

УДК 631.363.2

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

ПРИМЕНЕНИЕ ОЗОНА ПРИ ГРАНУЛИРОВАНИИ КОМБИКОРМОВ С ПРЕДЛОЖЕНИЕМ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ПЕРСОНАЛА

Липкович Игорь Эдуардович
доктор технических наук, доцент
РИНЦ: SPIN-код: 1176-1210
LipkovichIgor@mail.ru

*Азово-Черноморский инженерный институт
ФГБОУ ВО Донской ГАУ в г. Зернограде,
г. Зерноград, Ростовская область, Россия*

Головинов Валентин Васильевич
кандидат технических наук, доцент
РИНЦ: SPIN-код: 6434-0211
vaco@mail.ru

*Азово-Черноморский инженерный институт
ФГБОУ ВО Донской ГАУ в г. Зернограде,
г. Зерноград, Ростовская область, Россия*

Мартынов Александр Петрович
кандидат технических наук, доцент
РИНЦ: SPIN-код: 6428-3956
alpmart@mail.ru

*Азово-Черноморский инженерный институт
ФГБОУ ВО Донской ГАУ в г. Зернограде,
г. Зерноград, Ростовская область, Россия*

Егорова Ирина Викторовна
кандидат технических наук
РИНЦ: SPIN-код: 1003-8910
OrishenkoIrina@mail.ru

*Азово-Черноморский инженерный институт
ФГБОУ ВО Донской ГАУ в г. Зернограде, г.
Зерноград, Ростовская область, Россия*

Петренко Надежда Владимировна
кандидат технических наук, доцент
РИНЦ: SPIN-код: 5942-7170

*Азово-Черноморский инженерный институт
ФГБОУ ВО Донской ГАУ, в г. Зернограде, г.
Зерноград, Ростовская область, Россия*

При крупномасштабном производстве муки и зерновых продуктов образуется большое количество товарных отходов, особенно отрубей. Для получения высококачественной муки из семян твердых сортов зерно перед помолом необходимо переувлажнить, что приводит к увеличению содержания влаги в отрубях. Многочисленными исследованиями и практической работой установлено, что наиболее продуктивным и безопасным методом обеззараживания кормовых

UDC 631.363.2

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

APPLICATION OF OZONE IN COMPOUND FEED PELLETTING WITH PROPOSAL OF SAFETY MEASURES FOR PERSONNEL

Lipkovich Igor Eduardovich
Doctor of Technical Sciences, assistant professor
RSCI SPIN-code: 1176-1210
LipkovichIgor@mail.ru

*The Azov-Black Sea Engineering Institute FSBE HE
«Don State Agrarian University», in Zernograd,
Zernograd, Rostov region, Russia*

Golovinov Valentin Vasilyevich
Candidate of Technical Sciences, assistant professor
RSCI SPIN-code: 6434-0211
vaco@mail.ru

*The Azov-Black Sea Engineering Institute FSBE HE
«Don State Agrarian University», in Zernograd,
Zernograd, Rostov region, Russia*

Martynov Alexander Petrovich
Candidate of Technical Sciences, assistant professor
RSCI SPIN-code: 6428-3956
alpmart@mail.ru

*The Azov-Black Sea Engineering Institute FSBE HE
«Don State Agrarian University», in Zernograd,
Zernograd, Rostov region, Russia*

Egorova Irina Victorovna
Candidate of Technical Sciences
RSCI SPIN-code: 1003-8910
OrishenkoIrina@mail.ru

*The Azov-Black Sea Engineering Institute FSBE HE
«Don State Agrarian University», in Zernograd,
Zernograd, Rostov region, Russia*

Petrenko Nadezhda Vladimirovna
Candidate of Technical Sciences, assistant professor
RSCI SPIN-code: 5942-7170

*The Azov-Black Sea Engineering Institute FSBE HE
«Don State Agrarian University», in Zernograd,
Zernograd, Rostov region, Russia*

Large-scale production of flour and grain products generates large amounts of commercial waste, especially bran. To obtain high-quality flour from durum seeds, the grain must be over-moistened before grinding, which leads to an increase in the moisture content in the bran. Numerous studies and practical work have established that the most productive and safe method of disinfecting feed substances is ozonation, which combines chemical and electrophysical effects, and chemical reagents are

субстанций является озонирование, при котором сочетаются химическое и электрофизическое воздействия, а химические реагенты получают непосредственно на месте обработки. Для улучшения качества и продления срока хранения гранулированных комбикормов предлагаются технологические линии озонирования. Сушка в озонозооной среде улучшает показатели качества гранулированных комбикормов, предотвращает процессы самосогревания, обеспечивает состояние глубокого покоя при хранении, достигает стерилизующего эффекта и сохраняет содержание сухого вещества. Озонирование является экологически чистым процессом и, в отличие от химикатов, используемых сегодня в сельском хозяйстве, не загрязняет окружающую среду. При использовании озонаторов необходимо соблюдать меры предосторожности. При внедрении в практику предлагаемой линии гранулирования комбикормов с использованием озонозооных смесей можно повысить прочность гранулированного продукта при сушке, снизить энергозатраты на процесс удаления влаги, улучшить качество получаемого продукта и значительно увеличить срок его хранения

Ключевые слова: ГРАНУЛИРОВАНИЕ КОМБИКОРМА, ПРЕСС-ГРАНУЛЯТОР, ОЗОНОВОЗДУШНАЯ СМЕСЬ, ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ, БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА, ОПАСНОСТЬ, СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ, ПЕРСОНАЛ, МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ, ВРЕДНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-197-011>

obtained directly at the processing site. To improve the quality and extend the shelf life of granulated feed, ozonation technological lines are offered. Drying in an ozone-air environment improves the quality of granulated feed, prevents self-heating processes, ensures a state of deep rest during storage, achieves a sterilizing effect and preserves the dry matter content. Ozonation is an environmentally friendly process and, unlike chemicals used today in agriculture, does not pollute the environment. When using ozonizers, precautions must be taken. When putting into practice the proposed feed granulation line using ozone mixtures, it is possible to increase the strength of the granulated product during drying, reduce energy costs for the moisture removal process, improve the quality of the resulting product and significantly increase its shelf life

Keywords: FEED GRANULATION, PRESS GRANULATOR, OZONE-AIR MIXTURE, ELECTROPHYSICAL IMPACT, OCCUPATIONAL SAFETY, DANGER, PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT, PERSONNEL, SAFETY MEASURES, HARMFUL EFFECTS

Крупнотоннажное производство мукомольной и крупяной продукции производит большие объёмы отходов, которые обладают товарными свойствами, прежде всего – это отруби. Формируемые на перерабатывающих предприятиях такие отходы не находят быстрой реализации, что приводит к их длительному хранению на складах или крытых площадках. При получении пшеничной муки высокого качества из твёрдых сортов часто приходится прибегать к переувлажнению зерна перед помолом, что в итоге ведёт к росту влажности отрубей до 18%. Такой высокий процент влажности делает невозможным длительное хранение отрубей, т. к. уже при температуре окружающего воздуха более +20⁰С активизируются биологические процессы инфицирования с накоплением ядовитых микотоксинов, что делает

<http://ej.kubagro.ru/2024/03/pdf/11.pdf>

отруби непригодными для какого-либо дальнейшего использования. Кроме того, повышенная влажность (более 70%) ускоряет эти процессы, что требует принятия дополнительных мер по сохранности отрубей.

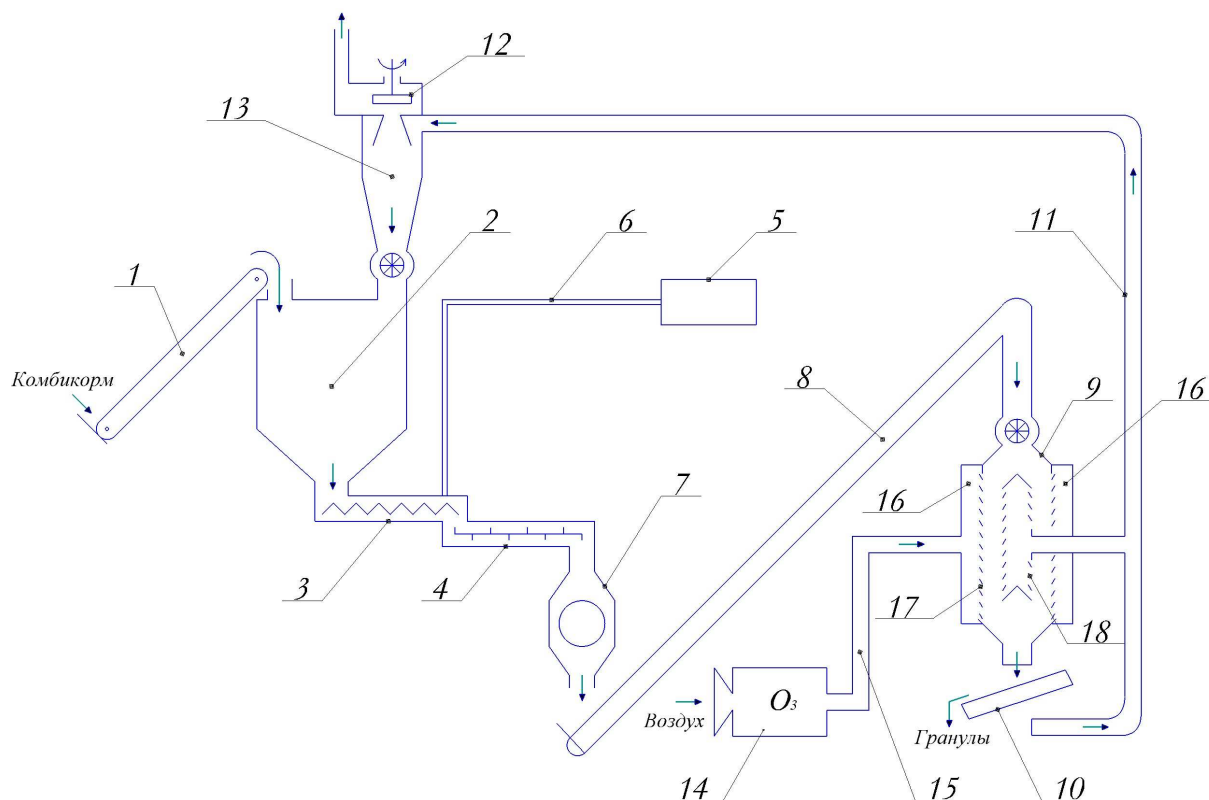
Чаще всего на мукомольных предприятиях отруби гранулируют, добываясь при этом влажности ниже 14%, тем самым увеличивая сроки их хранения [1]. Одновременно предприятия решают проблему компактного хранения отрубей в гранулированном виде. Но эффективный процесс гранулирования обеспечивается за счёт использования острого высокотемпературного пара, который способствует лучшему формированию и уплотнению гранул, повышая их устойчивость к погрузочно-разгрузочным операциям. Гранулированные отруби далее идут на производство комбикорма или могут непосредственно скармливаться животным.

Недостатком существующих линий гранулирования является низкая эффективность работы колонны охлаждения гранул при высоких температурах и влажности окружающей воздушной среды (более 70...75%), вследствие чего на выходе линии гранулы имеют повышенную влажность, что недопустимо для обеспечения длительного хранения и поэтому приходится увеличивать энергозатраты на аспирацию или снижать производительность пресс-гранулятора. Данная проблема стоит остро для перерабатывающих предприятий южных регионов России и в холодные периоды года, когда на используемом оборудовании также нельзя снизить влажность гранул до 14%.

Многочисленными исследованиями и практическими работами установлено, что самым продуктивным и безопасным способом обеззараживания кормовых субстанций является озонирование, при сочетании химического и электрофизического воздействия и получении химических реагентов непосредственно на месте обработки [2, 3]. Кроме того, при проведении озонирования будет иметь место эффект сушки обрабатываемого материала [4, 5], что также позволит увеличить время хранения.

Для повышения качества гранулированного комбикорма и увеличения срока его хранения может быть предложена технологическая линия с озонированием [4, 6], схема которой показана на рисунке 1.

Линия для производства гранулированного комбикорма технологически работает следующим образом. Исходный продукт, а именно – подготовленный для гранулирования комбикорм в рассыпном виде с помощью шнекового транспортера 1 подается в приемный бункер 2, который необходим для обеспечения равномерной подачи исходного продукта на гранулирование. Из приемного бункера 2 продукт равномерно подается в дозатор 3, а затем в смеситель 4. На конечном участке дозатора 3 перед входом в смеситель 4 осуществляется подача пара от парогенератора 5 через паропровод 6. Подаваемый пар обеспечивает увлажнение до влажности, необходимой для гранулирования, и продукт интенсивно перемешивается в смесителе 4 (также пар способствует получению прочных гранул при наличии в исходном продукте целлюлозосодержащих компонентов). Из смесителя 4 увлажненный продукт выводится в пресс-гранулятор 7, откуда горячие гранулы поступают на ленточный транспортер 8, который транспортирует их в верхнюю часть колонны охлаждения гранул 9. Генератор озона 14 вырабатывает озонозодушную смесь и с помощью воздуховода для озонированного воздуха 15 подается в камеру для озоносодержащего воздуха 16.



1 – шнековый транспортер; 2 – приемный бункер; 3 – дозатор; 4 – смеситель; 5 – парогенератор; 6 – паропровод; 7 – пресс-гранулятор; 8 – ленточный транспортёр; 9 – колонны охлаждения гранул; 10 – просеивающая машина; 11 – воздуховод аспирации; 12 – вентилятор аспирации; 13 – циклон-осадитель; 14 – генератор озона; 15 – воздуховод для озонированного воздуха; 16 – камера для озоносодержащего воздуха; 17 – входные воздухозаборные щелевые решетки; 18 – выходные воздухозаборные щелевые решетки

Рисунок 1 – Линия гранулирования отрубей

Работа вентилятора аспирации 12 через воздуховод аспирации 11 формирует поток озоносодержащего воздуха через сгранулированный продукт в колонне охлаждения гранул 9, при этом обеспечивается герметичная подача озонозодержащей смеси к продукту без потерь.

Озонозодержащая смесь, проходя через входные воздухозаборные щелевые решетки 17 колонны охлаждения гранул 9 не только охлаждает про-

дукт, но и способствует более высокой скорости снижения влажности, что позволяет снизить удельные затраты на сушку. В процессе охлаждения и сушки озонозоооздушной смесью происходят физико-химические изменения, в результате которых гранулы приобретают необходимую твердость, температуру и влажность.

Сушка в озонозоооздушной среде улучшает показатели качества гранулированных комбикормов, предотвращает процессы самосогревания, обеспечивает состояние глубокого покоя при хранении, достигает бактерицидного эффекта и сохраняет содержание сухого вещества.

Используемый в технологической линии генератор озона ОЗ должен иметь возможность вырабатывать озонозоооздушную смесь с концентрацией озона не менее 8...10 мг/м³ [3, 5].

Пройдя через сгранулированный продукт в колонне охлаждения гранул 9, отработанная озонозоооздушная смесь выводится в выходные воздухозаборные щелевые решетки 18, через которые озонозоооздушная смесь поступает по воздуховоду аспирации 11 к циклону-осадителю 13 и выводится в окружающую среду вентилятором аспирации 12 за пределы технологической линии для обеспечения безопасности работы обслуживающего персонала.

Далее из колонны охлаждения гранул 9, по мере её наполнения, гранулы поступают на сортировку просеивающей машиной 10, где отделяются от крошки. Крошка по воздуховоду аспирации 11 через циклон-осадитель 13 и при помощи вентилятора аспирации 12 отводится в приемный бункер 2, а затем поступает на повторное гранулирование.

Применение озона при гранулировании пшеничных отрубей и зерноотходов на крупном перерабатывающем предприятии в г. Зернограде Ростовской области позволило снизить влажность до требуемых значений (менее 14%) и повысить сроки хранения больших объёмов на складе без снижения качества.

Озонирование – это экологически чистый процесс, не загрязняющих природную среду, в отличие от химикатов, используемых сегодня в сельском хозяйстве.

Озонирование, имеющее много преимуществ имеет также и недостатки. При использовании озона происходит разложения его остатков. В России этот газ относится к первому (высшему) классу токсичных веществ. Порог запаха для этого газа составляет 0,01-0,05 мг/м³. Если допустимая концентрация выброса превышает 3,3 мкг/м³ [8], то выброс этого газа в атмосферу запрещен. Предельно допустимая среднесуточная концентрация озона в воздухе не должна превышать 0,03 мг/м³, а максимальное разовое воздействие – 0,16 мг/м³. Поэтому озонаторные установки должны быть оснащены замкнутыми контурами и специальным оборудованием для уничтожения.

При эксплуатации озонаторной установки на линии гранулирования необходимо руководствоваться требованиями «Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» [5], а также следующими рекомендациями:

1. При использовании озонатора необходимо соблюдать меры безопасности, т.к. газ озон (O₃) очень опасен для здоровья. Следует не допускать возможной утечки озона из колонны охлаждения гранул, в стыках и соединительных узлах воздуховодов для озонированного воздуха и аспирации.

Озонаторное оборудование должно соответствовать ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» в течение всего срока эксплуатации.

2. Перед включением и периодически при работе необходимо контролировать наличие и целостности заземления озонатора согласно ГОСТ 31829-2012 «Оборудование озонаторное. Требования безопасности».

3. Запрещается включать озонатор со снятыми элементами корпуса.

4. Во время работы озонатора и по истечении 40 минут с момента его отключения не допускается разборка и съём элементов камеры для озоносодержащего воздуха колонны охлаждения гранул.

5. В процессе хранения и эксплуатации озонатора не допускается попадание внутрь его воды, различных растворов и предметов.

6. При окончании работы линии гранулирования следует отключать сначала озонаторную установку, а после через 5-7 минут – вытяжной вентилятор системы аспирации.

7. Не допускается работа озонаторной установки без включённого вытяжного вентилятора системы аспирации. Вентиляция - важное средство обеспечения нормальных санитарных и климатических условий в производственных помещениях с озонаторной установкой. При проектировании системы аэрации следует использовать в сочетании с локальными механическими вытяжными системами, так как чаще всего утечки озона возможны в местах отбора проб.

В помещениях, в которых могут возникать опасные концентрации озона, должны быть установлены общеобменная вентиляция с шестикратным воздухообменом в час и аварийная с дополнительным также шестикратным воздухообменом. Вытяжная установка должна иметь резервный вентилятор, заблокированный с рабочим. Воздух удаляется в объеме 80% из нижней и 20% из верхней зоны; приточный воздух необходимо подавать в верхнюю зону.

В озонаторной должны быть предусмотрены индивидуальные средства защиты: фильтрующий противогаз, защитные перчатки из полиэфирных пластиков, полихлорвинила или полиэтилена. Одежда рабочего персонала должна быть удобной, без свисающих концов и тесёмок, все пуговицы куртки должны быть застегнуты.

Ремонт генераторов озона и озоновых коммуникаторов следует проводить после продувки воздухом в течение 30 минут для удаления остат-

ков озона.

Не менее опасны выбросы озона в атмосферу, возникающие в результате неполного использования озона в абсорбционных аппаратах, которые могут составлять от 10 до 25% количества синтезированного озона. Для предупреждения загрязнения окружающей среды озоном на станциях водоочистки должны быть предусмотрены рекуперация остаточного озона, термическая дегазация, разбавление газовых выбросов воздухом, хемосорбция и адсорбция озона на пористых поглотителях, каталитическое разложение

Технические помещения должны отвечать определенным требованиям:

- озонатор должен быть установлен в отдельном помещении с запирающейся стальной дверью;

- помещение, в котором установлен озонатор, не должно быть зоной, где в любое время находятся люди. Если это требование невыполнимо, необходимо обеспечить, чтобы концентрация озона в помещении не превышала контрольного значения. Это обеспечивается тем, что концентрация озона не превышает 0,2 мг/м³ или тем, что установка отключается в случае возможного выделения озона;

- сигнальные устройства (сирена, сигнальная лампа и кнопка аварийной остановки входят в комплект поставки) должны быть установлены в любом помещении, куда может попасть озон в случае возникновения опасности;

- сигнализатор должен быть выключен в установке и при необходимости включаться для вентиляции. Критическая концентрация на сигнальном устройстве должна составлять 1,0 мг/м³;

- необходимо избегать попадания раздражающих газов в помещение;

- температура в помещении <35 °С;

- относительная влажность воздуха в помещении <60 %;

- озонатор должен быть расположен таким образом, чтобы все компоненты были легко доступны для ремонта и обслуживания;

- стены должны быть выполнены из прочных материалов (предпочтительно керамической плитки или других материалов, облегчающих влажную уборку), которые могут надежно закрепить компоненты системы и трубопроводы;

- полы в помещении должны быть выполнены из прочных материалов, способных надежно закрепить компоненты системы и трубопроводы (следует использовать керамическую плитку или специальные напольные материалы);

- в помещении должен быть предусмотрен технический приямок с погружным насосом для отвода воды в ливневую канализацию или на полу должен быть предусмотрен слив в ливневую канализацию;

- предусмотреть в помещении водоснабжение от магистрали холодной воды с фильтром грубой очистки и запорной арматурой;

- предусмотреть в помещении насосную станцию;

- обеспечить достаточное освещение в помещении;

- обеспечить в помещении раковину для мытья рук с подачей холодной и горячей воды.

Кроме того, помещение должно соответствовать "озоновым нормам". Помещение должно быть промаркировано надписями "Озонаторная", "Установка", "Вход только уполномоченному персоналу", "Внимание! ", "Яд", "Огнеопасно!" и т. д. должны быть промаркированы.

Кроме того, следует соблюдать определённые правила техники безопасности и выполнять противопожарные мероприятия при обслуживании электромеханического оборудования на грануляторном участке. Персонал должен обладать достаточной технической квалификацией и соответствовать следующим требованиям:

- меры безопасности при работе на озонаторной установке, знать устройство и правила технического обслуживания машин на рабочем участке;
- проводить техническое обслуживание и устранение неисправностей только после отключения электродвигателя от сети;
- при использовании моющих и дезинфицирующих средств пользоваться резиновыми перчатками, сапогами и прорезиненными фартуками;
- запрещается использовать в качестве контура заземления водопроводную сеть;
- около работающего оборудования линии гранулирования не допускать появления влажного или скользкого пола.

В заключении можно сделать вывод, что практическое использование предлагаемой линии гранулирования комбикорма с использованием озонозовоздушной смеси позволит повысить интенсивность сушки продуктов гранулирования, снизить удельные энергозатраты на процесс удаления влаги, улучшить качество получаемого продукта, значительно увеличить срок хранения, при этом построение схемы аспирации в линии обеспечивает безопасность обслуживающего персонала от вредного воздействия озонозовоздушной смеси.

Литература

1. ГОСТ 7169-2017. Отруби пшеничные. Технические условия. – М.: Стандартинформ. – 2018. – 8 с.
2. Озеров И.Н., Гуляев П.В., Гуляева Т.В., Дерипаскин П.С., Охотникова Ю.С. Система обеззараживания сухих комбинированных кормов для птичников // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 95 (01). – С. 74–84. – <http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/10.pdf>.
3. Нормов Д.А. Озон в отраслях АПК // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сб. науч. тр. – Краснодар: КубГАУ, 2002. – С. 86-89.
4. Патент РФ № 183637. Устройство для гранулирования комбикорма / Головинов В.В. и др. По заявке № 2018110905. Оpubл. 28.09.2018. Бюл. № 28.
5. Приказ Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н «Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».

6. Применение процесса озонирования в сельском хозяйстве / Баскаков И.В., Оробинский В.И., Тарасенко А.П., Чернышов А.В., Чернова О.В. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2016. № 3 (50). С. 120-126.

7. Горский И.В. Обработка семян пшеницы озонированным воздухом: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.02 / И.В. Горский. – Москва, 2004. – 202 с.

8. Ткаченко С.Н. Гомогенное и гетерогенное разложение озона: дис. ... д-ра хим. наук: 02.00.04 / С.Н. Ткаченко. – Москва, 2004. – 398 с.

References

1. GOST 7169-2017. Otrubi pshenichnye. Tehnicheskie uslovija. – М.: Standartinform. – 2018. – 8 с.

2. Ozerov I.N., Guljaev P.V., Guljaeva T.V., Deripaskin P.S., Ohotnikova Ju.S. Sistema obezzarazhivaniya suhix kombinirovannyh kormov dlja ptichnikov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo ag-rarnogo universiteta. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – № 95 (01). – S. 74–84. – <http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/10.pdf>.

3. Normov D.A. Ozon v otrasljah APK // Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: sb. nauch. tr. – Krasnodar: KubGAU, 2002. – S. 86-89.

4. Patent RF № 183637. Ustrojstvo dlja granulirovaniya kombikorma / Golovinov V.V. i dr. Po zjavke № 2018110905. Opubl. 28.09.2018. Bjul. № 28.

5. Prikaz Ministerstvo truda i social'noj zashhity Rossijskoj Federacii ot 15 dekabnja 2020 g. № 903n «Ob utverzhdenii pravil po ohrane truda pri jekspluatácii jelektroustanovok».

6. Применение процесса озонирования в sel'skom hozjajstve / Baskakov I.V., Orobinskij V.I., Tarasenko A.P., Chernyshov A.V., Chernova O.V. // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 3 (50). S. 120-126.

7. Gorskij I.V. Obrabotka semjan pshenicy ozonirovannym vozduhom: dis. ... kand. tehn. nauk: 05.20.02 / I.V. Gorskij. – Moskva, 2004. – 202 с.

8. Tkachenko S.N. Gomogennoe i geterogennoe razlozhenie ozona: dis. ... d-ra him. nauk: 02.00.04 / S.N. Tkachenko. – Moskva, 2004. – 398 с.