

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра сельскохозяйственных машин

А. К. Дубовский, Я. У. Яроцкий, А. Н. Чайчиц

ЗЕРНОСУШИЛКИ

Методические указания к лабораторной работе для студентов, обучающихся по специальностям 1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства, 1-74 06 06 Материально-техническое обеспечение АПК, 1-74 02 01 Агронмия

Горки
БГСХА
2016

УДК 631.362:633.1

*Рекомендовано методической комиссией
факультета механизации сельского хозяйства.
Протокол № 7 от 22 марта 2016 г.*

Авторы:

кандидат технических наук, доцент *А. К. Дубовский*;
кандидат технических наук, доцент *Я. У. Яроцкий*;
кандидат технических наук, доцент *А. Н. Чайчиц*

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент *О. П. Лабурдов*

Зерносушилки : методические указания к лабораторной работе /
А. К. Дубовский, Я. У. Яроцкий, А. Н. Чайчиц. – Горки : БГСХА,
2016. – 28 с.

Описаны общее устройство и рабочий процесс шахтных и колонковых зерносушилок. Даны рекомендации по настройке зерносушилок на заданный режим работы.

Для студентов, обучающихся по специальностям 1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства, 1-74 06 06 Материально-техническое обеспечение АПК, 1-74 02 01 Агрономия.

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2016

ВВЕДЕНИЕ

Влажность – важнейший показатель качества семян и зерна. От содержания воды в зерне зависит его пищевая и кормовая ценность, стойкость при хранении, рентабельность перевозок, технология переработки. Стандартами установлены четыре состояния зерна по влажности: сухое, средней сухости, влажное и сырое (прил. 1).

Влажность зерна в период уборки колеблется в больших пределах и зависит от культуры, сорта, сроков уборки, погодных условий. Средняя влажность зерна озимой ржи и пшеницы в период уборки для нашей зоны составляет 15,5...22,0 %; овса – 16,0...20,5; ячменя – 16,0...21,0; гороха – 17,5...24,0 %.

На длительное хранение необходимо засыпать зерно сухое или средней сухости (кондиционной влажности), в котором жизнедеятельность и дыхание самого зерна почти останавливается, прекращается развитие вредителей и микроорганизмов. Поэтому для сохранности зерна необходимо его влажность снижать и доводить до кондиционной.

Процесс удаления влаги из зерна называется сушкой. К сушке зерна предъявляются очень высокие требования, исключаящие любую возможность ухудшения его качества. Эти требования предусматривают не только полное сохранение природных достоинств зерна, но и улучшение его семенных качеств, уничтожение вредителей, увеличение выхода муки и крупы высоких сортов, сокращение сроков послеуборочного дозревания зерна, облегчение последующих процессов очистки и сортировки.

В настоящее время в хозяйствах республики в основном применяется искусственная тепловая сушка в сушилках с конвективным способом передачи тепла. Современные зерносушилки автоматизированы, надежны в работе, просты и безопасны в обслуживании, универсальны и при умелом и правильном их использовании способны сушить зерно до кондиционной влажности с полным сохранением в зависимости от назначения, семенных, продовольственных и технологических его достоинств.

1. ЗАДАНИЕ К РАБОТЕ

1. Изучить общее устройство и рабочий процесс шахтных зерносушилок.

2. Изучить общее устройство и рабочий процесс зерносушилок шахтной М-819 и колонковой СЗК-20.

3. Изучить регулировки зерносушилок и освоить методику настройки их на заданный режим работы.

2. ШАХТНЫЕ ЗЕРНОСУШИЛКИ

2.1. Общее устройство и рабочий процесс

Шахтные зерносушилки предназначены для сушки зерна различных культур с начальной влажностью до 30 % и содержанием соломистых примесей не более 0,2...0,5 %, наиболее удобны в эксплуатации, просты по конструкции и нашли широкое применение в практике.

Наибольшее распространение получили шахтные конвективные зерносушилки ДСП-32, ДСП-24, СЗШ-16, работающие на смеси топочных газов с воздухом, а также СЗШ-16Р, М-819, М-824, СЗШ-20, СЗШМ-30, СЗШ-40М, работающие на чистом нагретом воздухе.

Шахтная сушилка (рис. 1) состоит из топки 1, сушильно-охладительных шахт 2, вентиляторов 3, нории 4, выпускных устройств 5, надсушильного 6 и подсушильного 7 бункеров.

Топка служит для образования теплоносителя. На различных конструкциях сушилок топки могут работать на жидком, твердом или газообразном топливе. Наибольшее распространение на современных зерносушилках получили топки, работающие на жидком топливе. Для сушилок, работающих на смеси топочных газов с воздухом, применяют только светлые малосернистые виды жидкого топлива (дизельное топливо, керосин, соляровое масло). Мазут используется только для нагрева воздуха в калориферах.

Вместо топок к сушилкам могут подключаться тепловентиляционные агрегаты ВПТ-400, ТАУ-1,5 и др. Они позволяют получать теплоноситель как в виде смеси топочных газов и атмосферного воздуха, так и в виде нагретого воздуха. Работают агрегаты на тракторном или техническом керосине.

Сушильно-охладительные шахты состоят из сушильных и охлаждательных камер, аналогичных по устройству. На сушилке СЗШ-16

охлаждающая камера выполнена отдельно в виде колонки, которая встроена и работает аналогично бункеру активного вентилирования.

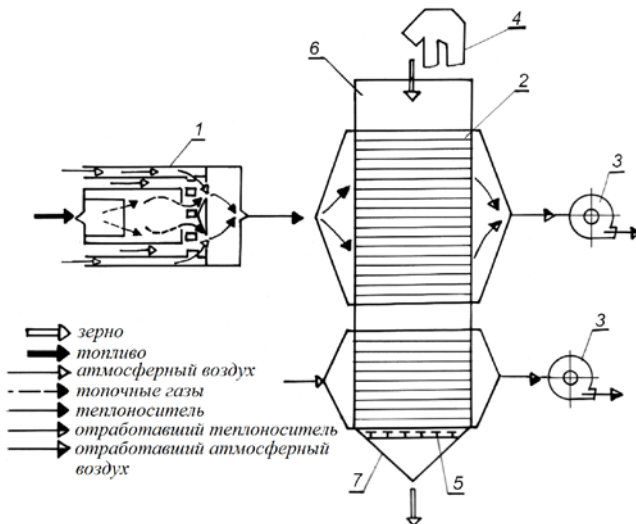


Рис. 1. Принципиальная схема работы шахтной зерносушилки: 1 – топка; 2 – сушильно-охлаждающая шахта; 3 – вентилятор; 4 – нория; 5 – выпускное устройство; 6, 7 – надсушильный и подсушильный бункеры

Внутри шахт установлены короба, подводящие и отводящие теплоноситель. Короб представляет собой канал с открытой нижней и одной из торцовых сторон (рис. 2, а). Подводящие короба 1 открыты со стороны входа теплоносителя и заглушены со стороны его выхода из шахты. Отводящие короба 2, наоборот, закрыты со стороны входа и открыты со стороны выхода теплоносителя. Для лучшего перемешивания зерна, во избежание его перегрева, у стенок шахт устанавливают полукороба 3. Стенки отводящих коробов с внутренней стороны покрываются антикоррозийным лаком, так как на них может конденсироваться водяной пар. Число подводящих и отводящих коробов одинаковое, и чередуются они между собой рядами или через один в каждом ряду (рис. 2, б; 2, в).

При заполнении шахты зерно располагается слоями в промежутках между коробами, расстояние между которыми определяет толщину каждого слоя. В современных сушилках это расстояние принимают

равным 100...200 мм. Под нижней открытой стороной короба зерно располагается под углом естественного откоса. Загружается зерно в шахты норией 4 (см. рис. 1).

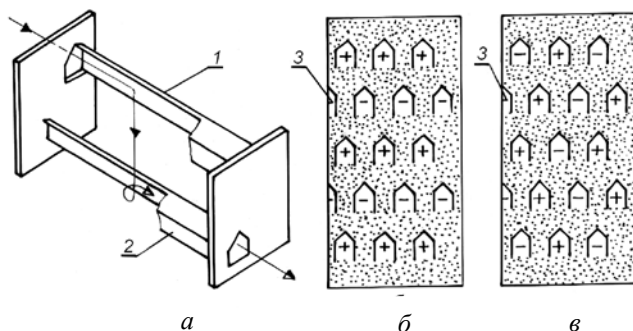


Рис. 2. Конструкция шахты зерносушилки: *a* – устройство коробов; *б, в* – схемы расположения коробов; 1, (+) – подводящий короб; 2, (-) – отводящий короб; 3 – полукороб

В процессе работы шахтной сушилки теплоноситель от топки 1 (см. рис. 1) поступает с одной стороны шахты 2 в сушильную камеру через подводящие короба. Проходит через слой зерна, нагревает его, отнимает влагу и выводится вентилятором 3 с противоположной стороны шахты через отводящие короба. В охладительной камере таким же образом движется атмосферный воздух, охлаждая зерно.

Для вывода отработавших теплоносителя и атмосферного воздуха из сушильной и охладительной шахт применяются центробежные вентиляторы низкого (до 1 КПа) и среднего (1...3 КПа) давлений с подачей воздуха 80...190 тыс. м³/ч. Вентиляторы, как правило, работают на всасывание, обеспечивая тем самым более равномерное распределение теплоносителя по высоте шахты.

Для выгрузки зерна и регулирования пропускной способности шахтных зерносушилок под охладительными секциями в подсушильном бункере 7 (см. рис. 1) устанавливают выпускные устройства 5, которые могут быть непрерывного, периодического и комбинированного действия.

2.2. Шахтная зерносушилка М-819

Назначение. Шахтная зерносушилка М-819 непрерывного действия используется в очистительно-сушильных комплексах для сушки продовольственного, семенного и фуражного зерна с начальной влажностью до 30 %.

Перед сушкой обязательно производят предварительную очистку зернового материала на машинах МПО-50. Чистота должна быть не ниже 94 %. Наличие соломы и других примесей длиной более 50 мм в зерне не должно превышать 0,2 %.

Производительность сушилки М-819 на сушке зерна пшеницы, ячменя, овса продовольственного и кормового назначения при снижении влажности зерна с 20 до 14 % равна 20 пл. т/ч. Для расчетов производительности сушилки при сушке зерна других культур применяют переводные коэффициенты (прил. 2).

При сушке семенного зерна производительность сушилки для всех культур дополнительно умножают на коэффициент 0,5.

Для повышения производительности и обеспечения поточности сушки высоковлажного зерна сушилку М-819 можно переоборудовать на рециркуляционный режим работы.

Краткая характеристика

Тип	Стационарная
Производительность, т/ч (при сушке пшеницы на продовольственные цели и снижении влажности с 20 до 14 %)	20
Установленная мощность, кВт	90
Расход топлива, кг/ч	160
Габаритные размеры, мм (не более):	
- длина	15250
- ширина	8000
- высота	14670
Обслуживающий персонал, чел.	1

Устройство. Сушилка состоит из топки 1, дымовой трубы 2, сушильной колонны 3, нории 4 (рис. 3) и пульта управления.

Топка в сушилке М-819 работает на жидком топливе и выполнена в виде цилиндра, внутри которого находится камера сгорания и теплообменник. В передней части топки расположена горелка с отдельной коробкой управления. Для создания тяги в камере сгорания и выведения газов за пределы сушилки имеется дымовая труба 2 (рис. 3) высотой 20 м.

Сушильная колонна (рис. 4) состоит из двух параллельно расположенных шахт 3 с напорно-распределительной камерой 4 между ними, общими для обеих шахт надсушильным 2 и подсушильным 13 бункерами, конфузора 5 и диффузора (на рис. не показан), выпускного устройства 12, выгрузного шнека 14, четырех вентиляторов 15 и пылеотделительного устройства.

Надсушильный бункер предназначен для создания необходимого запаса зерна. В бункере установлен скребковый транспортер 1, который помещен в желоб с сетчатым дном. Транспортер равномерно распределяет зерно по шахтам и выводит крупные примеси, удержанные сетчатым дном, в приемник 10. Для предотвращения перегрузки и завала нории уровень зерна в бункере контролируется датчиком мембранного типа.

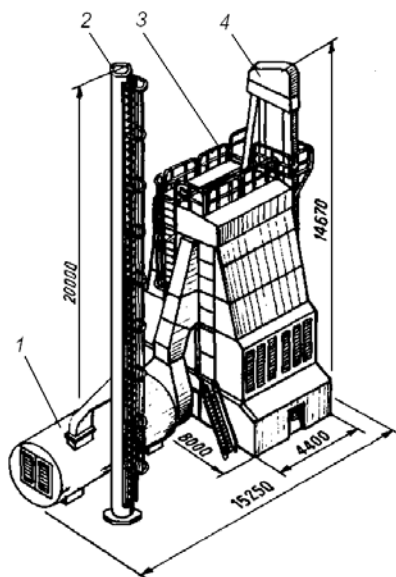


Рис. 3. Общий вид зерносушилки М-819:
1 – топка; 2 – дымовая труба; 3 – сушильная колонна; 4 – нория

Каждая из шахт состоит по высоте из сушильной А, промежуточной В и охлаждающей С камер. Сушильная камера включает пять одинаковых по высоте секций с подводящими и отводящими коробами, а охлаждающая камера – две секции, аналогичные по конструкции. Промежуточная камера оснащена датчиками для контроля температуры нагрева зерна и задвижкой с ручным приводом. Зерно в

промежуточной камере предотвращает смешивание теплоносителя с атмосферным воздухом.

Выпускные устройства 12 лоткового типа расположены отдельно под каждой шахтой. Лотковое выпускное устройство (рис. 5) состоит из лотков 1, подвешенных под рассекатели 2, и приводного механизма. Лотки приводятся в колебательное движение мотор-редуктором через эксцентрик 3, шатун 4 и коромысло 5. Перемещающая точка А крепления

шатуна на коромысле, можно изменять угол отклонения лотков, а следовательно, и количество выпускаемого зерна. Чем ниже точка *A* на коромысле, тем больше производительность выпускного устройства.

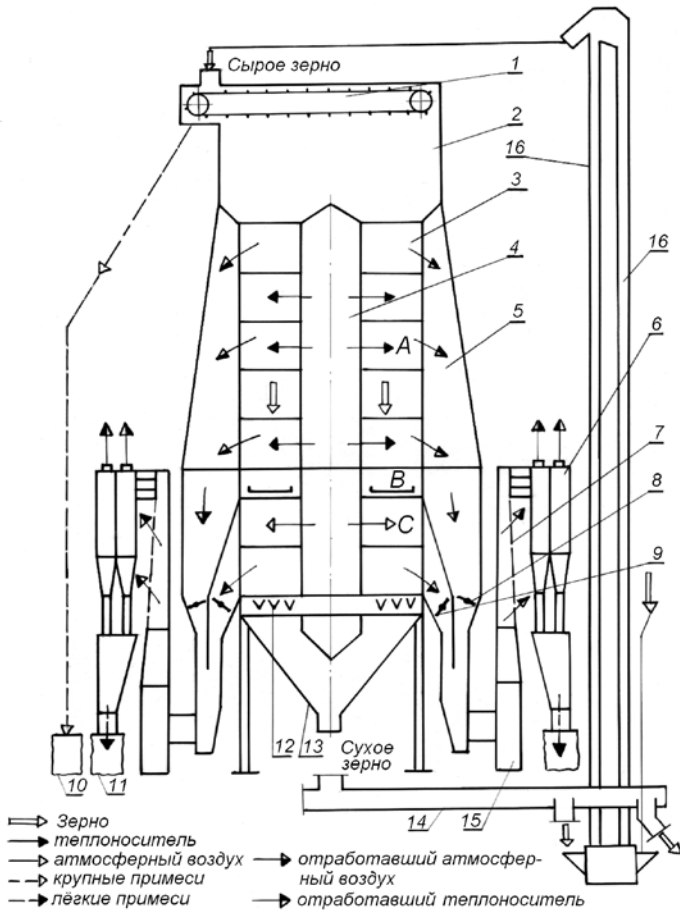


Рис. 4. Технологическая схема зерносушилки М-819: 1 – скребковый транспортер; 2 – надсушильный бункер; 3 – шахта; 4 – напорнораспределительная камера; 5 – конфузур; 6 – мультициклон; 7 – инерционный пылеотделитель; 8, 9 – заслонки; 10, 11 – мешки для примесей; 12 – выпускное устройство; 13 – подсушильный бункер; 14 – выгрузной шнек; 15 – вентилятор; 16 – нория; *A*, *B*, *C* – сушильная, промежуточная и охлаждающая секции

Перемещение шатуна по коромыслу осуществляется вручную.

Сухое зерно, выведенное из шахт выпускными устройствами, отгружается шнеком 14. В передней части его корпуса имеется выгрузное окно и заслонка, с помощью которой можно направлять зерно в норию для повторной сушки.

Вентиляторы 15 служат для протягивания наружного воздуха через теплообменник топки и камеры сушки, а также для протягивания

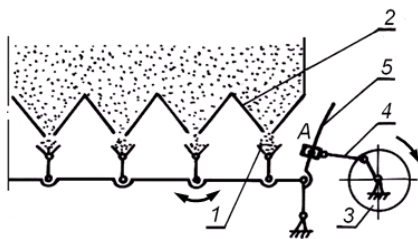


Рис. 5. Выпускное устройство: 1 – лоток; 2 – рассекатель; 3 – эксцентрик; 4 – шатун; 5 – коромысло

холодного воздуха через охлаждающие камеры шахт. В воздуховодах вентиляторов имеются заслонки 8 и 9 для регулировки расхода теплоносителя и холодного воздуха.

Пылеотделительное устройство служит для очистки отработавшего теплоносителя и воздуха от пыли и включает в себя инерционные пылеотделители 7 и мультициклоны 6,

расположенные с двух сторон от шахт. Пыль из мультициклонов собирается в мешки 11, а очищенный воздух выбрасывается в атмосферу. Вентиляторы и пылеотделители расположены внутри корпуса сушилки. Пульт управления сушилкой служит для подачи электроэнергии к потребителям и регистрации температуры нагрева зерна в сушильных шахтах.

Рабочий процесс. Предварительно очищенное зерно подается норией 16 (рис. 6) в надсушильный бункер, где скребковым транспортером распределяется по всей ширине колонны в обе шахты. Крупные примеси отводятся по каналу в мешок, а зерно самотеком последовательно проходит через сушильную, промежуточную, охлаждающую камеры и выпускной механизм. Во время работы сушилки камеры охлаждения и сушки должны быть загружены зерном, а в надсушильном бункере должен быть запас зерна высотой не менее 0,5 м.

Теплоносителем в сушилке служит нагретый воздух. Наружный атмосферный воздух вентиляторами протягивается через теплообменник топки, нагревается, по диффузору проходит в напорно-распределительную систему и далее в сушильные камеры, нагревает зерно, увлажняется и по конфузору через пылеотделители, очищаясь от легких примесей, выносится в атмосферу. Высушенное зерно охлаждается

в охладительных камерах наружным воздухом, выводится из сушилки выпускными устройствами и отгружается шнеком.

Запуск сушилки производится в такой последовательности: закрывают задвижки промежуточных камер и регулировочные заслонки вентиляторов; закрепляют мешки под выпускными каналами мультициклонов и скребкового транспортера надсушильного бункера; приводят в движение загрузочную норию и скребковый транспортер; устанавливают на регуляторе горелки требуемую температуру теплоносителя.

После заполнения сушильной камеры зерном включают вентиляторы, постепенно открывая заслонки теплого воздуха до начала «выноса зерна» (в отработавшем теплоносителе зерна быть не должно); включают топку и сушат зерно над промежуточными камерами в течение 30...50 мин; открывают задвижки промежуточных камер и одновременно заполняют сушилку зерном; открывают регулировочные заслонки охлаждающего воздуха и охлаждают зерно в течение 20 мин.

После охлаждения зерна включают выпускные устройства и выгружают шнеком; регулируют количество теплоносителя и холодного воздуха, доведя его поток до максимального значения, но так, чтобы не было «выноса зерна»; по мере выгрузки сухого зерна шахты загружаются свежим зерном. С этого момента процесс сушки является установившимся.

По окончании сушки прекращают подачу зерна в сушильные шахты и выключают выпускные механизмы; досушивают зерно, находящееся в сушильных камерах (10...30 мин); выключают горелку и закрывают регулировочные заслонки теплоносителя; охлаждают зерно, находящееся в камере охлаждения, в течение 20 мин; включают выпускные механизмы и опорожняют сушильные камеры; выключают выпускные механизмы, оставляя зерно в камерах охлаждения, и в течение 20 мин охлаждают оставшееся зерно; после охлаждения выключают вентиляторы и включают выпускные механизмы до полного опорожнения охладительных камер; открывают заслонки горячего воздуха и в течение 10 мин проводят продувку шахт для удаления пыли и водяного пара; после этого все механизмы сушилки отключают.

Режимы работы. При эксплуатации сушилки М-819 очень важно правильно выбрать нужный режим сушки, который зависит от максимально допустимой температуры нагрева зерна и устанавливается с учетом культуры, целевого назначения и начальной влажности зернового материала (табл. 1, рис. 6). Так, температура нагрева зерна пше-

ницы на продовольственные цели не должна превышать 55 °С, так как перегрев зерна приводит к разрушению белка, ухудшает хлебопекарные свойства, пищевую и кормовую ценность.

Таблица 1. Допустимая температура нагрева зерна на сушилке М-819, °С

Исходная влажность, %	Зерно продовольственное			Зерно семенное	Бобовые	Рапс
	Пшеница	Рожь, ячмень	Кукуруза	Пшеница, рожь, ячмень, овес, кукуруза		
16	55	65		49		
17	52	62		46		
18	49	59		43		
19	46	56	Не более	40	25–30	30
20	43	53	60–75	38		
21	40	50		36		
22	37	47		34		
23	36	43		32		
24	36	40		30		

Рожь и ячмень сушат при верхнем значении допустимых температур нагрева, а овес, у которого легко отделяются цветочные пленки и возможно их воспламенение, – не более 50 °С. При сушке зерновых колосовых на семена температура нагрева зерна не должна превышать 49 °С. Семена зернобобовых (горох, люпин, вика и др.) при температуре нагрева свыше 30 °С растрескиваются, поэтому сушат их при более низкой температуре.

С увеличением влажности зерна температура нагрева его должна уменьшаться, так как чем больше влажность, тем ниже устойчивость зерна к температуре.

Разовый съем влаги на сушилке М-819 для продовольственного зерна составляет 6 %, семян зерновых культур – 5...6, а для бобовых – 2...4 %. Если исходная влажность зерна высокая, целесообразно применять ступенчатую сушку (за несколько пропусков). Для каждой ступени устанавливают свой температурный режим (прил. 3).

Основными показателями, определяющими режим сушки зерна, являются температура подаваемого теплоносителя и время пребывания зерна в сушильных шахтах (экспозиция сушки) (рис. 6) и количество подаваемого теплоносителя.

Температуру теплоносителя на сушилке М-819 устанавливают подачей топлива в горелку топки с помощью регулятора (1-й режим – до 80 °С; 2-й – до 110; 3-й – до 140 °С), которая может превышать допустимую температуру нагрева семенного зерна на 20...30 °С, продолжительного – на 50...65 °С, но не должна превышать температуру окружающей среды более чем на 110 °С.

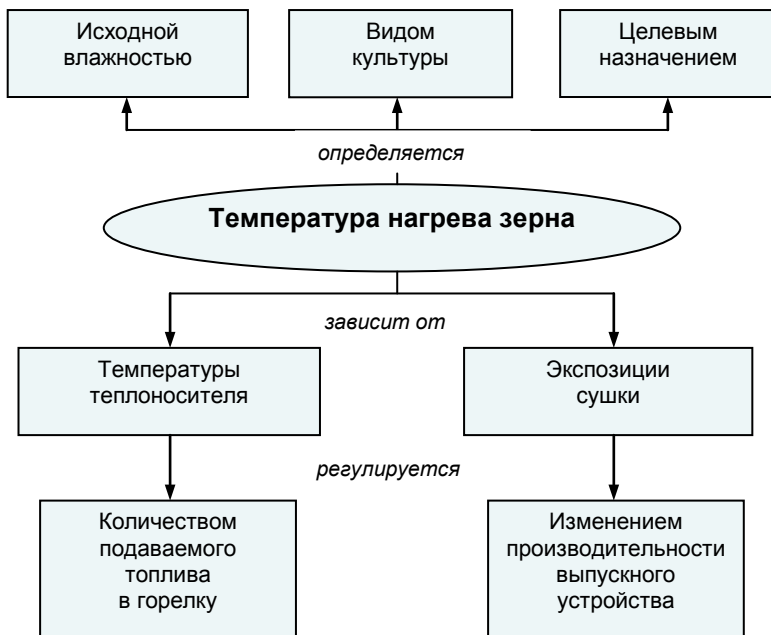


Рис. 6. Структурная схема регулировок зерносушилки М-819

Экспозиция сушки регулируется выпускными устройствами. Изменением длины коромысла 5 (см. рис. 5) регулируется амплитуда колебаний лотков и, тем самым, количество выпускаемого из сушилки зерна. Производительность выпускных устройств изменяется от 10 до 50 т/ч.

Перед выгрузкой зерна из сушилки температура его должна быть выше температуры окружающей среды на 5...10 °С. Если влажность атмосферного воздуха больше 70 %, то во избежание вторичного

увлажнения зерна охлаждение его необходимо уменьшить.

Количество подаваемого в сушилку теплоносителя и охлаждающего воздуха регулируется заслонками 8 и 9 (см. рис. 4) в воздуховодах вентиляторов.

2.3. Контрольные вопросы

1. Из каких составных частей состоит зерносушилка М-819?
2. Как устроена сушильная колонна зерносушилки М-819?
3. Сколько и какие камеры включает в себя сушильная шахта?
4. Что собой представляет короб сушильной шахты?
5. Какой тип выпускных устройств установлен на сушилке М-819?
6. Для чего предназначен скребковый транспортер в надсушильном бункере?
7. Как регулируется производительность выпускного устройства?
8. Как регулируется экспозиция сушки?
9. От чего зависит температура нагрева зерна?
10. Как регулируется количество подаваемого теплоносителя?
11. Как регулируется температура теплоносителя?

3. КОЛОНКОВЫЕ ЗЕРНОСУШИЛКИ

Основное отличие колонковых зерносушилок от шахтных состоит в том, что в сушильных колонках отсутствуют короба и зерно сушится в подвижном плотном слое. В связи с этим данные сушилки более просты по конструкции, менее требовательны к предварительной очистке зерна и находят широкое применение.

В настоящее время сушилки (С) зерновые (З) колонковые (К) СЗК-10, СЗК-15, СЗК-20 производятся ООО «Амкодор-Можа» (г. Крупики); СЗК-8-1 – ОАО «Брестсельмаш» и работают на чистом нагретом воздухе.

3.1. Колонковая зерносушилка СЗК-20

Назначение. Колонковая зерносушилка СЗК-20 предназначена для сушки зерна и семян зерновых колосовых, зернобобовых, крупяных культур, кукурузы и рапса с начальной влажностью до 35 % в составе зерноочистительно-сушильных комплексов или линий различных сельскохозяйственных предприятий.

Сушилка выпускается трех модификаций: СЗК-20Ж, СЗК-20Г, СЗК-20Т, которые работают соответственно на жидком, газовом и твердом топливе.

Краткая характеристика

Тип	Стационарная
Производительность на пшенице при снижении влажности с 20 до 14 %, плановых т/ч	20
Установленная мощность, кВт	77,7
Расход топлива, кг/ч	110
Габаритные размеры, мм (не более):	
- длина	15000
- ширина	9000
- высота	17700
Обслуживающий персонал, чел.	1

Устройство. Зерносушилка СЗК-20 состоит (рис. 7) из сушильной колонны 1, двух вытяжных вентиляторов 11, норий 4 загрузки зерна и 5 выгрузки зерна, воздухопроводов 10, 14, 16, лестницы 8 и шкафа управления. Все составляющие сушилки крепятся на станину сварной конструкции. Для нагрева воздуха имеется универсальный воздухоподогреватель 18 ВУ-Т-1,5.

Сушильная колонна состоит из пяти секций, установленных вертикально одна на другой, двух сушильных колонок 2, приемного бункера 3 и выпускного устройства. По периметру колонна обшита листовым металлом толщиной 3 мм. Каждая секция имеет по одной задней двери (со стороны лестницы). За каждой дверью в канале между сушильными колонками имеется решетчатый настил для размещения персонала при обслуживании колонок.

Сушильные колонки образованы внутри секций колонны и имеют прямоугольное поперечное сечение. Для образования сушильных колонок к двум противоположным стенам колонны приварены направляющие 2 и 10 из уголка (рис. 8). Между направляющими закреплены горизонтальные П-образные балки 4 и 7, попарно соединенные стяжками 6. Внутренние и наружные рабочие стенки каждой колонки собраны из десяти съемных панелей 1 и 9. Каждая панель изготовлена как рамка из углового профиля, обтянутая оцинкованным перфорированным листом с диаметром отверстий 1,5 мм. Панели при их установке фиксируются ригелями 11. Для этого направляющие 2 и 10 имеют разрывы, в которые устанавливаются удерживающие вставки из уголка 12.

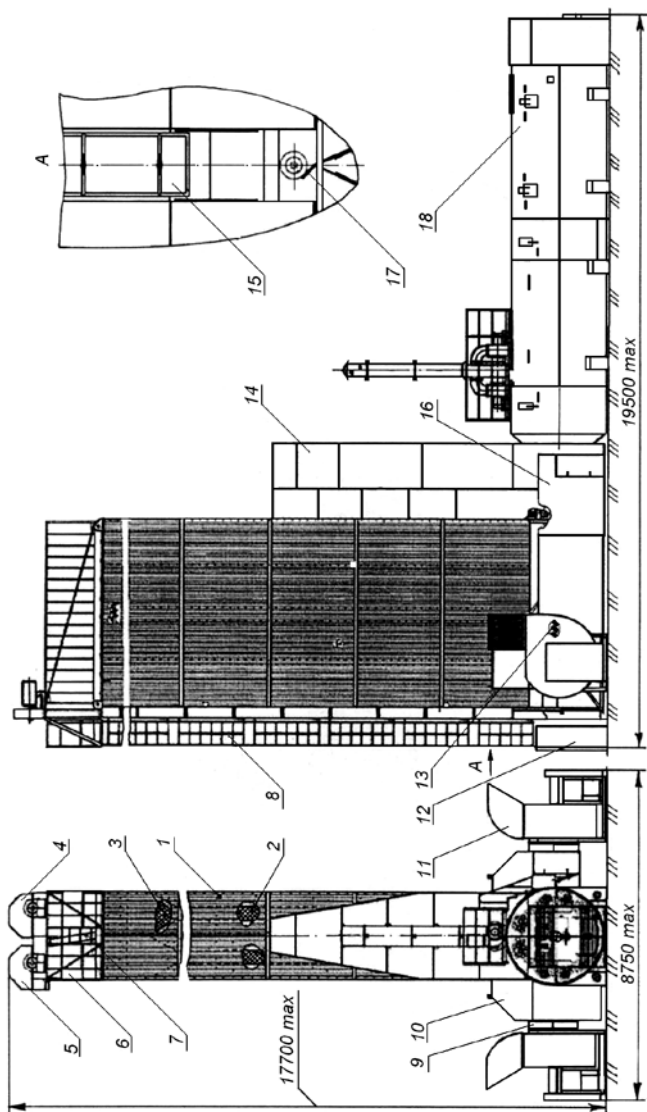


Рис. 7. Зерносушилка СЗК-20: 1 – корпус; 2 – сушильная колонка; 3 – приемный бункер; 4 – нория загрузки; 5 – нория выгрузки; 6 – площадка обслуживания; 7 – зернопровод; 8 – лестница; 9 – соединительный рукав; 10, 14, 16 – воздуховоды; 11 – вентилятор; 12 – электрошкаф управления; 13 – шнек; 15 – дверь задняя; 17 – распределитель зерна; 18 – воздухонагреватель ВУ-Т-1,5

Плотное прижатие панелей к балкам и направляющим колонны

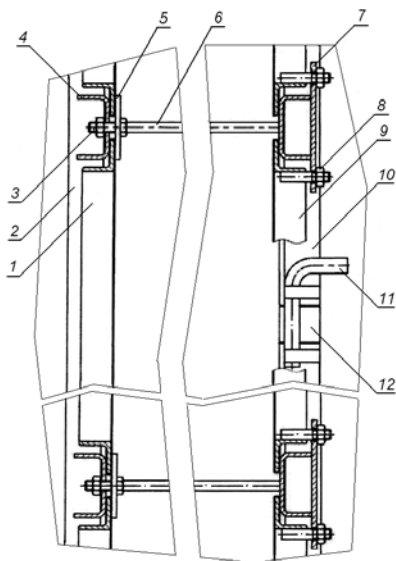


Рис. 8. Схема установки панелей:
 1, 9 – панели; 2, 10 – направляющие;
 3, 8 – гайки; 4, 7 – балки; 5 – пластина;
 6 – стяжка; 11 – ригель; 12 – вставка

обеспечивается пластинами 5 и гайками 3, 8. Нерабочими стенками сушильных колонок являются противоположные стенки колонны. На внутренних рабочих стенках колонок в зоне сушки установлены датчики контроля и поддержания необходимой температуры зерна.

Приемный бункер выполнен в виде короба с наклонными стенками и служит для накопления влажного зерна, равномерного распределения его по сушильным колонкам с помощью распределительного шнека и поддержания уровня зерна в заданных пределах. Для этого в задней стенке бункера имеются два датчика верхнего и нижнего уровней зерна, которые позво-

ляют контролировать минимальный и максимальный уровни, подавая световые сигналы на шкаф управления. При срабатывании датчика верхнего уровня также включается звуковой сигнал.

На крышке бункера имеется огражденная площадка 6 (см. рис. 7) для обслуживания приводов норий и доступа в бункер. Подъем на площадку осуществляется по лестнице 8. По центру площадки смонтирован загрузочный патрубок 7, соединенный с зернопроводом нории загрузки 4. Для доступа в бункер имеется люк. В местах перехода бункера в сушильные колонки установлены защитные решетки.

Выпускное устройство на сушилке роторного типа включает в себя два ротора 2 (рис. 9) по одному на каждую колонку 1 и общий выгрузочный шнек 3 с распределителем зерна.

Каждый ротор состоит из двух лопастных барабанов, установленных на одной оси и соединенных втулочно-пальцевой муфтой. Привод

левого ротора осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу и червячный редуктор. Привод правого ротора осуществляется цепной передачей от левого через обводную звездочку, обеспечивая вращение роторов в разные стороны.

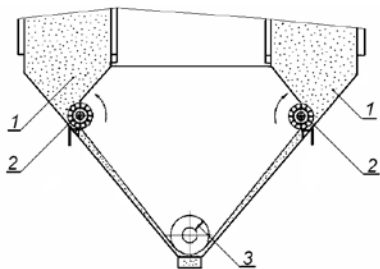


Рис. 9. Выпускное устройство зерносушилки СЗК-20: 1 – сушильные колонки; 2 – роторы; 3 – шнек

Выгрузной шнек приводится отдельным электродвигателем через клиноременную передачу. На выходе со шнека над башмаками норий расположен распределитель зерна (рис. 10), который состоит из поворотного клапана 2, рукоятки 3 для управления им и двух ограничителей крайних его положений (на схеме не показаны). Предназначен распределитель для направления потока зерна в одну из норий, в зависимости

от режима работы (непрерывный или порционный).

В процессе работы выпускного устройства зерновой материал из сушильных колонок выбрасывается лопастями роторов и стекает к выгрузному шнеку, который подает его к распределителю и далее в нории.

Вытяжные вентиляторы 11 низкого давления радиального типа ВР-80-70-12,5 установлены по бокам сушильной колонны. Всасывающие окна вентиляторов соединены с корпусом сушилки через воздуховоды 10 с гибкими вставками 9 из воздухо непроницаемой ткани. Вентиляторы обеспечивают протягивание теплоносителя через рабочие стенки сушильных колонок и слой находящегося в них зерна.

Воздуховод подводящий 14 (см. рис. 7) предназначен для подачи нагретого воздуха (теплоносителя) в корпус сушилки. Для снижения потерь тепла стенки воздуховода утеплены. В воздуховоде установлены датчик контроля температуры теплоносителя на входе в сушилку и датчик аварийного отключения топочного агрегата при перегреве теплоносителя. Подводящий воздуховод 14 и отводящие воздуховоды 10 вентиляторов соединяются между собой воздуховодами 16, которые состоят из корпуса 1 (рис. 11), двух внутренних 3, 4 и одной наружной 2 дверей. При нормальной работе сушилки эти двери закрыты. В случае отключения электричества для исключения перегрева зерна в сушилке (так как прекращается работа вентиляторов и всех других меха-

низмов) все двери необходимо открыть. При этом теплоноситель из воздухонагревателя и из сушильной колонны будет выходить сразу в атмосферу.

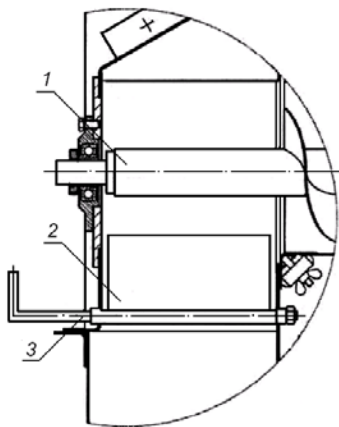


Рис. 10. Распределитель зерна:
1 – шнек; 2 – заслонка; 3 – рукоятка

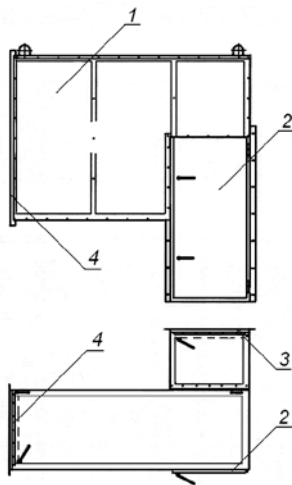


Рис. 11. Воздуховод:
1 – корпус; 2 – наружные двери;
3, 4 – внутренние двери

Нории загрузки 4 и выгрузки 5 крепятся к задней стенке сушильной колонны и конструктивно одинаковы. Каждая нория состоит из башмака, головки, норийной ленты с ковшами, ограждающих кожухов. В башмаке каждой из норий находится ведомый барабан с натяжным устройством.

На каждом барабане со стороны внутренней стенки башмака на кронштейне установлен датчик скорости. При обрыве ленты или ее пробуксовке ведомый барабан останавливается, а датчик подает сигнал на отключение привода нории и всех предыдущих механизмов. При срабатывании датчиков скорости на шкафу управления загорается соответствующий индикатор и звенит звонок. Привод норий осуществляется от мотор-редукторов.

Наружная лестница 8 служит для доступа в межколонковое пространство и на огражденную площадку приемного бункера при обслуживании сушильных колонок, приводов норий и бункера.

Шкаф управления 12 сушилкой предназначен для управления работой приборов и механизмов, входящих в состав сушилки, и содержит в

себе электрические устройства, обеспечивающие коммутацию, защиту и индикацию состояния подключенных к ним электрических цепей. На передней панели шкафа имеются кнопки управления и переключатели режимов работы, а также светосигнальная арматура состояния контролируемых устройств (датчиков) и аварийных ситуаций, прибор контроля температуры и аварийная кнопка «Стоп».

Рабочий процесс. Принцип работы сушилки основан на вентилировании влажного зерна нагретым атмосферным воздухом (теплоносителем) в воздухонагревателе.

Предварительно очищенное влажное зерно норией 4 (рис. 12) подается в приемный бункер 2, где создается его запас и откуда оно равномерно распределяется по двум сушильным колонкам 6 под действием собственного веса и распределительного шнека 5.

Атмосферный воздух, нагретый в воздухонагревателе 11, протягивается вентиляторами 9 в зону сушки 7.

Проходя через перфорированные стенки сушильных колонок и слой находящегося в них зерна, теплоноситель нагревает зерно и отнимает от него влагу. Отработавший увлажненный теплоноситель по отводящим каналам поступает к вентиляторам 9 и выбрасывается в атмосферу. Высушенное зерно выпускным устройством 8 подается через распределитель зерна на вход норией 3 или 4 в зависимости от режима работы.

Сушилка может работать в двух режимах: порционном и прямоточном.

Зерно более высокой влажности сушат в *порционном режиме*, когда сушилка заполняется порцией зерна, равной ее вместимости, и зерно движется по кругу до достижения кондиционной влажности. Затем высушенное зерно выгружается и загружается новая его порция. При этом запуск сушилки начинается с включения норией загрузки. По достижении зерном в приемном бункере нижнего уровня (о чем свидетельствует погасший соответствующий светодиод на двери шкафа управления) следует включить вентиляторы сушилки, а затем горелку воздухонагревателя. По достижении зерном верхнего уровня сушилки (загорится соответствующий светодиод, зазвонит звонок) автоматически отключится механизм подачи зерна в норию загрузки и прекратится подача зерна в сушилку. Затем необходимо нажать кнопку «Авария. Сброс звонка» на шкафу управления, клапан распределителя выпускного устройства повернуть в норию загрузки 4 и включить выпускное устройство. В процессе работы зерно будет двигаться по кругу: нория

загрузки; приемный бункер; сушильные колонки; выпускное устройство; нория загрузки.

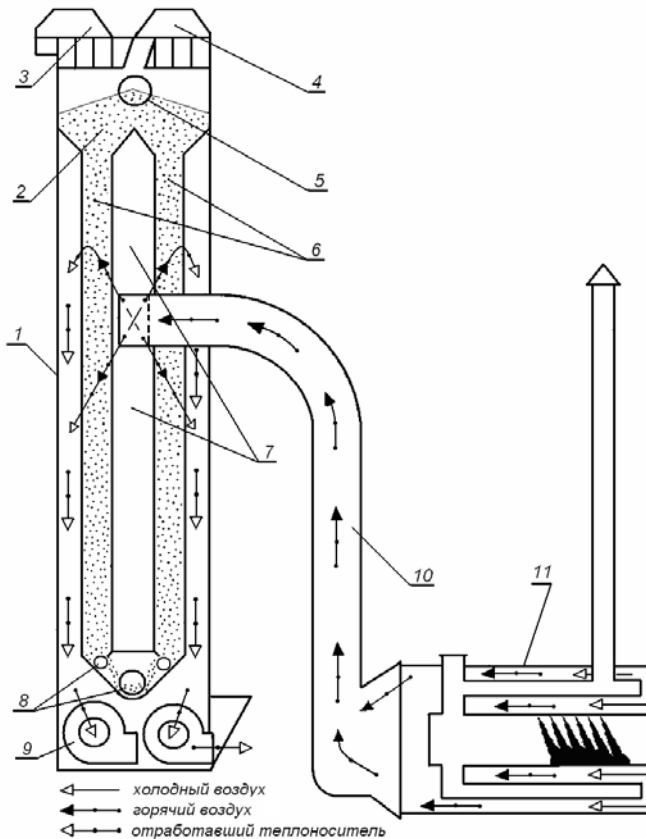


Рис. 12. Технологическая схема зерносушилки СЗК-20: 1 – корпус; 2 – приемный бункер; 3 – нория выгрузки; 4 – нория загрузки; 5 – распределительный шнек; 6 – колонки сушильные; 7 – зона сушки; 8 – выгрузное устройство; 9 – вентилятор; 10 – воздуховод; 11 – воздухонагреватель ВУ-Т-1,5

При достижении зерном кондиционной влажности необходимо отключить горелку воздухонагревателя, вентиляторы и зерно из сушилки выгрузить. Для этого клапан распределителя поворачивается в сторону нории выгрузки 3 и зерно отгружается в бункер сухого зерна для охлаждения или подается на машину первичной очистки.

Прямоточный режим используется при невысокой влажности зерна, когда кондиционной влажности зерно достигает за один проход. При этом запуск и работа сушилки начинаются с порционной сушилки. Для перевода сушилки из порционного на прямоточный режим необходимо клапаном распределителя направить зерно в норию выгрузки. В процессе сушки необходимо следить за температурой зерна в зоне нагрева. При достижении температуры свыше допустимого значения по технологии сушки или значительном ее уменьшении необходимо уменьшить или увеличить экспозицию (время) сушки, регулируя производительность выпускного устройства. Если зерно на выходе достигает кондиционной влажности, то сушилка начинает работать в установленном режиме. При этом необходимо добиться такой подачи влажного зерна, чтобы обеспечить минимальное колебание уровня зерна в приемном бункере сушилки.

Если температура зерна в зоне нагрева находится в допустимых пределах, а влажность зерна на выходе превышает кондиционную, необходимо перевести сушилку из прямоточного режима на порционный. Для этого следует отключить устройство загрузки сырого зерна, клапан распределителя выпускного устройства повернуть в норию загрузки 4 и отключить норию выгрузки 3.

При низкой влажности исходного зерна и высокой температуры окружающей среды сушку можно производить вентилированием атмосферным воздухом без нагрева его в воздухонагревателе.

Режимы работы. Режим работы колонковой зерносушилки устанавливается с учетом культуры, целевого назначения и начальной влажности зернового материала (табл. 2). В процессе сушки необходимо контролировать температуру зерна в зоне нагрева, влажность зерна на выходе из сушилки и температуру теплоносителя.

Т а б л и ц а 2. Режимы работы колонковой зерносушилки СЗК-20

Культура	Влажность зерна до сушки, %	Температура теплоносителя, ±10 °С	Предельная температура нагрева зерна, °С
1	2	3	4
Продовольственное и фуражное зерно			
Пшеница	До 18	120	52
	От 18 до 22	110	50
	Свыше 22	100	48

Окончание табл. 2

1	2	3	4
Рожь, ячмень	До 18	130	62
	От 18 до 22	120	60
	Свыше 22	110	55
Овес	До 18	100	52
	От 18 до 22	100	50
	Свыше 22	100	45
Гречиха	До 18	120	48
	От 18 до 22	110	45
	Свыше 22	100	42
Горох	До 18	80	38
	От 18 до 22	70	35
	Свыше 22	70	30
Семенное зерно			
Пшеница, рожь, ячмень, овес	До 18	70	45
	От 18 до 22	65	45
	Свыше 22	60	43
Гречиха, просо	До 18	65	45
	От 18 до 22	60	45
	Свыше 22	55	40
Горох, вика	До 18	60	45
	От 18 до 22	55	43
	Свыше 22	50	40

Температура нагрева зерна зависит от температуры теплоносителя и экспозиции сушки. При достижении температуры зерна в зоне нагрева свыше допустимой загорится соответствующий светодиод и горелка автоматически выключится. То же происходит при аварийном перегреве теплоносителя.

Температура теплоносителя регулируется автоматически с помощью горелки.

Экспозиция сушки зависит от производительности выпускного устройства. Производительность выгрузного устройства регулируется изменением передаточного числа i клиноремной передачи и изменением частоты вращения электродвигателя привода роторов частотным преобразователем. При $i = 3,6$ производительность выгрузного устройства изменяется в пределах 7,5...15,0 т/ч, при $i = 1,804$ – в пределах 15...30 т/ч.

Влажность зерна на выходе из сушилки периодически контролируется путем взятия проб с помощью влагомера «Фауна» или др.

Производительность сушилки СЗК-20 на сушке зерна пшеницы,

ячменя, овса продовольственного и фуражного назначения при снижении влажности зерна с 20 до 14 % равна 20 плановых т/ч. Для расчетов производительности сушилки при сушке зерна других культур, а также при сушке семян всех культур применяют переводные коэффициенты (прил. 2).

3.2. Контрольные вопросы

1. Как устроена сушильная колонна зерносушилки СЗК-20?
2. Кокой тип выпускного устройства установлен на зерносушилке СЗК-20?
3. Для чего предназначен распределитель зерна в выпускном устройстве?
4. Как можно изменить производительность выпускного устройства?
5. Как регулируется уровень зерна в приемном бункере?
6. Как настроить сушилку на порционный режим работы?
7. Как регулируется экспозиция сушки?
8. От чего зависит температура нагрева зерна?
9. Как регулируется количество подаваемого теплоносителя?
10. Как регулируется температура теплоносителя?

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Состояние зерна по влажности, %

Культура	Сухое	Средней сухости	Влажное	Сырое
Пшеница, ячмень, овес, Рожь, гречиха, кукуруза	До 14,0	14,1...15,0	15,6...17,0	Свыше 17,0
Просо	До 13,5	13,6...15,0	15,1...17,0	Свыше 17,0
Бобы, люпин	До 14,0	14,1...16,0	16,1...18,0	Свыше 17,0
Горох	До 14,0	14,1...16,0	16,1...20,0	Свыше 17,0
Рапс	До 8,0	8,1...10,0	10,1...12,0	Свыше 17,0
Лен	До 8,0	8,1...10,0	10,1...13,0	Свыше 17,0

Приложение 2

Коэффициенты производительности шахтных и колонковых сушилок с учетом культуры и целевого назначения

Культура	Коэффициент производительности К	
	для продовольственного зерна	для семенного зерна
Пшеница, овес, ячмень	1,00	0,50
Пшеница сильных сортов	0,80	0,50
Ячмень пивоваренный	0,60	0,50
Рожь	1,10	0,55
Просо	0,80	0,40
Горох	0,50	0,25
Гречиха	1,25	0,63
Кукуруза	0,65	0,33

Режимы сушки семенного и продовольственного зерна на сушилке М-819

Культура	Исходная влажность зерна, %	Количество ступеней сушки	Предельная температура теплоносителя, °С	
			Семенное зерно	Продовольственное зерно
Пшеница, рожь, ячмень	До 18	Одна	70	120...130
	18...20	Одна	65	110...120
	22...26	Две: 1-я	60	110
		2-я	65	110
		Две: 1-я	55	110
Более 26	2-я	60	110	
Горох, вика	До 18	Одна	50	80
	18...21	Две: 1-я	45	70
		2-я	50	70
	21...25	Три: 1-я	35	70
		2-я	45	70
3-я		50	70	
Гречиха, просо	До 18	Одна	55	120
	18...20	Одна	55	110
	20...23	Две: 1-я	50	100
		2-я	55	100
	Более 25	Две: 1-я	45	100
		2-я	55	100

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Задание к работе	4
2. Шахтные зерносушилки	4
2.1. Общее устройство и рабочий процесс	4
2.2. Шахтная зерносушилка М-819	7
2.3. Контрольные вопросы	14
3. Колонковые зерносушилки	14
3.1. Колонковая зерносушилка СЗК-20	14
3.2. Контрольные вопросы	24
Приложения	25

Учебное издание

Дубовский Александр Константинович
Яроцкий Яков Устинович
Чайчиц Александр Николаевич

ЗЕРНОСУШИЛКИ

Методические указания к лабораторной работе

Редактор *Е. Г. Бутова*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*
Корректор *С. Н. Кириленко*

Подписано в печать 11.11.2016. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,06.
Тираж 100 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.