха. Остальное тепло будет отводиться в воздухо-воздушном охладителе. Естественно, что в двух охладителях можно обеспечить более глубокое охлаждение воздуха, чем при работе с одним воздухо-воздушным охладителем.



Me – характеристика крутящего момента; 1 – температура воздуха после компрессора; 2 – температура воздуха во впускном коллекторе с одним охладителем; 3 – температура воздуха во впускном коллекторе с двумя охладителями.

Рисунок 2 – Характеристики крутящего момента и температур воздуха

На рисунке 2 для этого двигателя приведены зависимости по скоростной характеристике крутящего момента и температуры воздуха после компрессора (кривая 1) и температуры воздуха во впускном коллекторе при работе с одним охладителем (кривая 2) и с двумя охладителями (кривая 3).

Следует отметить, что образование в цилиндре двигателя окислов азота определяется максимальной температурой цикла. При температурах до 1000 К азот вообще не окисляется, а при температурах 2000…2200 К интенсивность образования оксидов азота с ростом температуры резко возрастает. Поэтому снижение температуры охлаждающего воздуха даже на 10ºС обеспечивает снижение максимальной температуры сгорания на 20…22ºС и заметно снижает выбросы оксидов азота. Кроме этого, снижается и теплонапряжённость двигателя.

При работе двигателя на частичных режимах, если температура воздуха после компрессора будет ниже 70ºС, то возможен подогрев воздуха после первого охладителя на 5…10ºС. Учитывая, что на этих режимах расходы воздуха сравнительно низкие, температура воздуха после водо-воздушного охладителя практически не будет отличаться от температуры воздуха при работе двигателя с одним воздухо-воздушным охладителем.

При запуске и прогреве холодного двигателя заслонка отключит воздухо-воздушный охладитель и воздух во впускной коллектор будет поступать подогретым, обеспечивая стабильное воспламенение и полное сгорание топлива, и время прогрева двигателя сократится. После прогрева двигателя заслонка закроет проход воздуха во впускной коллектор и откроет проход к воздухо-воздушному охладителю.

Граничные условия перемещения заслонки в зависимости от температуры воздуха во впускном коллекторе определяются для каждой модели двигателя при проведении специальных испытаний.

Таким образом, установка на двигатель дополнительного водо-воздушного охладителя наддувочного воздуха в сочетании с регулируемой заслонкой позволит снизить выбросы окислов азота, снизить теплонапряжённость двигателя и сократит время прогрева после запуска холодного двигателя.

В последние годы появились двигатели, у которых установлены последовательно два турбокомпрессора. Это позволяет увеличить форсировку мощности, как на номинальном режиме, так и на режиме максимального крутящего момента и обеспечить высокие значения коэффициента приспособляемости по моменту.

На таких двигателях после компрессора первого турбонагнетателя устанавливают водо-воздушный охладитель с использованием жидкости системы охлаждения двигателя. А после компрессора второго турбонагнетателя воздух направляется в воздухо-воздушный охладитель.

При такой схеме турбонаддува также целесообразно после компрессора второго турбонагнетателя установить дополнительный водо-воздушный охладитель и далее – распределительную камеру с заслонкой и

воздухо-воздушный охладитель, то есть как и в двигателе с одним турбонагнетателем. Для управления сложными агрегатами охлаждения наддувочного воздуха требуются достаточно сложные системы на основе микропроцессорной техники и регулируемые электроприводы вентиляторов и насосов. Для осуществления таких действий необходима автоматическая система аналогичная системе управления тепловым режимом ДВС, предложенная ранее [2].

Литература

1. Михеев, М.А. Основы теплопередачи [Текст] / М.А. Михеев, И.М. Михеева. – М. ООО «ИД «БАСТЕТ», 2010. – 344 с.
2. Несиоловский, О.Г. Принципы проектирования и общее устройство системы управления тепловым состоянием ДВС [Текст] / О.Г. Несиоловский, И.Е. Чекалёв // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания. Материалы Международной научно-практической конференции «Наука-Технология-Ресурсосбережение». Выпуск 6. – С.- Петербург-Киров, 2009. – С. 146–149.

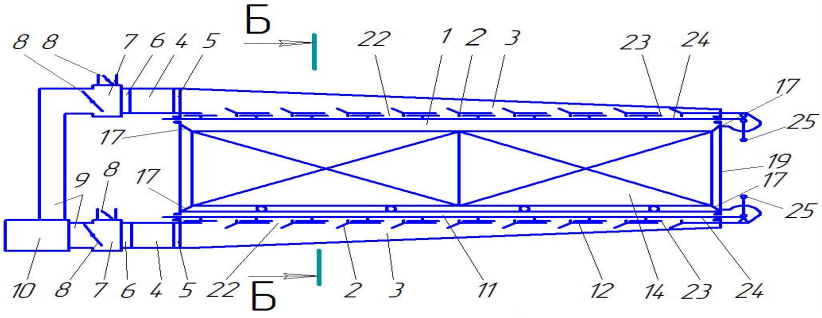
УДК 631.171

УНИВЕРСАЛЬНАЯ СУШИЛКА ДЛЯ ПИЛОМАТЕРИАЛА ДРЕВЕСИНЫ И ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

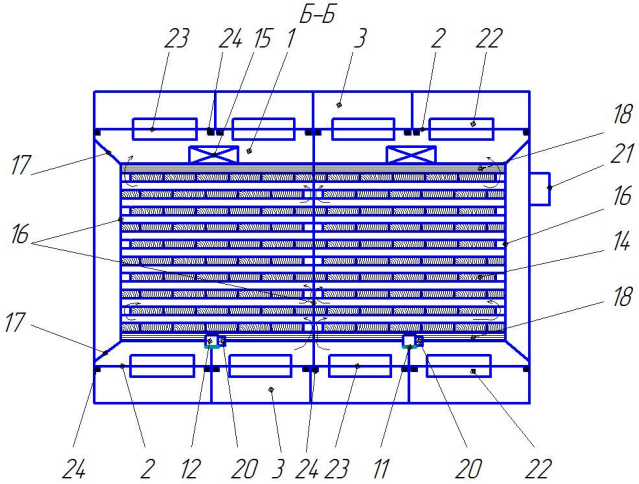
А.С. Ключников
(ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», Ярославль, Россия)

Универсальная сушилка нами разработана впервые. Новизна её конструкции и улучшенной технологии сушки подтверждена патентом № 2496069, патентообладателем которого является А.С. Ключников [1]. Применение на практике наших разработок позволит на базе любого хозяйства производить качественное, без растрескиваний и коробления, высушивание пиломатериала древесины до необходимой влажности с сокращением энергозатрат до 48%.

Новая сушилка относится к сельскохозяйственному машиностроению, в частности, к установкам для сушки сыпучих и несыпучих материалов продукции растениеводства, например, зерна, вороха семян трав, измельченной травы, а также пиломатериалов древесины. Схема универсальной сушилки представлена на рисунке 1.



Фигура 1



Фигура 2

Фиг. 1 – схема сушильной камеры со штабелями древесины; фиг. 2 – разрез по Б-Б (фиг. 1).

1 – сушильная камера; 2 –распределительные решётки; 3 –воздухоподводящий канал; 4 – диффузор; 5 – жалюзийная заслонка; 6 – вентилятор осевой реверсивный с регулируемой частотой вращения; 7 – распределитель; 8 – заслонка; 9 – воздуховод; 10 – топочный блок; 11 – рельсовый путь; 12 – тележка; 14 – штабель; 15 – груз; 16 –щит; 17 – экран; 18 – брус; 19 – дверца; 20 – весоизмерительный датчик; 21 – цифровой дисплей; 22 – отверстие; 23 – заслонка; 24 – ползун; 25 – рычаг.

Рисунок 1 – Схема универсальной сушилки

Процесс работы на сушилке пиломатериала древесины заключается в следующем. В сушильную камеру 1 по рельсовому пути 11 подаются тележки 12 со штабелями 14. Весоизмерительное устройство переводится с блокировки на автоматический режим взвешивания. По экспериментальным данным устанавливают положение заслонок 5, 8 и 23. Контролируют положение щитов 16 и экранов 17 с тем, чтобы сушильный агент направлялся в материал сушки. Включают в работу нужный скоростной режим вентилятора 6 и топочный блок 10. Сушильный агент по воздуховоду 9 поступает к нижнему распределителю 7, а затем по диффузору 4 и воздухоподводящему каналу 3 поступает через воздухораспределительные решетки 2 к материалу сушки. Решетки 2 меняют направление движения сушильного агента с горизонтального на вертикальное, то есть на 90^0. Клиновая форма канала 3 обеспечивает равномерность распределения сушильного агента по площади сушильной камеры, так как скорость движения сушильного агента у всех отверстий 22 одинаковая.

В штабеле обеспечена слабая принудительная циркуляция сушильного агента по шпациям, которые получены при укладке штабеля. Скорость сушильного агента подобрана такой, чтобы за один проход через штабель он полностью отрабатывал. Груз 15 укладывают на брусья 18 сверху штабеля 14 для исключения возможного коробления пиломатериала древесины.

Удешевление конструкции герметичной сушильной камеры 1 достигнуто тем, что ее каркас покрывается оцинкованным металлическим листом толщиной 0,5…1,0 мм. Сушильная камера с внутренней и наружной сторон покрыта сверхтонким теплоизоляционным материалом, например, серии Mascoat, который обладает уникальными теплоизоляционными, гидроизоляционными, антикоррозионными и звукоизоляционными свойствами. Приведенный коэффициент теплопроводности 0,001 Вт/м^{0}С. Трудоемкость нанесения покрытия соизмерима с трудоемкостью покраски. Mascoat наносят с помощью распылителя, кисти или валика. Срок службы тепловой изоляции при нормальной эксплуатации составляет не менее 20 лет. Материал наносят на все виды поверхности, любой конфигурации. Покрытие эксплуатируют при температурах от –60^{0}С до +260^{0}С. Теплоизолятор является экологически чистым продуктом, не поддерживает горение.

Тележка 12 оборудована весоизмерительными датчиками 20 с микропроцессорным преобразованием для цифрового дисплея 21. Весоизмерительная система имеет ручной режим настройки, автоматический режим взвешивания с высвечиванием показаний на индикаторе дисплея 21, блокировку системы взвешивания при загрузке и выгрузке материала сушки. Заложенные в конструкции технологические регулировки расхода и скорости движения сушильного агента легко

корректируют в процессе сушки по электронно-цифровому весоизмерительному устройству и по данным непрерывного контроля относительной влажности отработавшего сушильного агента.

Размер отверстий 22 воздухораспределительных решеток 2 регулируют заслонками 23, которые крепят к ползунам 24, перемещаемым от рычагов 25.

Сушка пиломатериалов имеет свои особенности. Опыты показали, что увеличение температуры сушильного агента с 40^0С до 100^0С увеличивает удельные затраты энергии с 2 900 до 4 300 кДж/кг или на 48%. Поэтому оптимальная температура сушильного агента в зависимости от породы и толщины пиломатериала находится в пределах от 40^0С до 60^0С. При такой температуре сушильного агента нет выплавления смолы из смоляных кармашков и изменения цвета древесины.

Влагу, заполняющую внутренние полости клеток и межклеточные пространства, называют свободной, а пронизывающая стенки клеток – связанной или гигроскопической. Влага в древесном стволе распространена неравномерно. Влажность в заболонной зоне у свежесрубленной древесины ближе к коре составляет 100…120%, а в центральной, ядровой зоне – 30…40%.

Пока из высушиваемой древесины удаляют свободную влагу, усушки не происходит. Она начинается после снижения влажности за пределы 30…28%.

Неодинаковость усушки древесины в различных направлениях обуславливает изменение формы поперечного сечения пиломатериалов в процессе их высыхания и различные коробления [2].

Процесс сушки древесины во времени протекает неравномерно и может быть разделён на четыре этапа (рисунок 2).

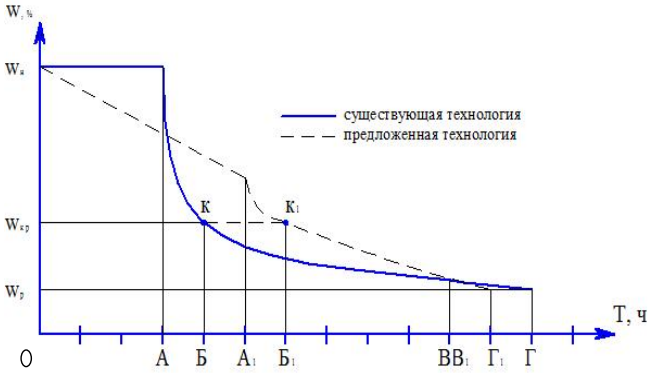


Рисунок 2 – График процесса сушки пиломатериалов

На отрезке ОА, соответствующем времени прогрева, влажность древесины не уменьшается [3]. Общий процесс нагревания пиломатериала можно расчленить на два последовательных процесса: 1) перенос тепла от агента на поверхность материала; 2) распределение тепла внутри материала равномерно по всему объёму. По предложенной нами технологии процесс прогрева намного увеличен с медленным наращиванием температуры сушильного агента от температуры окружающей среды до 40…60 ^{0}С с увеличением на 1^{0}С за 2 часа. При этом происходит сушка древесины и исключается появление в ней внутренних напряжений, короблений и трещин. Прогрев проводили так, чтобы поток влаги из внутренних слоёв пиломатериала к наружным не отставал бы от интенсивности влагоотдачи. Такой прогрев является энергосберегающим.

На втором этапе до критической точки К или К$^/$ из пиломатериала удаляют всю свободную влагу, $W_{кр}$ = 28 … = 28…30%.

В конце третьего этапа БВ или Б$^\backslash$В$^\backslash$ получают равновесную влажность у пиломатериала 8…10%.

Если одну часть пиломатериала нагревают сильнее, чем другую, то в нём возникает интенсивный поток влаги от более горячих зон к более холодным даже в тех случаях, когда холодная зона оказывается более влажной. Для избежания этого явления проводят влаготеплообработку. На 6…8^{0}С увеличивают температуру сушильного агента добавлением подачи водяного пара. При этом выравнивают влажность у материала сушки.

При разработанной нами технологии исключаются влаготеплообработки. Скорость сушильного агента уменьшается в 4…8 раз с тем, чтобы он за один проход через материал сушки полностью насыщался влагой и отрабатывал. Установившийся режим сушки продолжают снижением скорости движения сушильного агента уменьшается. Исключение влаготеплообработок, рециркуляции сушильного агента и снижение скорости его движения способствуют сокращению энергозатрат на втором и третьем этапах сушки.

Четвёртый этап сушки заканчивают влаготеплообработкой, которую называют кондиционированием и остыванием пиломатериала. Длительность влаготеплообработки составляет 3…5 % от времени второго и третьего этапов сушки.

По нашей технологии для исключения внутренних напряжений две операции – кондиционирование и охлаждение пиломатериала – заменены одной операцией охлаждения, которая занимает столько же времени, как процесс прогрева пиломатериала, но с медленным понижением температуры сушильного агента до температуры окружающей среды. Предложенная нами технология сушки пиломатериала обеспечивает высокие показатели у готовой продукции, так как исключаются появления внутренних напряжений и различных короблений.

Основные результаты бизнес-плана по внедрению новой сушилки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчётный экономический эффект за год от внедрения новой сушилки на предприятии

Показатели	Зачисления
Единовременные затраты, руб.	557 239,6
Эксплуатационные затраты, руб.	419 753,6
Стоимость продукции в ценах реализации, руб.	15 120 000
Чистая прибыль, руб.	3 360 000
Срок окупаемости, лет	0,24
Чистый дисконтированный доход за 5 лет, руб.	11 571,56

Поскольку ЧДД = 11 571,56, то есть значительно больше нуля, то проект внедрения универсальной сушильной камеры будет эффективен и капитал инвестора увеличится.

Выводы

В настоящее время получен патент на изобретение. Ведётся строительство промышленного образца новой сушилки на базе хозяйства ПСК «Родина» Большесельского района для проведения хозяйственного эксперимента.

Литература

1. Пат. 2496069 Российская Федерация. Аэрожёлоб для сушки продукции растениеводства и пиломатериалов древесины [Текст] / Л.В. Дианов, М.Л. Борисова, А.С. Кючников. – Опубл. 20.10.2013.
2. Пейч, Н.Н. Сушка древесины [Текст] / Н.Н. Пейч, Б.С. Царев. – М.: Высшая школа, 1975. – 224 с.
3. Рассев, А.И. Сушка древесины [Текст]. – СПб.: «Лань», 2010. – 416 с.

УДК 621.43-83

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ДВС

К.т.н. О.Г. Несиоловский, Д.В. Филинов
(ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», Ярославль, Россия)

В настоящее время приоритетным направлением развития современных транспортных дизелей является улучшение экономических и эксплуатационных характеристик.

Одним из путей достижения максимальной топливной экономичности является минимизация затрат мощности ДВС на привод их вспомогательных агрегатов. При этом агрегаты системы охлаждения являются наиболее энергозатратными в современных ДВС.

Управление приводом агрегатов системы охлаждения позволяет, с одной стороны, снизить механические потери на их привод, а с другой стороны, даёт возможность гибкого управления тепловым состоянием двигателя внутреннего сгорания. Управляемые приводы в конечном итоге позволяют регулировать потоки охлаждающего воздуха и охлаждающей жидкости.

Регулировка воздушного потока возможна двумя основными методами. Первый – полное или частичное перекрытие воздушного потока. Чаще всего для этого используются шторки с ручным приводом или жалюзи, имеющие как ручной, так и автоматический привод. В холодное время используются различные утеплители, уменьшающие поступление холодного воздуха к радиатору, а в случае двигателей воздушного охлаждения, непосредственно к оребренным гильзам и головкам. Методы эти достаточно просты и надежны, но обладают одним главным недостатком – не позволяют экономить мощность, а, следовательно, и топливо, расходуемые на привод вентилятора. Этот недостаток полностью или частично устраняется в системах, отключающих вентилятор или регулирующих частоту его вращения.

Существует большое количество подобных устройств, которые можно классифицировать, прежде всего, по физическому принципу, положенному в основу их работы: механические, гидравлические, вязкостные, электрические, газотурбинные.

Механические системы привода включают в себя вариаторы, фрикционные муфты, вентиляторы с поворотными лопастями. Все эти виды приводов разрабатывались и проверялись на действующих двигателях, а вентиляторы с изменяемым углом установки лопастей даже выпускались фирмой General Motors для автомобильных двигателей с жидкостным охлаждением, эксплуатация которых подтвердила целесообразность применения таких вентиляторов. Фирма New Holland устанавливает на серию тракторов T8000 вентилятор системы охлаждения с поворачивающимися лопастями, который автоматически изменяет объем и направление потока воздуха.

На ряде двигателей производства Ярославского моторного завода используются фрикционные муфты с гидравлическим приводом включения – выключения вентилятора системы охлаждения. Но, в целом, механические системы не нашли широкого применения из-за их большой сложности и, как следствие, – высокой стоимости, а также низкой надежности.

Широкое применение для привода вентиляторов нашли различные гидравлические системы и, прежде всего, гидродинамические муфты скольжения, а также гидростатические системы.

Гидродинамические муфты скольжения (гидромуфты) – одни из наиболее распространенных устройств, используемых на ДВС для регулирования частоты вращения вентилятора. Этому способствует их относительная простота и надежность. Опыт их использования показывает, что производственные издержки гидромуфт в 1,5…1,7 раза меньше, по сравнению с механическими и электрическими системами привода вентилятора, при близких результатах в эксплуатации. Гидромуфты достаточно давно и успешно эксплуатируются на отечественных двигателях КамАЗ и ЯМЗ, обеспечивая значительную экономию топлива при эксплуатации. К достоинствам гидромуфты можно отнести и сравнительно простую их адаптацию к системам с микропроцессорным управлением.

Хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации системы с гидростатическим приводом вентилятора. В таких системах вентилятор вращается от гидродвигателя, рабочая жидкость к которому подводится от насоса высокого давления через дроссель, управляемый датчиком температуры. Этот способ является одним из наиболее эффективных с точки зрения поддержания оптимального теплового режима двигателя и экономии топлива на привод вентилятора, но одновременно является одним из самых дорогих, так как для его реализации требуются такие сложные узлы, как гидронасос и гидродвигатель, рассчитанные на работу при высоких давлениях. Из-за этого автоматическое регулирование теплового состояния с гидростатическим приводом вентилятора находит применение на двигателях большой мощности, где дополнительные затраты по сравнению со стоимостью двигателя оказываются незначительными, а также в тех случаях, когда по условиям компоновки крайне сложно разместить радиатор так, чтобы осуществить, привод вентилятора непосредственно от двигателя (например, в автобусе).

Широко применяются в приводах вентиляторов вязкостные муфты. Наиболее простой способ использования подобной муфты – ограничение передаваемого момента. Поскольку с ростом частоты вращения момент, необходимый для вращения вентилятора увеличивается, то также увеличивается пробуксовка вязкостной муфты, и, при некотором значении потребляемой мощности вентилятора, его частота вращения уже больше не повышается. Такое регулирование можно считать удовлетворительным, так как при минимальной стоимости подобной муфты достигается заметная экономия топлива, но при этом муфта, действующая подобным образом, не способна поддерживать наилучшее тепловое состояние в широком диапазоне рабочих режимов ДВС.

Более совершенным, с точки зрения регулирования теплового состояния, является другой тип вязкостной муфты, отличающейся от ранее рассмотренной тем, что объем жидкости, передающий крутящий момент в ней, зависит от внешней температуры.

К достоинствам муфты подобной конструкции можно отнести ее невысокую стоимость относительно других типов муфт, легкую адаптацию практически к любому двигателю, значительную экономию топлива при ее эксплуатации (на легковых автомобилях до 1 л на 100 км, на грузовых – в несколько раз больше). Недостатком можно считать то, что муфта реагирует на изменение температуры воздуха за радиатором, а это изменение не всегда адекватно изменению теплового состояния самого двигателя, что может привести к поддержанию не наилучшего теплового режима и увеличению инерционности системы охлаждения в целом.

Большую группу устройств, предназначенных для привода, представляют собой муфты, использующие для своего функционирования электрическую энергию.

Прежде всего, это фрикционные муфты с электрическим включением-выключением, обеспечиваемым соленоидом. Муфты такого рода достаточно давно и широко применяются за рубежом. Обладая сравнительно невысокой стоимостью и достаточной надежностью в эксплуатации, они позволяют заметно сократить расход топлива. Недостатком этих муфт является то, что работая в режиме «включено-выключено», они не позволяют плавно изменять обороты вентилятора, и, как следствие, затрудняется поддержание наилучшего теплового режима двигателя.

Хорошими возможностями с точки зрения плавного регулирования частоты вращения вентилятора обладают электрические муфты скольжения. Изменяя параметры тока, питающего их, можно плавно изменять и частоты вращения вентилятора. Такие муфты хорошо адаптируются к микропроцессорным системам управления. Но, как отмечалось выше, по сравнению с гидромуфтами, производственные издержки этих муфт в 1,5…1,7 раза выше. При эксплуатации этих муфт отрицательными моментами являются большой вес и габариты, что затрудняет их адаптацию с серийными двигателями, а также значительное потребление электрической мощности, что требует установки более мощного генератора.

Определенный интерес представляют порошковые муфты, использующие свойства специального порошка становиться монолитом при воздействии на него электромагнитного поля. Они работают только в режимах «включено»-«выключено», что делает их очень похожими по достоинствам и недостаткам на фрикционные муфты с электроприводом.

Перспективными представляются магнитовязкостные муфты, использующие свойство изменять передаваемый момент в зависимости от

параметров электрического тока, подводимого к ней. Основным элементом таких муфт является магнитная жидкость, изменяющая свою вязкость под воздействием электромагнитного поля. Аналогичные муфты довольно давно используются в станкостроении, где они показали себя надежными, долговечными и легко адаптируемыми к различным системам автоматики. Опыт, накопленный в станкостроении, делает возможным разработку муфт, пригодных для привода вентилятора и жидкостного насоса. Но надо учитывать, что для работы муфты требуются значительные мощности питающего ее электрического тока. Приблизительно эта мощность оценивается как 0,1 мощности, затрачиваемой на привод вентилятора, что может составить у различных двигателей до 1…2 кВт, а это уже потребует увеличения мощности генератора.

Эффект от применения подобных систем, как и в случае управляемых вентиляторов, складывается из двух составляющих: улучшения теплового состояния на частичных нагрузках и уменьшения затрат на привод насоса. Причем эффект от применения управляемых насосов значителен, как для больших судовых и тепловозных двигателей, так и автомобильных любого рабочего объема.

Привод жидкостных насосов может осуществляться практически со всеми теми же муфтами и приводными устройствами, что и привод вентилятора. В некоторых случаях для привода жидкостного насоса применяют электродвигатель. Привод и регулирование вентилятора и насоса может осуществляться одной общей муфтой, что упрощает и удешевляет систему в целом. Но чаще всего используют раздельный привод, что позволяет, несмотря на большие издержки, более эффективно поддерживать оптимальное тепловое состояние и уменьшать потери на привод агрегатов системы охлаждения.

В заключении следует отметить возрастающее значение управлением охлаждения для современных ДВС. Так, например, многие дизельные двигатели имеют единый агрегат охлаждения жидкости и надувочного воздуха (состоящий из двух охладителей), что требует постоянного регулирования подачи воздуха на них. Дизельные двигатели, устанавливаемые на тракторы имеют систему изменения крутящего момента при постоянных оборотах. При этом момент может меняться в полтора – два раза, а, следовательно, примерно во столько же раз меняется тепловой поток в систему охлаждения. Это обстоятельство также требует постоянного регулирования потока воздуха, обдувающего радиатор системы охлаждения.

Наиболее подходящим вариантом, с точки зрения регулирования потока воздуха, был бы регулируемый по оборотам электропривод, который сравнительно легко мог бы быть подключён к процессорной системе управления и обеспечил бы любой закон или алгоритм обдува [1]. Подтверждением этого вывода может служить то, что фирма John Deere

впервые из всех производителей применила на тракторах серии 7030 E-Premium в системе электрооборудования генератор переменного тока мощностью 20 кВт (на отечественных тракторах устанавливаются генераторы мощностью от 0,4 до 1 кВт) с напряжением 12 В (рисунок 1). В настоящее время это предлагаемый к продаже вариант электрооборудования. Генератор приводится от коленчатого вала двигателя, к которому он прифланцован. Эта мощность используется для привода вентилятора системы охлаждения, питания компрессора, водяного насоса и другого электрооборудования.

Трактор может быть использован в качестве электрогенератора для питания внешних потребителей тока через розетку с напряжением 230 В или через розетку трехфазного тока 230/400 В (мощность 5 кВт). Такая электрическая цепь закладывает основу для внедрения электроприводов для агрегатируемых орудий.

Рисунок 1 – Электрооборудование трактора
John Deere серии 7030 E-Premium

1. Коленчатый вал электрического генератора заменяет стандартный генератор переменного тока. Присоединенный к маховику двигателя, коленчатый вал вырабатывает до 20 кВт электричества, подающегося черев конвертер к вспомогательным компонентам двигателя.

2. Электронный пульт управления преобразовывает переменный ток в постоянный, что способствует перераспределению энергии к вспомогательным приводам в случае необходимости.

3. Блок управления/контроллер – это «мозг» трактора,

использующий электронный пульт управления с целью регулирования норм электроэнергии для каждой операции трактора.

4. Привод вентилятора и циркуляционный насос системы охлаждения. Привод, так же, как и циркуляционный насос, приводится в действие электродвигателем и автоматически регулирует свою скорость для поддержания рабочей температуры двигателя. Система привода вентилятора автоматически отключается, если отсутствует необходимость в повышении производительности. Здесь также исключены интервалы в цикле охлаждения.

5. Пневматический тормозной компрессор с ременной передачей с муфтой сцепления спроектирован специально для выполнения выборочных операций. Электромагнитная муфта сцепления активизируется только в случае, когда давление в гидросистеме падает.

6. Компрессор кондиционирования воздуха с электродвигателем расположен непосредственно под кабиной. Он работает независимо от скорости двигателя и может, таким образом, достигать максимальной мощности охлаждения даже при неработающем режиме трактора.

Литература

1. Несиоловский, О.Г. Принципы проектирования и общее устройство системы управления тепловым состоянием ДВС. Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания [Текст] / О.Г. Несиоловский, И.Е. Чекалёв. – СПб. – Киров, 2009. – С. 146–149.

УДК 629. 33: 691

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ

К.т.н. И.М. Соцкая (ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА»)

Рассмотрена возможность использования отходов, образующихся в процессе производства материалов, эксплуатации и утилизации техники.

На сегодняшний день автомобильный парк РФ насчитывает около 40 млн. единиц, по прогнозам, к 2020 году он увеличится до 55 млн. единиц. Парк комбайнов, тракторов и других технологических машин составляет более 650 тыс. единиц. При этом уменьшение поставок машин сельскому хозяйству привело к резкому старению машинно-тракторного парка, 75…80% имеющегося парка выработало свой срок службы, находится за пределами сроков амортизации и требует повышенных затрат на поддержание техники в работоспособном состоянии.

В литературе приводятся данные, что в мире производится около 2 млрд. тонн различных продуктов. Для их производства из недр

извлекается около 100 млрд. тонн руд, горючих ископаемых и другого сырья.

Ежегодно 3…8% транспортных машин выходит из эксплуатации, становится источником вторичных ресурсов (сырья).

В России успешно стартовала Программа утилизации (переработки) старых автомобилей, позволяющая очистить территории городов от захламления и загрязнения почвы разрушающимися остатками устаревших машин.

Ученые с тревогой предупреждают о непрерывном ухудшении состояния окружающей среды. Согласно документу «Основы государственной политики в области экологического развития РФ на период до 2030 г.» к числу приоритетных направлений относится стимулирование деятельности по сбору и использованию отходов в качестве вторичного сырья и энергоносителей. Следует учесть, что при выходе из эксплуатации машины быстро подвергаются коррозии вследствие воздействия атмосферных факторов. В результате этого процесса металл разрушается в течение нескольких лет, полимерные материалы – около 100 лет, а стекло – миллион лет.

По информации группы Volkswagen AG, средний европейский автомобиль массой 1185 кг (100%) состоит из следующих компонентов: сталь листовая – 454,6%, чугун – 11,0%, легкие сплавы – 13,1%, пластики – 10,1%, резинотехнические изделия – 7,6%, стекло – 4,2%, другие материалы около 8%.

Содержание материалов в общей массе трактора: 70…72% составляют стали, 24…25% – чугуны, 3…6% – остальные материалы.

В России из отработанных резинотехнических изделий (РТИ) получают резиновую крошку, которую используют в технологическом процессе получения РТИ, дорожном строительстве. Ежегодные поставки шин только для сельскохозяйственной техники достигают свыше 6 млн. штук. По расчетам из 1 тонны утилизируемых шин можно получить 400 л нефти, 135 л газа, 140 кг проволоки. В Японии доля использования изношенных шин достигает 90%, а в России – в 20 раз ниже [1].

Следует учесть и тот факт, что затраты энергии на производство пластических масс существенно ниже, чем металлов, меньше также количество отходов, образующихся при производстве пластмассовых деталей, чем при производстве деталей из металлов (средний коэффициент использования пластмасс в 2 и более раз выше, чем для металлов). Так, удельная энергия на производство стали составляет около 500 ГДж/м^3, алюминия – 600 ГДж/м^3, термопластов 200 – 400 ГДж/м^3.

Основной целью утилизации является ресурсосбережение. Восстановление узлов и деталей, снятых с утилизируемых машин, ремонт техники направлены на удешевление эксплуатации МТП. Современные

технологии, используемые при восстановлении деталей, позволяют повысить их ресурс до 70…85% новой детали.

Ресурсосберегающие технологии позволяют не только экономить природное сырье, но и решают проблему охраны окружающей среды. Автором проводилась работа с институтом механики металлополимерных систем (г. Гомель, Республика Беларусь) по изготовлению листового материала, представляющего собой композит на основе вторичных полимеров и модифицированных отходов переработки древесины. Из этого материала опробовано изготовление деталей автомобилей (полка багажника, облицовочные панели салона).

Зарубежные фирмы широко внедряют отходы в интерьер автомобилей, так, панель приборов автомобиля «Пежо» разработки 2013 года выполнена из прессованной макулатуры, пропитанной полимерным связующим. Фирма «Italiana Keller» (Италия) много лет занимается изготовлением шумопоглощающих обивок автомобилей, а также шумозащитных экранов из отходов текстильного производства.

Сегодня интенсивность движения городского транспорта резко возросла, что оказывает негативное влияние на жизнь людей из-за постоянного шума. Для уменьшения его воздействия используют шумопоглощающие экраны, устанавливаемые вдоль железнодорожного полотна, автострад, в оживленных местах города. Французские фирмы изготавливают такие экраны из металлических кессонов, в которые укладывают разрезанные вдоль изношенные покрышки.

Вторичное использование пластмассовых деталей из утилизируемых машин затрудняется тем, что для улучшения эксплуатационных характеристик в состав пластмасс вводят наполнители разного вида, например, стекловолокна, эластомеры, неорганические порошки. В связи с этим, утилизируемые детали могут только измельчаться и использоваться в качестве наполнителей пластмасс.

При крупнотоннажном производстве изопрена (эластомер для изготовления протектора покрышки) образуются большое количество отработанного катализатора. Состав его представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав отработанного катализатора

Содержание окислов, %					
Fe_2O_3	Cr_2O_3	Ni_2O_3	P_2O_5	CaO	Сумма окислов, %
0,05	6,0	7,4	43,5	44	99,95

Автором рассмотрена возможность его использования в качестве вяжущего вещества в количестве 5 и 10 мас.% взамен цемента в составе легкого мелкозернистого поризованного бетона. Полученные результаты

испытания опытных образцов бетонов (таблица 2) показывают, что добавка в смесь катализатора активизирует процесс газообразования, повышает прочностные характеристики бетона.

Таблица 2 – Составы бетонов и результаты испытаний

Компоненты состава бетона и показатели свойств	Составы бетона, расход компонентов, результаты испытаний контрольных образцов		
	№ 1	№ 2	Контрольный
Вяжущее, мас.%	19,33	20,00	26,00
Песок, мас.%	60,36	57,24	63,48
Алюминиевая пудра ПАП-1, мас.%	0,025	0,024	0,024
Натрий сернокислый, мас.%	0,25	0,24	0,24
Поверхностно-активное вещество СДБ, мас.%	0,01	0,009	0,009
Отработанный катализатор изопренового производства, мас.%	3,12	6,14	-
Вода, мас.%	16,9	16,3	10,2
Продолжительность газообразования, мин.	30	30	40
Объемная масса в сухом состоянии, кг/м^3	1250	1280	1367
Предел прочности при сжатии в возрасте 28 суток, МПа	10,5	7,8	7,2
Коэффициент теплопроводности, ккал/м.ч С	0,38	0,388	0,473
Коэффициент вспучивания	1,65	1,56	1,5

Опытный легкий мелкозернистый поризованный бетон позволяет повысить комфортабельнсоть помещений в жилых, общественных и вспомогательных зданиях за счет улучшения теплофизических и звукоизоляционных свойств стяжек в полах; снизить на 25% расход цемента; расширить сырьевую базу и сохранить окружающую среду от загрязнения за счет утилизации отходов изопренового производства.

На данные техническое решение получен патент РФ № 2198861 [2].

Разнообразие и обилие пластмассовой тары, особенно бутылок из полиэтилентерефталата, поставило перед учеными задачу по их вторичной переработке. Из предложенных решений практическое применение нашел материал «Геотекстиль», получаемый следующей технологией:

- сбор и измельчение пластмассовой тары;
- мойка измельченной массы и получение пластмассовой крошки;
- получение из пластмассовой крошки нити;
- получение нетканого мата « Геотекстиля».

Из полученного мата устраивают ковёр при укладке тротуарной плитки, искусственного травяного покрытия футбольного поля. Для получения гидроизоляционного слоя при строительстве дорожного полотна мат «Геотекстиля» «сшивают» между листами полипропилена толщиной 2 мм, который получают также из отходов. Такое покрытие защищает верхний слой дорожного полотна от провала грунта в связи с таянием снега, дождя.

Выводы

Рассмотрена возможность расширения применения отработанных материалов при изготовлении деталей интерьеров автомобилей, легкого мелкозернистого поризованного бетона, устройстве дорожного полотна.

Литература

1. Материально-техническое обеспечение агропромышленного комплекса [Текст] / под ред. В.Я. Лимарева. – М.: Известия, 2004. – 624 с.
2. Патент на изобретение № 2198861РФ,С1С04В38/02, № 2001115472/03 заявл. 05.06.2001г., опубл. 20.02.2003 г. Бюл. № 5 «Легкий мелкозернистый поризованный бетон» Галиакберов Р.Г., Антонов В.Г., Соцкая И.М.

УДК 62-233.132: 629.331; 657.478.8:663.9

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРЕДОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ И КРИТЕРИЯ БЕЗУБЫТОЧНОСТИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МАЛЫХ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

К.т.н. И.В. Федоскина, А.А. Горохов (ФГБОУ ВПО РГАТУ, Рязань, Россия), М.А. Вашурина (ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», Ярославль, Россия), к.т.н. М.Н. Горохова (ФГБОУ ВПО «Мордовский ГУ им. Н.П. Огарева», Саранск, Россия)

В статье установлено, что новая технология восстановления распределительных валов обеспечивает экономию производственных энергозатрат, величина которых растёт с ростом объёмов таких работ; предлагается алгоритм действий руководителя малого инфраструктурного предприятия при решении вопроса об освоении нового вида инфраструктурной услуги.

Проблема энергосбережения, актуальная для всех без исключения отраслей, может решаться в каждой из них специфическими способами, зависящими от отраслевой специфики. Эта специфика может зависеть не

только от особенности используемых технологий, но и от места отрасли в межотраслевом разделении труда: является ли она воспроизводящей или входит в состав производственной инфраструктуры, то есть обеспечивает воспроизводящие производства услугами со стороны [1].

Рассмотрим эту специфику на примере малых предприятий, осуществляющих ремонт и обслуживание технических средств – инфраструктурных предприятий.

В настоящее время ремонтное производство претерпевает реформирование, протекающее на фоне глубокого кризиса, создающее предпосылки для банкротства ремонтных предприятий. Условия внешней и внутренней среды существования малых ремонтных предприятий являются более жёсткими по сравнению с условиями, в которых действуют крупные предприятия в силу того, что ограниченность финансового потенциала повышает требования к качеству управленческих решений.

Решения перспективного характера, касающиеся вложений в новую технику и технологию, изменения производственного цикла, освоение новой номенклатуры обслуживаемых и ремонтируемых технических средств предполагают отвлечение собственных средств из оборота, а в ряде случаев – и использование заёмных средств.

Одной из типичных подобных ситуаций является освоение малым ремонтным предприятием новой технологии восстановления распределительных валов импортной сельскохозяйственной техники с помощью нанесения металлопокрытий. Технологический процесс восстановления распределительного вала представлен в таблице 1 [2].

Таблица 1 – Технологический процесс восстановления распределительного вала

Операция	Содержание	Оборудование
1	2	3
Очистная	Очистить и промыть вал	Ванна моечная 70-7888-1093
Дефектовочная	Дефектовать вал согласно требованиям ТУ	Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А; устройство импульсного намагничивания
Слесарная	Править вал	Пресс гидравлический СР150
Токарная	Править центровые отверстия	Станок токарно-винторезный 16К20
Магнитоабразивная	Установить вал в патрон станка и обработать изношенные поверхности	Станок токарно-винторезный 16К20; устройство МАО

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Подготовительная	Исследовать магнитные характеристики вала; установить защитные вставки в шпоночный паз	Устройство импульсного намагничивания
Комбинированная	Установить вал в патрон станка, намагнитить ферромагнитный порошок, приварить намагниченный порошок	Станок токарно-винторезный 1К62; устройство импульсного намагничивания; установка для электро-импульсной наплавки; комбинированный инструмент для отделочно-упрочняющей обработки
Слесарная	Удалить защитные вставки из шпоночного паза; зачистить заусенцы	Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А
Контрольная	Проверить размеры вала на соответствие ТУ	Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А
Консервация	Обработать вал консервационным маслом	Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А

С точки зрения энергетических затрат такая технология несёт в себе два источника экономии. Во-первых, она сама по себе требует меньших энергозатрат по сравнению с её аналогами. Во-вторых, она исключает из технологического процесса восстановления операцию шлифования с соответствующими затратами электроэнергии на её осуществление.

Освоение данной технологии малым ремонтным предприятием связано с определёнными финансовыми затратами [3]. Прежде всего необходимы единовременные затраты на модернизацию технологического оборудования.

Текущие затраты, составляющие основную долю в себестоимости, складываются из постоянных и переменных.

Постоянные затраты FC: заработная плата административного аппарата с соответствующими социальными отчислениями; амортизация оборудования и иных основных средств; прочие накладные расходы.

Удельные переменные затраты AVC, приходящиеся на единицу производства, то есть на восстановление одного вала: расходные материалы (присадочный материал, смазка и т. п.); электроэнергия на технологические нужды; заработная плата основных рабочих с соответствующими социальными отчислениями; управленческие затраты, связанные с поиском заказчика и оформлением заказа и т. п.

Прежде чем принимать решение об осуществлении инвестиционных затрат на освоение данной технологии, руководитель малого ремонтного предприятия должен, во-первых, установить цену предполагаемой услуги P, которая может быть равна уже установившейся при выполнении этой услуги прежней технологией. Новая цена может быть также рассчитана путём прибавления к удельным общим затратам, соответствующим новой технологии, требуемого уровня рентабельности.

Далее руководитель должен определить количество данных услуг, которое отвечает критерию безубыточности [4] по известной формуле:

$$Q = FC / (P - AVC). \quad (1)$$

И, наконец, необходимо оценить возможное количество заказываемых услуг, исходя из количества соответствующей техники, имеющейся в эксплуатации у территориально доступных потенциальных заказчиков. При этом потенциальными заказчиками должны считаться те, для кого данная инфраструктурная услуга будет более выгодной именно как сторонняя, а не выполняемая собственными силами, что определяется исходя из количества необходимых для заказчика подобных услуг с помощью соотношения, приведённого в формуле (1).

Выполненные расчеты показали, что уровень безубыточности восстановления валов с помощью указанной технологии равен 27 штукам, что значительно ниже оценки возможного спроса на данную услугу. Производственная мощность такой установки позволяет реализовать производственную программу, обеспечивающую достаточно высокий уровень рентабельности, который определится фактическим числом выполненных заказов.

Исходя из приведённых количественных оценок, можно судить также и о той экономии энергетических затрат, которая станет следствием использования малым ремонтным предприятием данной технологии.

Литература

1. Ягодин, Д.В. Роль региональной инфраструктуры в условиях кризиса [Текст] / Д.В. Ягодин // XIV Царскосельские чтения: Профессиональное образование: социально-культурные аспекты: материалы междунар. науч. конф., 20-21 апр. 2010 г. / под общ. ред. проф. В.Н. Скворцова. – Т. 11. – СПб.: ЛГУ имени А.С. Пушкина, 2010.

2. Горохова, М.Н. Нанесение металлопокрытий комбинированным способом обработки на детали с неопределенным химическим составом [Текст] // М.Н. Горохова, Е.А. Пучин, И.М. Соцкая. – Рязань: Изд-во РГАТУ, 2013. – 58 с.

3. Вашурина М.А. Намагничивание ферропорошков на детали с неопределенным химическим составом в условиях малых ремонтных предприятий [Электронный ресурс] / М.А. Вашурина, А.А. Горохов //

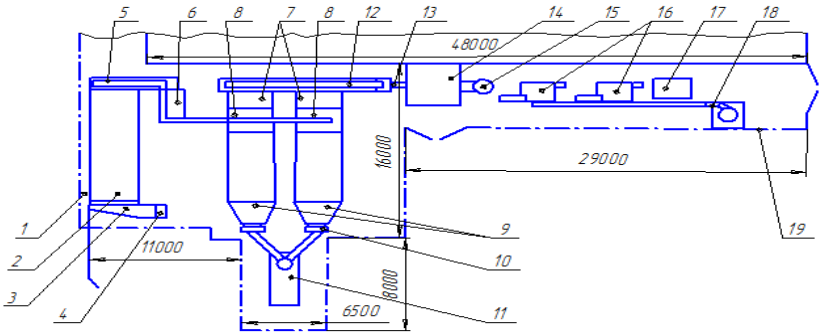
Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ. – 2013. – № 07(091).
4. Вашурина, М.А. Концепция безубыточности малых ремонтных предприятий / М.А. Вашурина [и др.]. – Ярославль, 2013. – 92 с.

УДК 631.171

СУШИЛКА С ДВУХКАРЕТОЧНЫМ УСТРОЙСТВОМ ОТСЕЧКИ В СОСТАВЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ПОТОЧНОЙ ЛИНИИ ДЛЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

И.А. Чеботарев, к.т.н. Л.В. Дианов
(ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», Ярославль, Россия)

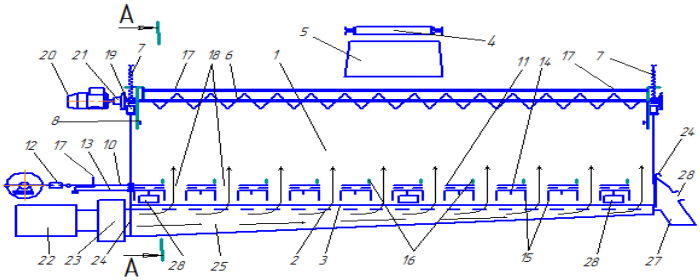
По энергосберегающей технологии поточная линия (рисунок 1) производит высококачественные семена всех полевых культур и сухой травяной корм с производительностью 1,5 т/ч по готовой продукции с июня по сентябрь [1].



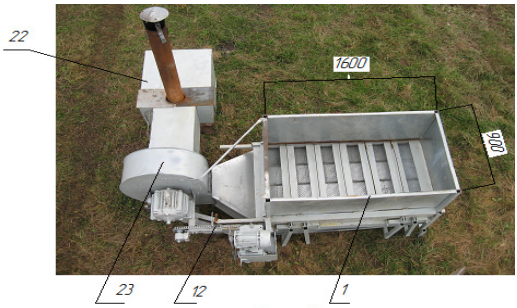
1 – пандус; 2 – приемное отделение; 3 – коллектор; 4 – вентилятор; 5 – лоток; 6 – машина ОВС – 25; 7 – сушильная камера; 8 – механизм загрузки; 9 – диффузор; 10 – вентилятор сушильной камеры; 11 – топка кирпичная; 12 – транспортер отгрузочный; 13 – нория; 14 – бункер высушенного материала; 15 – клеверотерка К-0,5; 16 – семяочистительные машины МС–4,5; 17 – блок триерный К–553; 18 – пневмотранспортер; 19 – контур здания.

Рисунок 1 – Схема поточной линии для производства сухого травяного корма и семян полевых культур

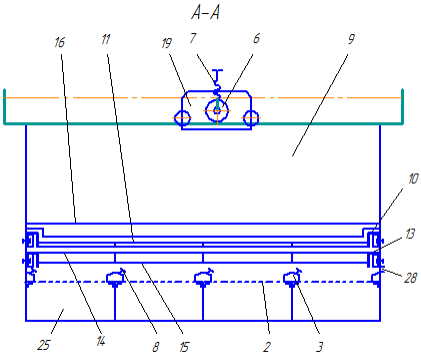
Основу поточной линии составляет модернизированная сушилка [2] с двухкареточным устройством отсечки (рисунок 2). Макет сушилки изготовлен в условиях крестьянского хозяйства «Чеботарево» Рыбинского района Ярославской области для проведения необходимых исследований.



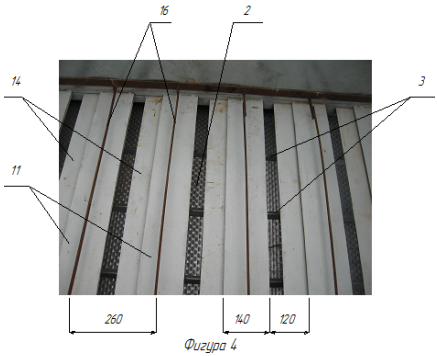
Фигура 1



Фигура 2



Фигура 3



Фигура 4

фиг. 1 и фиг. 2 – сушилка с двухкареточным устройством отсечки; фиг. 3 разрез по А – А; фиг. 4 двухкареточное устройство отсечки:

1 – камера; 2 – решетка воздухораспределительная; 3 – рассекатель; 4 –транспортер; 5 – лоток; 6 – шнек; 7 – механизм винтовой; 8 – датчик; 9 – материал сушки; 10 – каретка верхняя; 11 – ярус нижний; 12 – механизм движения; 13 – каретка нижняя; 14 – полка; 15 – разравниватель; 16 – скребок; 17 – механизм соединения; 18 – окно; 19 – конвейер; 20 – мотор-редуктор; 21 – муфта; 22 – топка; 23 – вентилятор; 24 – заслонка; 25 – канал; 26 – окно выгрузки; 27 – лоток; 28 – окно смотровое.

Рисунок 2 – Сушилка с двухкареточным устройством отсечки

Сушилка содержит камеру 1, днище из воздухораспределительных решеток 2 и рассекателей 3, транспортер 4 и лоток 5 для подачи исходного материала, реверсивный разравнивающий шнек 6 с механизмом 7 регулирования его по высоте и датчиками 8 уровня материала сушки 9. Между шнеком 6 и воздухораспределительными решетками 2 установлено устройство отсечки высушенного нижнего слоя. Оно включает верхнюю каретку 10 с двухъярусными полками 11, изготовленными из листовой стали толщиной 4 мм и шириной 140 мм. Нижний ярус полок 11 состоит из двух частей, образованных из стальных полос толщиной 4 мм и шириной 40 мм с продольными и поперечными симметричными промежутками в средней части яруса.

Нижняя каретка 13 имеет полки 14, изготовленные из листовой стали толщиной 4 мм и шириной 140 мм. С нижней стороны полок 14 установлены прутковые ворошители-разравниватели 15, изготовленные из стального прутка диаметром 6 мм [4].

В камере 1 над каждой двухъярусной полкой 11 неподвижно установлены скребки 16, изготовленные из стальной полосы толщиной 4 мм и высотой 20 мм.

Привод на нижнюю каретку 13 от верхней 10 включается механизмом 17, который обеспечивает их неподвижное соединение только в одном положении, когда нижние полки 14 заходят под верхние полки 11 и окна 18, между полками 11 и 14 двухкареточного устройства отсечки максимально открыты. Шнек 6 установлен на тележечном конвейере 19 и приводится от реверсивного мотор-редуктора 20 через муфту управления 21. Топочный блок 22 и вентилятор 23 служат для подачи сушильного агента через заслонки 24 по каналу 25 в камеру 1, которая имеет заслонку 24 окна 26 для выгрузки высушенного материала в лоток 27 со смотровым окном 28, которое закрывается прозрачным стеклом. Воздухораспределительная решетка адаптирована для работы в наших условиях и изготовлена по разработанным нами чертежам. Эта решетка обеспечивает успешную работу сушильной камеры.

Рабочий процесс сушки основан на противотоке: несыпучий или сыпучий влажный материалы движутся сверху из зоны влажного материала вниз в зону высохшего материала, а сушильный агент – снизу вверх из зоны сухого материала в зону влажного материала, нагревая материал и испаряя из него влагу, полностью насыщаясь ею. Такой режим работы самый энергосберегающий [3]. Материал сушки с любой исходной влажностью досушивается до кондиционной влажности за один пропуск на мягких температурных режимах, которые способствуют послеуборочному дозреванию семян с повышением их всхожести до 14%.

Результаты расчета по экономическому обоснованию внедрения новой сушильной камеры представлены в виде натуральных и стоимостных показателей экономической эффективности в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели экономической эффективности новой сушильной камеры

Показатели эффективности		
Удельный расход топлива на тонну готовой продукции	Ж, кг/т	70,42
	Г, $м^3$/т	81,54
Удельный расход энергии топлива на 1 кг испаренной влаги, МДж/кг		3,670
Удельный расход электроэнергии, кВт.ч/т		50,98
Удельная энергоемкость, МДж/т		5273,9
Удельная металлоемкость, кг/т/ч.		8714,28
Капитальные вложения в машины и оборудование, руб.		500000,00
Капитальные вложения в здания, сооружения и специальную строительную часть, руб.		500000,00
Стоимость валовой продукции, руб.		4470233,80
Чистый доход, руб.	Ж	1643245,00
	Г	2609531,30
Уровень рентабельности, %	Ж	58,12
	Г	140,24
Срок окупаемости, лет	Ж	0,30
	Г	0,19
Годовая экономия эксплуатационных издержек, руб.	Ж	4457854,10
	Г	1387783,00
Годовой экономический эффект, руб.	Ж	1643245,00
	Г	1943562,90

Исходя из данных таблицы 1, можно сделать вывод о том, что производство искусственно высушенных травяных кормов на напольной сушилке экономически выгодно как на жидком, так и на газообразном топливе. В нашей сушильной камере экономия энергии топлива на 1 килограмм испаренной воды, по сравнению с промышленными сушилками, составила 0,302 МДж. Прямые затраты энергии сократились в 4,02 раза, энергоемкость по затратам труда и рабочему времени снизилась в 1,85 раза. Коэффициент энергетической эффективности у нашей сушилки в 2,93 раза выше [1].

Прототип универсальной сушилки внедрен в хозяйствах КСП «Родина» и КСП «Клементьево» Угличского МР Ярославской области в поточных линиях для послеуборочной обработки урожая зерновых и зернобобовых культур. Сушилка постоянно совершенствуется, что подтверждается шестью патентами, патентообладателем которых является ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА».

По заявке № 2011150083 «Аэрожелоб с двухкареточным устройством отсечки для несыпучего и сыпучего материала» в 2013 году получен патент RU 2499215.

Выводы

Преимуществами сушилки являются: простота конструкции, безотказность в работе, высокая эффективность; получение высококачественного высушенного материала в любых погодных условиях; в 2…4 раза сокращено потребление энергии на сушку; увеличен срок эксплуатации сушилки с 8 до 20 лет.

Литература

1. Дианов, Л.В. Поточная линия на базе напольной сушилки с устройством отсечки нижнего высушенного слоя для обработки урожая семенной массы всех полевых культур и производства сухого травяного корма [Текст] / Л.В. Дианов, И.А. Чеботарев // Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции. – М., 2012. – С. 364–366.
2. Дианов, Л.В. Результаты сравнительного испытания сушильных камер имеющихразные устройства отсечки нижнего высушенного слоя [Текст] / Л.В. Дианов, И.А. Чеботарев // Вестник АПК Верхневолжъя. – 2012. – № 2. – С. 62–65.
3. Чеботарев, И.А. Разработка методики и программы исследования лабораторной установки по новой сушильной камере [Текст] / Л.В. Дианов, И.А. Чеботарев // Инновационные направления развития АПК и повышение конкурентоспособности предприятий, отраслей и комплексов – вклад молодых ученых : сб. науч. тр. / ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА». – Ярославль, 2012. – С. 36–40.
4. Чеботарев, И.А. Определение оптимальных параметров нового двухкареточного устройства отсечки универсальной сушильной камеры для сушки несыпучих и сыпучих материалов [Текст] / И.А. Чеботарев // Инновационные направления развития АПК и повышение конкурентоспособности предприятий, отраслей и комплексов – вклад молодых ученых: сб. науч. тр. / ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА». – Ярославль, 2013. – С. 46–50.

СОДЕРЖАНИЕ

Борисова М.Л. (ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», Ярославль, Россия) Энергосберегающий качающийся транспортер для перемещения сельскохозяйственной продукции 3

Возмилов А.Г., Андреев Л.Н., Дмитриев А.А. (ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», Тюмень, Россия) Двухступенчатый электрофильтр для очистки рециркуляционного воздуха в животноводстве 6

Возмилов А.Г., Андреев Л.Н., Дмитриев А.А., Смолин Н.И., Жеребцов Б.В. (ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», Тюмень, Россия) Устройство и методика расчета эффективности двухступенчатого мокрого электрофильтра при комплексной очистке рециркуляционного воздуха 11

Гаврилов А.Р. (ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», Ярославль, Россия) Универсальное приемное отделение поточной линии для обработки урожая полевых культур 19

Горохова М.Н. (ФГБОУ ВПО «Мордовский ГУ им. Н.П. Огарева», Саранск, Россия), **Горохов А.А.** (ФГБОУ ВПО РГАТУ, Рязань, Россия) Технологическая наследственность деталей после их предыдущей эксплуатации 23

Дмитренко В.П., Несиоловский О.Г. (ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», Ярославль, Россия) Повышение эффективности охлаждения наддувочного воздуха с целью улучшения экономических и экологических показателей автотракторных ДВС 30

Ключников А.С. (ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», Ярославль, Россия) Универсальная сушилка для пиломатериала древесины и продукции растениеводства 35

Несиоловский О.Г., Филинов Д.В. (ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», Ярославль, Россия) Перспективы использования электроприводов для различных систем ДВС 40

Соцкая И.М. (ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА») Перспективы применения техногенных отходов в производстве 46

Федоскина И.В., Горохов А.А. (ФГБОУ ВПО РГАТУ, Рязань, Россия), **Вашурина М.А.** (ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», Ярославль, Россия), **Горохова М.Н.** (ФГБОУ ВПО «Мордовский ГУ им. Н.П. Огарева», Саранск, Россия) Энергосбережение на основе использования передовой технологии и критерия безубыточности в деятельности малых инфраструктурных предприятий 50

Чеботарев И.А., Дианов Л.В. (ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», Ярославль, Россия) Сушилка с двухкареточным устройством отсечки в составе универсальной поточной линии для послеуборочной обработки продукции растениеводства 54

Научное издание

С Б О Р Н И К
Н А У Ч Н Ы Х Т Р У Д О В
ПО МАТЕРИАЛАМ ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

«ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

20–21 ноября 2013 г.

Начальник редакционно-издательского отдела Е.А. Богословская
Технический редактор Е.И. Кудрявцева
Художественный редактор Т.Н. Волкова
Редактор Е.А. Богословская

Подписано в печать 18.04.2014 г.
Формат 60 × 84 $^{1}/_{16}$. Бумага офсетная. Печать ризографическая.
Усл. печ. л. 3,75. Тираж 500 экз. Заказ № 17.

Издательство ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА».
150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58.

Отпечатано в типографии
ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА».
150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58.

ISBN 978-5-98914-130-2

9 785989 141302