

Л. Д. КОМЫШНИК
А. П. ЖУРАВЛЕВ
Ф. М. ХАСАНОВА

СУШКА И ХРАНЕНИЕ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА



МОСКВА ВО "АГРОПРОМИЗДАТ" 1988

ББК 42.14

К 63

УДК 633.854.78:631.53.026:631.356.29

Комышник Л.Д. и др.

К63 Сушка и хранение семян подсолнечника/Л.Д. Комышник, А.П. Журавлев, Ф.М. Хасанова.—М.: Агропромиздат, 1989. — 95 с.: ил.

ISBN 5—10—000103—8

Рассмотрены технологические схемы шахтных и рециркуляционных сушилок. Приведены режимы сушки и активного вентилирования семян подсолнечника как товарного, так и продовольственного назначения. Рассмотрены вопросы эксплуатации и реконструкции сушилок применительно к сушке семян подсолнечника. Изложены требования техники безопасности труда при обслуживании сушилок.

Для специалистов, занимающихся сушкой семян подсолнечника.

К $\frac{3707040000-006}{035(01)-89}$ 144—88

ББК 42. 14

ISBN 5—10—000103—8

© ВО «Агропромиздат», 1989

СЕМЕНА ПОДСОЛНЕЧНИКА КАК ОБЪЕКТ СУШКИ

Характеристика семян подсолнечника

Важным физико-механическим свойством семян подсолнечника как объекта сушки является сыпучесть, характеризующаяся углом естественного откоса. Определяющее значение на сыпучесть семян подсолнечника оказывают влажность семян, содержание посторонних примесей и их характер, а также поверхность, по которой перемещаются семена. Угол естественного откоса сухих семян подсолнечника колеблется от 27 до 35°, влажных — до 42°, а высоковлажных и засоренных (засоренность до 8%) достигает 55°, что значительно выше, чем у злаковых культур. Эти особенности семян подсолнечника вызывают определенные трудности при их поточной обработке. Легковесные семена, имея повышенный коэффициент внутреннего трения, на некоторых участках технологической схемы передвигаются медленнее, чем зерно колосовых культур или кукурузы. Поэтому при работе с семенами подсолнечника трубы зерносушилок должны иметь больший диаметр и их устанавливают под большим углом наклона.

Трудности обработки семян подсолнечника связаны с физическими особенностями и отличием их от злаковых культур. Так, насыпная плотность семян подсолнечника, поступающего на хлебоприемные предприятия, в зависимости от влажности и засоренности колеблется в пределах 326. . 440 кг/м³, т. е. вдвое меньше, чем у пшеницы, поэтому и в 2 раза меньше масса семян, поступающих в сушилку.

Наличие воздушной прослойки между ядром и плодовой оболочкой семян, а также значительное содержание жира является причиной более низкой скорости витания семян подсолнечника, чем для зерна. Скорость их витания изменяется от 4 до 8,0 м/с, в то время как для риса 8,9. .9,5 м/с, пшеницы 9,0. .11,5, кукурузы 12,5. .14,0 м/с. Поэтому во избежание выноса полноценных семян из коробов шахты и камеры нагрева сушилки скорость агента сушки должна быть ниже, чем при сушке зерновых культур.

Удлиненная форма семян подсолнечника и сравнительно шероховатая поверхность обуславливают большую скважистость. Так, скважистость подсолнечника колеблется в пределах 60.

80%, а риса 50. .65, пшеницы 35. .45 и кукурузы 35. .55%. Следовательно, семена подсолнечника, имея большую скважистость, оказывают меньшее сопротивление при прохождении агента сушки в сушилках и сушатся быстрее, чем семена других культур.

Гигроскопичность — одно из важнейших свойств зерна, определяющих режимы его хранения и сушки. Для семян подсолнечника как капиллярно-пористых коллоидных тел характерны все формы связи, которые, по классификации академика Л.А. Ребиндера, подразделяются на химическую, физико-химическую и механическую. В процессе сушки семян их основные физические и химические свойства должны сохраниться, следовательно, химически связанную влагу не надо удалять.

Влажность семян подсолнечника, при которой остается химически и адсорбционно связанная влага, часто называют критической. Эта влага не участвует в жизненных процессах, не может быть использована большинством микроорганизмов для поддержания своей жизнедеятельности и поэтому не влияет на стойкость семян подсолнечника в процессе хранения. Следовательно, сушить семена необходимо до такой влажености, чтобы в них оставалась преимущественно адсорбционно связанная вода.

Критическую влажность семян определяют по формуле:

$$\omega_k = \frac{\omega_r(100 - M)}{100},$$

где ω_r — влажность гидрофильной части, %; M — фактическая масличность, %.

Например, при критической влажности гидрофильной части 14 %, масличности 50 % критическая влажность семян подсолнечника будет:

$$\omega_{кр} = \frac{14(100 - 50)}{100} = 7\%.$$

Критическая влажность семян высоковлажного подсолнечника 6 8 %.

Равновесная влажность семян подсолнечника, т.е. влажность, при которой семена не отдают и не поглощают влагу, зависит от температуры, относительной влажности атмосферного воздуха, масличности. Равновесная влажность семян изменяется в зависимости от относительной влажности воздуха φ по закономерности

$$\omega_p = 0,623 \varphi^{1,14}$$

Такая зависимость справедлива при $\varphi = 45...85\%$, и она не учитывает химического состава высокомасличных сортов семян подсолнечника.

М.И. Игольченко и В.М. Копейковский установили зависи-

мость между равновесной влажностью семян подсолнечника с содержанием жира до 50% при температуре атмосферного воздуха от 14 до 30°C и относительной влажности от 9 до 82%. Она выражается соотношением

$$\omega_p = 2,133 e^{0,017549 \cdot \varphi}$$

где e — основание натурального логарифма.

При всех равных условиях равновесная влажность масличных культур в 2 раза меньше, чем зерновых. Это объясняется меньшим содержанием в семенах масличных культур гидрофильных коллоидов и наличием большого количества жира. С увеличением содержания масличности в семенах равновесная влажность подсолнечника уменьшается, так как с повышением масличности уменьшатся содержание гидрофильных веществ и соответственно увеличивается содержание гидрофобных.

Значительное содержание оболочки в подсолнечнике и ее высокая гигроскопичность являются предпосылками для разработки рациональных осциллирующих режимов — чередования сушки, охлаждения и отволаживания. Например, применение чередования интенсивной продувки и отволаживания, во время которого влага концентрируется в оболочке, приводит к интенсификации влагоотдачи при сушке, так как влажностепроводность оболочки выше, чем ядра, и зона испарения находится у поверхности.

Равновесная влажность составных частей семян неодинакова: она больше у оболочки (лузги) и меньше у ядра. Равновесная влажность семян занимает промежуточное положение. Содержащиеся в массе семян подсолнечника органические и сорные примеси обладают большой гигроскопичностью. При одной и той же относительной влажности и температуре воздуха равновесная влажность органических сорных примесей больше равновесной влажности семян в 1,8 раза.

Основными теплофизическими характеристиками, определяющими теплообменные свойства масличных семян, являются теплоемкость, коэффициенты теплопроводности и температуропроводности. Теплофизические характеристики, определяющие скорость протекания процессов нагрева и охлаждения, различны для отдельных семян и семенной массы, но в обоих случаях зависят прежде всего от размеров семян, их влажности, химического состава, масличности, лузжистости и температуры. На теплофизические показатели семенной массы большое влияние оказывают количество и состав содержащихся в ней примесей.

При увеличении влажности семян подсолнечника до 17,8% теплоемкость возрастает по линейному закону. Повышение влажности до 11% приводит к увеличению коэффициента теплопровод-

ности, дальнейшее повышение влажности не влияет на изменение величины этого коэффициента. Коэффициент температуропроводности семян при увеличении влажности до 11% возрастает, а при дальнейшем увеличении снижается.

Значение теплофизических характеристик семенной массы гораздо ниже, чем отдельных семян, вследствие значительного содержания в ней воздуха.

Технология сушки семян подсолнечника

Для семян подсолнечника различают четыре состояния по влажности: сухое до 7,0%, средней сухости свыше 7,0 до 8,0%, влажное свыше 8,0 до 9,0%, сырое свыше 9,0%. В семенах сухих и средней сухости почти нет свободной влаги, и хранить их можно длительное время.

Семена подсолнечника при поступлении на хлебоприемные предприятия и маслозаводы по качеству должны отвечать требованиям базисных или ограничительных кондиций (табл. 1.).

1. Базисные и ограничительные кондиции семян подсолнечника

Зона	Базисная* влажность, %	Ограничительная** влажность, %
Южная	12	15
Центральная	13	17
Восточная	14	19

* Сорная примесь 1%, маслиничная 3%.

** То же, 10 и 7%.

Специфические свойства семян подсолнечника как объекта сушки, неоднородность семянки (наличие ядра, плодовой и семенной оболочек), естественная неоднородность семян по размерам, массе и влажности, низкая прочность плодовой оболочки, влагоинерционность, низкая теплопроводность, термолабильность белковой и липидной частей системы, повышенная пожарная опасность предъявляют особые требования к способу сушки и к конструкции сушильных устройств. При сушке не должно ухудшаться качество и уменьшаться выход масла, не должно происходить растрескивания лузги и увеличения масличной примеси. Не допускается увеличение в процессе сушки кислотного и йодного чисел жира, изменение вкусовых и пищевых достоинств подсолнечного масла.

Одним из наиболее рациональных методов улучшения технологических свойств, сохранения качества и повышения стойкости семян подсолнечника в процессе хранения является тепловая сушка.

При сушке семян подсолнечника большое значение имеет не только температура нагрева семян, но и продолжительность ее воздействия. Значения коэффициентов теплопроводности, температуропроводности для единичной семянки значительно отличаются от тех же показателей для плотного слоя. Для быстрого нагрева семян необходима такая конструкция сушильного аппарата, в котором бы обеспечивался нагрев каждой единичной семянки в отдельности. В этом случае можно значительно поднять температуру агента сушки при снижении продолжительности нагрева до нескольких секунд. Кратковременное высушивание семян подсолнечника при более высокой температуре предпочтительнее, чем медленное высушивание при низкой.

Чтобы превратить 1 кг воды в пар, необходимо затратить около 2680 кДж тепла. При сушке фактически затрачивается на испарение 1 кг воды 5020. 6280 кДж в шахтных сушилках и 3670. 4490 кДж в рециркуляционных. При сушке семян подсолнечника необходим обоснованный выбор температурных режимов. Сушка должна протекать с минимальными затратами тепла и электроэнергии, с максимальной скоростью удаления влаги при наилучших технологических свойствах высушенного материала.

Сушка представляет собой комплекс одновременно протекающих и влияющих друг на друга явлений. Это — перенос тепла от агента сушки к высушиваемому материалу через его поверхность, испарение влаги, перемещение влаги внутри материала, перенос влаги с поверхности материала в сушильную зону.

На испарение влаги влияют в основном два процесса: теплопроводность и термовлагопроводность, которые характеризуют внутренний тепло- и влагоперенос во влажном материале. При испарении влаги поверхностные слои подсушиваются. Создается градиент влагосодержания, т. е. внутри материала влаги больше, чем на поверхности. Это явление приводит к перемещению влаги из внутренних слоев к поверхностным слоям и называется влагопроводностью. Причем это перемещение тем интенсивнее, чем выше температура материала. Отсюда вытекает основное правило сушки: необходимо в начале сушильного процесса поддерживать максимально допустимую температуру материала, при которой не наблюдается ухудшения пищевых, технологических, семенных и других достоинств семян подсолнечника.

Но влага перемещается не только благодаря градиенту влагосодержания, она перемещается и благодаря градиенту температур (термовлагопроводности), т. е. влага перемещается от мало-нагретого участка к более нагретому, или, иными словами, влага перемещается по направлению потока тепла.

Применение того или иного способа сушки может способствовать в одном случае совпадению направления перемещения влаги

как в результате влагопроводности, так и термовлагопроводности, а в другом случае процесс испарения влаги в результате влагопроводности тормозит процесс испарения влаги в результате термовлагопроводности. В первом случае процесс испарения влаги будет протекать значительно интенсивнее, чем во втором. Для того чтобы эти процессы испарения влаги совпадали по направлению, необходимо, чтобы температура поверхности семянки подсолнечника была ниже температуры внутри ядра. Сушка будет значительно тормозиться, когда температура поверхности семянки выше температуры внутри ядра.

При сушке семян подсолнечника в шахтных прямоточных сушилках явление термовлагопроводности препятствует перемещению влаги изнутри к поверхности и интенсивность потока влаги равна разности между интенсивностью потока влаги в результате влагопроводности и интенсивностью потока влаги в результате термовлагопроводности. При рециркуляционной сушке влага испаряется как под воздействием процесса влагопроводности, так и под воздействием термовлагопроводности.

Температура материала в процессе сушки не равна температуре агента сушки. В первом периоде сушки температура материала равна температуре смоченного термометра, поэтому можно применять высокие температуры агента сушки. Например, при температуре воздуха 200°C и влагосодержании его $0,008\text{ кг/кг}$ температура смоченного термометра, а следовательно, и температура материала равна 47°C . При повышении температуры воздуха до 350°C при данном влагосодержании температура смоченного термометра увеличивается до 60°C .

При кратковременном нагреве материала температуру агента сушки можно значительно повысить. Пределом является температура, при которой температура испарения (температура смоченного термометра) будет равна или близка к допустимой температуре нагрева материала.

При высокой температуре агента сушки прогрев семян до допустимых температур и испарение влаги с поверхности происходят в течение нескольких секунд. Дальнейший подвод тепла нецелесообразен. Таким образом, для максимального использования тепла и сохранения качества семян рекомендуется применять максимально возможные температуры агента сушки при небольшой продолжительности нагрева.

СУШКА СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА В СУШИЛКАХ ШАХТНОГО ТИПА

Особенности сушки семян подсолнечника в шахтных зерносушилках

В шахтных зерносушилках сушат до 90% заготавливаемых семян подсолнечника. Высоковлажные семена в этих агрегатах подвергаются двух-, а иногда и трехкратной сушке, при этом нарушается поточность обработки, что значительно затрудняет работу с вновь поступающими семенами. Сушка в шахтных зерносушилках сопровождается ухудшением технологических достоинств семян. Это обусловлено конструкцией сушилки и технологией сушки семян. Из-за неравномерности движения семян по сечению шахт при их продувке агентом сушки наблюдается большая неравномерность нагрева семян: у стенок шахт они движутся медленнее, чем в середине, при этом неравномерность нагрева достигает более 10°C. Если же семена содержат сорную примесь, то возможно засорение шахт и нередко загорание сушилки. Поэтому не допускается сушка семян без их предварительной очистки.

В связи с тем что испарение влаги в шахтных зерносушилках идет под воздействием градиентов влагосодержания, а температурные градиенты тормозят сушку, удельный расход топлива на сушку в этих агрегатах на 30% выше, чем в современных рециркуляционных зерносушилках.

Для сушки высокомасличных семян подсолнечника продовольственного назначения разработаны специальные режимы при допустимой температуре нагрева семян 55°C (табл. 2).

2. Режимы сушки высокомасличных семян подсолнечника в шахтных зерносушилках

Влажность семян, %	Максимально допустимая температура агента сушки, °С, в зоне	
	первой	второй
До 15	120	135
Свыше 15 до 20	115	130
» 20 до 25	110	125
» 25	105	115

Модернизация сушилок

Неравномерность нагрева семян по горизонтальному сечению в зоне максимального нагрева семян колеблется в довольно широких пределах — от 40 до 70°C. Семена имеют наибольшую температуру нагрева в пристенных зонах, идущих параллельно коробам, что приводит к перегреву семян, их пересушиванию

и даже загоранию. Это объясняется тем, что в пристенных зонах расстояние между крайними коробами и стенкой сушилки примерно в 2 раза меньше, чем между коробами. Кроме того, при загрузке семян в сушилку происходит их самосортирование. Более легкие компоненты стекают к стенкам сушилки, что дополнительно уменьшает скорость движения семян в пристенной зоне. К сушилкам предъявляют требования, исключаящие любую возможность ухудшения качества семян подсолнечника в процессе сушки. Можно одновременно сушить семена с различной начальной влажностью и формировать партии подсолнечника не по влажности, а по технологическим достоинствам. Сушильная техника должна быть универсальной, т. е. обладать возможностью сушить не только семена подсолнечника, но и зерно любых культур.

Для создания одинаковых условий движения семян по сечению шахты производственниками предложено заменить пристенные ряды коробов на полукороба, в результате чего можно увеличить расстояние от боковой стенки шахты до коробов на 100...115 мм вместо существующих 43...65 мм. Для этого короб 1 демонтируют (рис. 1), разрезают на две половины и к одной приваривают заглушку 2 и вертикальную стенку. Такой полукороб монтируется на прежнее место. При этом вторая половина отверстия в стенке шахты заглушается. Это позволило увеличить скорость движения семян в пристенных зонах шахты.

Кроме того, для улучшения равномерности движения семян у стенок рационализаторами предложено смонтировать в нижнем ряду коробов 2 зоны охлаждения вертикальные перегородки 1 (рис. 2) из двухмиллиметровой стали от крайних коробов до соответствующей щели выпускного затвора. Это позволило направить семена пристенного слоя только в свою щель выпускного затвора.

Для более равномерного распределения сушильного агента по подводящим коробам устанавливают подводящие диффузоры по всей высоте сушильной камеры, а загрузку семян подсолнечника в надсушильные бункера проводить четырьмя — шестью грузочными самотечными трубами, что уменьшает самосортирование и позволяет равномерно загрузить сушилку. Для этого на самотечной трубе 1 (рис. 3) монтируют сборник 2. Снизу

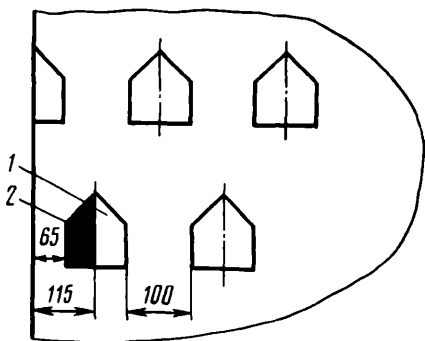


Рис. 1. Замена короба на полукороб:
1 — полукороб; 2 — заглушка.

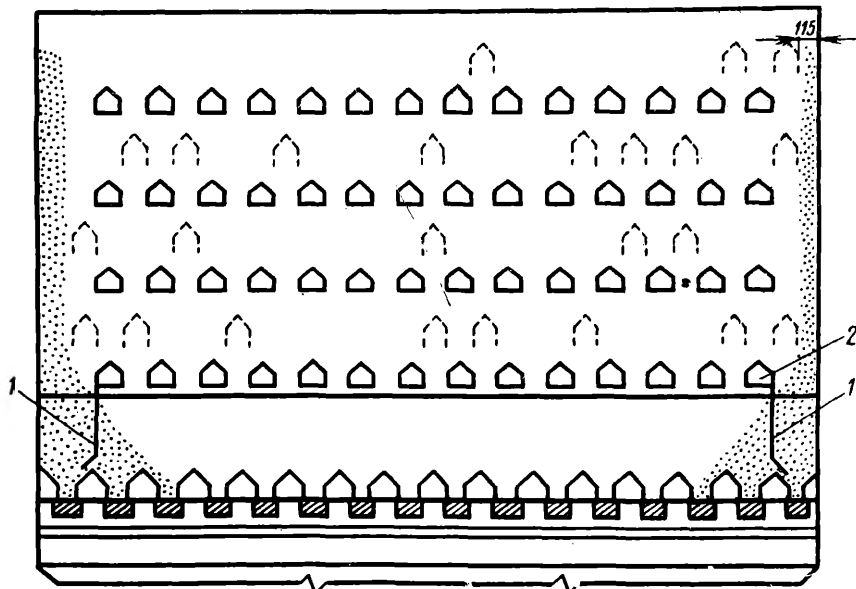


Рис. 2. Установка металлических перегородок в нижнем ряду коробов:
 1 — перегородка; 2 — короб.

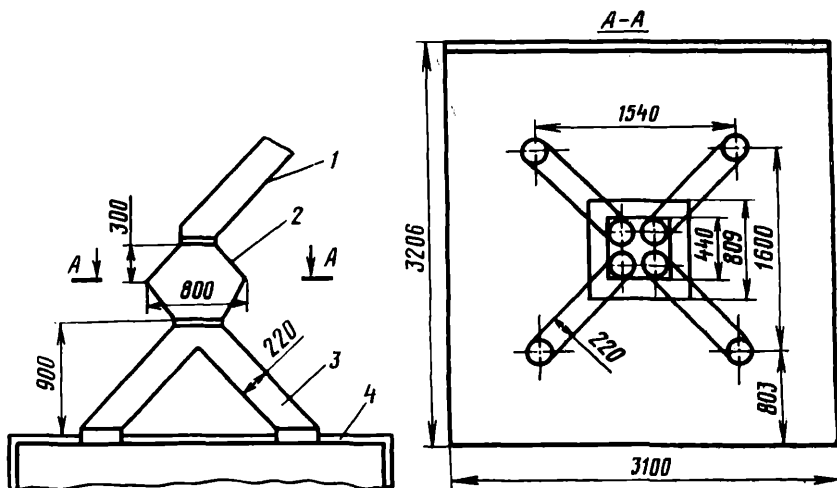


Рис. 3. Устройство для загрузки шахтной зерносушилки:
 1, 3 — самотечные трубы; 2 — сборник; 4 — надсушильный бункер.

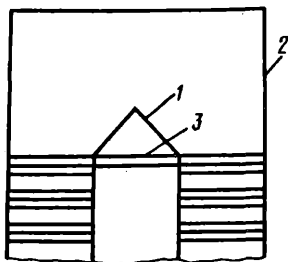


Рис. 4. Модернизация надсушильного бункера:
1 — рассекатель; 2 — надсушильный бункер;
3 — перегородка.

к нему подводят четыре или шесть само-
течных труб 3, которые вводятся в надсу-
шильный бункер 4.

Для предотвращения перегрева семян
под рассекателем (рис. 4) надсушильно-
го бункера 2, расположенного над напор-
но-распределительной камерой, устанавливают горизонтальную
металлическую перегородку 3.

Для интенсификации сушки семян подсолнечника в шахтных
зерносушилках Кубанским филиалом ВНИИЗ были обоснованы
более высокие температурные режимы сушки. Для семян под-
солнечника влажностью до 15% предельно допустимая темпе-
ратура нагрева семян 75°C, температура агента сушки 160...180°C
в первой и второй зонах. Температура нагрева семян влажностью
выше 15% 65...70°C, а температура агента сушки в первой зоне
160, во второй 140°C.

При этом не наблюдается существенного увеличения кислот-
ного числа масла, количества первичных и вторичных продуктов
окисления. Благодаря использованию высокотемпературных ре-
жимов сушки снижение влажности семян за один пропуск через
сушилку составляет в среднем 11,2%, а производительность
зерносушилки ДСП-32Х2-ОТ увеличивается до 76 план. т/ч.

Сушка семян подсолнечника с предварительным подогревом
позволяет не только интенсифицировать процесс сушки, но и
улучшить качество просушенных семян. В таблице 3 приведены
режимы сушки семян высокомасличного подсолнечника в шахт-
ных сушилках с предварительным конвективным подогревом.

3. Температура сушки, °С

Влажность семян, %	Предельно допустимая температура нагрева, °С			
		1-я	2-я	3-я
До 14*	75	130	100	—
Свыше 14**	65	160	120	90

*В сушилке № 1 спаренного агрегата.

**В сушилке № 2 спаренного агрегата либо в одинарной.

Для предварительного нагрева зерна используют различные типы подогревателей. Наибольшее распространение получил каскадный подогреватель, разработанный в ОТИП. Он представляет собой прямоугольный корпус с патрубками для ввода и вывода агента сушки, а также для ввода и выпуска семян. Подогреватель (рис. 5) состоит из верхней 2 и нижней 4 секций, наклонных перегородок 3, по которым семена скатываются сверху вниз. Агент сушки подводится снизу через патрубок 5 и отводится сверху через патрубок 1. Перегородки устанавливаются под углом 35° . В этом подогревателе применен валковый питатель с регулируемой при помощи заслонки выпускной щелью. Семена находятся в подогревателе в течение 10...12 с.

Подогреватель более совершенной конструкции состоит из корпуса, внутри которого размещены полки. Над корпусом монтируют приемный бункер с питателем. Подогреватель набран из отводящей секции 1 (рис. 6), двух рабочих секций 5 и 6, бункера 8, патрубков 7 и 2 для подвода и отвода агента сушки.

В подогревателе установлено два ряда полок. Общий поток семян на входе в подогреватель разделяется на две части. Каж-

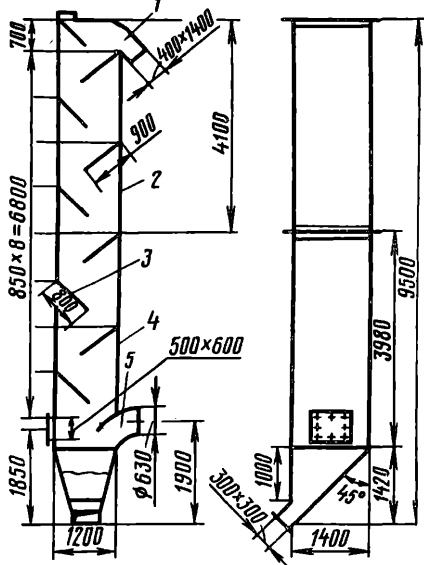


Рис. 5. Подогреватель:

1 — отводящий патрубок; 2 — верхняя секция колонки; 3 — перегородка; 4 — нижняя секция колонки; 5 — подводящий патрубок

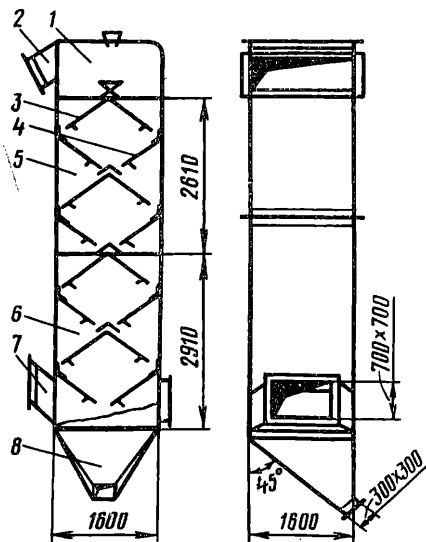


Рис. 6. Подогреватель с продуваемыми полками:

1 — отводящая секция; 2 — отводящий патрубок; 3, 4 — полки; 5, 6 — рабочие секции; 7 — подводящий патрубок; 8 — бункер.

дая часть потока движется по своему ряду полок 3 и 4. Всего смонтировано восемь пар полок, установленных под углом 40°. Корпус рабочих секций выполнен с двойными стенками, между которыми засыпан теплоизоляционный материал. Толщина теплоизоляции 60 мм. В этом подогревателе увеличена продолжительность пребывания зерна установкой полок в два каскада, что позволяет примерно вдвое увеличить путь движения материала в подогревателе и уменьшить среднюю скорость его перемещения. Подогреватели этого типа в настоящее время рекомендованы для широкого внедрения.

Сушка семян подсолнечника с применением предварительного подогрева более эффективна и менее продолжительна, чем без предварительного подогрева. Однако при высокой влажности семян не всегда удается снизить влажность за один цикл сушки.

Комбинированная сушка семян подсолнечника с предварительным нагревом в каскадном подогревателе

Сушка с предварительным нагревом семян в разрыхленном слое в подогревателе и с последующей досушкой нагретого материала после отлежки в шахтной сушилке заключается в следующем. Свежеубранные семена, предварительно очищенные от крупных примесей, смешиваются с рециркулирующими семенами. Эта смесь семян нагревается и частично подсушивается в каскадном подогревателе, подвергаясь интенсивной противоточной продувке агентом сушки. Затем нагретая смесь разделяется на два потока, один из которых досушивается и охлаждается в шахтной сушилке, второй направляется на рециркуляцию. Рециркулирующие семена смешиваются до поступления в подогреватель со свежими сырыми семенами. Время нахождения семян в шахтах подбирают так, чтобы обеспечивалось заданное снижение влажности при необходимой температуре нагрева семян.

Комплект оборудования для реконструкции зерносушилки ДСП-32-ОТ разработан Целиноградским филиалом ЦКТБ ВНИИЗ. В комплект оборудования входят каскадный подогреватель, вентилятор Ц4-76 № 10, бункер для отходов, два циклона ЦОЛ-12, газоходы и детали к ним.

Реконструированная сушилка работает по следующей технологической схеме (рис. 7). Сырые семена подсолнечника после очистки в ворохоочистителе 19 и сепараторе 20 норией 16 направляют в приемный бункер, установленный над подогревателем 12. Бункер разделен на две части — для рециркулирующих 8 и свежих 9 семян подсолнечника. Под приемным бункером смонтирован питатель 10, предназначенный для смешивания сырых и рециркулирующих семян и ввода смеси в нагреватель. Питатель для смешивания свежих и рециркулирующих семян 14.

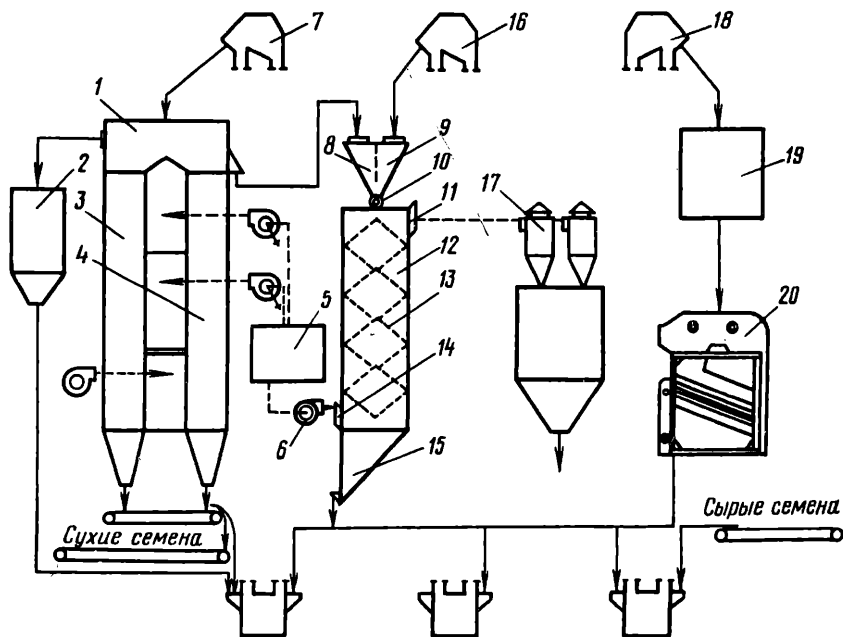


Рис. 7. Технологическая схема сушки семян подсолнечника с использованием зерносушилки ДСП-32-0Т с предварительным подогревом и рециркуляцией:

1 — надсушильный бункер; 2 — бункер; 3,4 — шахты; 5 — топка; 6 — вентилятор; 7,16,18 — норрии; 8 — бункер для рециркулирующих семян; 9 — бункер для свежих семян; 10 — питатель; 11 — патрубок для отработавшего агента сушки; 12 — подогреватель; 13 — полка; 14 — патрубок для агента сушки; 15 — выпускной бункер; 17 — циклон; 19 — ворохоочиститель; 20 — сепаратор.

позволяет автоматически поддерживать необходимое соотношение потоков семян и осуществлять регулировку работы сушилки.

После питателя семена попадают на гребенчатый распределитель, который разделяет смесь семян на два равных потока. Каждый поток движется в рабочих секциях по своему ряду каскадных решетчатых полок.

Семена подсолнечника, попадая в подогреватель 12, подсушиваются и одновременно очищаются от легких примесей. Из подогревателя семена через бункер 15 с грузовым клапаном норией 7 направляют в надсушильный бункер 1, где происходит выравнивание температуры и частично влажности в семенах. После отлежки большая часть семян поступает в шахты 3 и 4 на досушивание, а избыток семян по самотечной трубе подается в бункер 8 рециркулирующих семян над подогревателем.

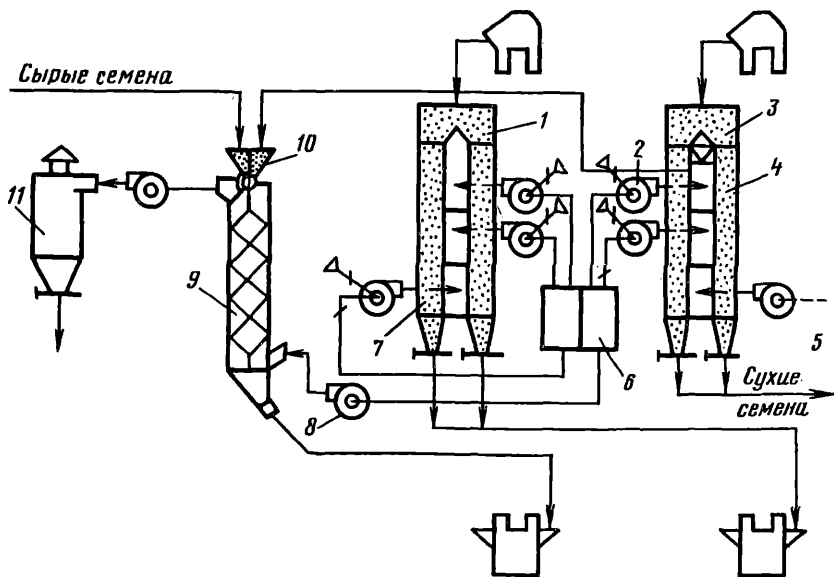


Рис. 8. Комбинированный способ сушки семян подсолнечника с использованием двух агрегатов сушилок ДСП-32-ОТ:

1, 3 — надшахтные бункера; 2, 5, 8 — вентиляторы; 4, 7 — шахты; 6 — топка; 9 — подогреватель; 10 — бункер; 11 — циклон.

Таким образом, обе шахты сушилки используются только для подсушивания и охлаждения семян, а рециркуляция осуществляется только через подогреватель и надсушильный бункер.

Агент сушки в подогреватель подается из существующей топки вентилятором Ц4-76 № 10.

Перевод спаренных зерносушильных агрегатов ДСП-32×2-ОТ на комбинированный способ сушки можно осуществить по следующей технологической схеме. Свежеубранные и рециркулирующие семена подсолнечника смешиваются в смесителе и подсушиваются в каскадном подогревателе 9 (рис. 8). На рециркуляцию семена подаются с надсушильного бункера 3 сушилки ДСП-32-ОТ. Охлаждающая шахта 7 другой сушилки работает как сушильная.

Производительность выпуска семян из шахты 7 регулируют по наибольшей производительности норрии, подающей семена в надшахтный бункер 3. Шахты 4 сушилки служат для подсушивания и охлаждения семян. При необходимости можно перевести вторую зону шахты 4 на охлаждение. Для этого в воздуховоде агента сушки из топки в шахту устанавливают регулируемую заслонку.

4. Режимы сушки семян подсолнечника комбинированным способом в зерносушилке ДСП-32-ОТ

Влажность семян, %	Температура агента сушки, °С								
	подогреватель	одинарная сушилка		спаренная сушилка					
		зоны		сушилка № 1			сушилка № 2		
		1-я	2-я	зоны			зоны		
1-я	2-я			охлаждающая	1-я	2-я	охлаждающая		
До 14	140	120	100	130	110	90	100	Наружный воздух	
Свыше 14	180	140	110	150	120	100	100	100	Наружный воздух

В таблице 4 приведены режимы сушки семян подсолнечника, разработанные ОТИПП для зерносушилок ДСП-32-ОТ и ДСП-32×2-ОТ, переведенных на комбинированный способ сушки при предельно допустимом нагреве семян 60°С. В результате реконструкции производительность сушилки при влажности подсолнечника 23% превысила паспортную на 35%. При этом кислотное число масла после сушки не изменяется.

Комбинированная сушка семян подсолнечника с предварительным нагревом в напорно-распределительной камере

Оригинальная реконструкция зерносушилки ДСП-32-ОТ для сушки семян подсолнечника предложена с использованием напорно-распределительной камеры. Реконструировать можно любую шахтную сушилку, имеющую спаренные шахты и напорно-распределительную камеру. В качестве камеры предварительного нагрева семян использована напорно-распределительная камера зерносушилки, в которой демонтируются перегородки, разделяющие зерносушилку на зоны сушки. По всей высоте камеры предварительного нагрева устанавливают короба-рассекатели 11 (рис. 9) для создания свободно падающего «дождевого» потока зерна. Между камерой предварительного нагрева зерна и зоной охлаждения установлен сборник зерна 12.

В надшахтном бункере демонтируют рассекатель и вместо него над напорно-распределительной камерой 4 устанавливают ряд задвижек с одним приводом. По осевой линии задвижек под ними монтируют рассекатели 10 потока зерна, рядом с которым устанавливают полукороба, образующие щели между

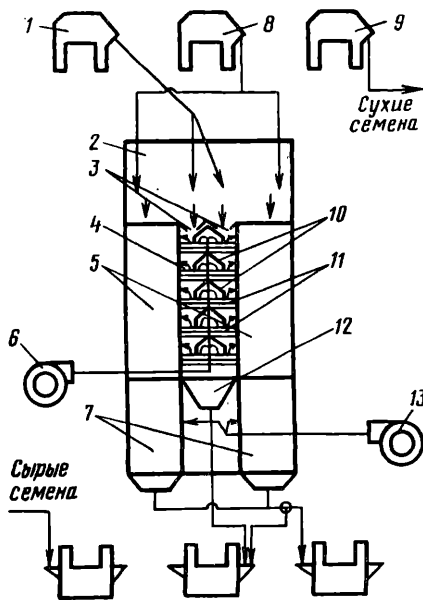


Рис. 9. Технологическая схема сушилки семян подсолнечника с использованием шахтной сушилки ДСП-32-ОТ:

1 — норрия для сырых семян; 2 — надшахтный бункер; 3 — загрузочные щели; 4 — напорно-распределительная камера; 5 — шахта; 6 — вентилятор; 7 — шахта для охлаждения семян; 8 — рециркуляционная норрия; 9 — норрия для подачи сухих семян в склад; 10 — коробка-рассекатели; 11 — рассекатели; 12 — сборник; 13 — вентилятор.

собой шириной 50...60 мм по всей длине напорно-распределительной камеры.

Бункер 2 над шахтами 5 используют как теплообменник. Дополнительно в технологической линии сушилки ДСП-32-ОТ монтируют рециркуляционную норрию 8 производительностью 175 т/ч.

К зерносушилкам ДСП-32-ОТ, имеющим спаренные норрии производительностью 100×2 т/ч, не требуется дополнительно норрии (табл. 4). Рециркуляцию выполняет спаренная норрия.

Зерносушилка работает по следующей схеме. При закрытых задвижках бункера 2 (см. рис. 9) загружают сырым подсолнечником шахты 5 и сам бункер 2. После полной загрузки при работающей норрии 8, обеспечивающей рециркуляцию зерна, открываются задвижки камеры предварительного нагрева и в работу включается топка. Агент сушки вентилятором 6 подается в напорно-распределительную камеру 4. При противоточной продувке семена, падающие в виде «дождя» сверху вниз, нагреваются и подсушиваются. Далее агент сушки по подводящим коробам поступает в шахты 5 сушилки по обычной схеме. Семена из шахт 5 направляются также в рециркуляционную норрию 8. По замкнутому циклу сушилка работает до тех пор, пока семена не нагреются до необходимой температуры, после чего включается в работу вентилятор 13 зоны охлаждения.

Охлажденные и высушенные семена подсолнечника норрией 9 подают в склад. Одновременно норрией 1 в сушилку направляют сырые семена, которые поступают в напорно-распределительную камеру 4, а затем после нагрева и подсушивания — в бункер 2. Из него семена поступают в шахты 5, где высушиваются, а затем в шахте 7 охлаждаются и норрией 9 выводятся из сушилки.

Испытания зерносушилки ДСП-32-ОТ, реконструированной по данной схеме, при сушке высокомасличного подсолнечника проведены Кустанайской МИС на Кушнаренковском хлебоприемном предприятии Башкирской АССР. Начальная влажность семян была в пределах 23,2 . 25,4 %, с содержанием сорной примеси 1,31 . 3,18 %, масличной примеси 3,92 . 4,55 %. Кислотное число масла колебалось от 1,7 до 2,9 мг КОН. Температура агента сушилки поддерживалась в пределах 122°С, при этом температура отработанного агента сушки была в среднем 53°С.

Семена нагревали до 38...55°С (в среднем до 50°С). Неравномерный нагрев семян обуславливает скачкообразный характер изменения кислотного числа масла. Так, при низких температурах нагрева (до 38°С) наблюдалось увеличение этого показателя. Нагрев семян в пределах 51 . 55°С способствовал уменьшению кислотного числа масла на 0,1 . 0,9 мг КОН.

Расход агента сушки на 1 план. т семян подсолнечника составляет 2163 м³/ч, это обеспечивает съём влаги подсолнечника за один пропуск на 17,0 %. Средняя производительность сушилки 33,3 план. т/ч. В процессе сушки семян подсолнечника в реконструированной зерносушилке наблюдалось снижение сорной примеси на 0,14 . 1,97 % (в среднем на 0,81%) в результате выноса легкой органической примеси из коробов. Отмечено увеличение масличной примеси в основном за счет увеличения обрубленных семян в среднем на 1,72%. Удельный расход электроэнергии составил в среднем 3,0 (кВт· ч)/план. т, удельный расход топлива — 8,5 кг/план. т. Установлена неравномерность нагрева семян в связи с неодинаковым распределением агента сушки по коробам и пребыванием семян в зоне сушки. Достоинством этой сушилки являются низкие затраты на реконструкцию (в пределах 10 000 р.), низкие расходы электроэнергии и топлива. Техническая характеристика шахтной зерносушилки ДСП-32-ОТ с предварительным нагревом подсолнечника в напорно-распределительной камере приведена ниже:

Производительность, план. т/ч	33,3
Установленная мощность, кВт	153,5
Потребляемая мощность, кВт· ч	100
Удельный расход условного топлива, кг/план.т	8,5
Удельный расход электроэнергии, (кВт· ч)/план.т	3,0
Масса, кг	48 480

Глава 3

СУШКА СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА В РЕЦИРКУЛЯЦИОННЫХ ЗЕРНОСУШИЛКАХ

Особенности сушки семян подсолнечника в рециркуляционных зерносушилках

Основой технического прогресса в зерносушении на современном этапе является внедрение в производство рециркуляционных агрегатов с интенсивным нагревом падающего зерна и контактным влагообменом между сырым и рециркулирующим зерном. Эти зерносушилки обеспечивают:

высокое качество просушенного зерна;

возможность одновременной сушки зерна различной влажности за один пропуск, что позволяет формировать партии зерна по признакам, определяющим его пищевые и технологические достоинства;

определенную степень универсальности использования агрегата при сушке зерна различных культур;

более высокие технико-экономические показатели по сравнению с шахтными сушилками;

высокую надежность в работе, простоту и безопасность обслуживания;

возможность автоматизации управления процессом сушки.

По данным Казахского филиала ВНИИЗ, а также с учетом производственного опыта можно сделать вывод о целесообразности сушки семян подсолнечника в высокопроизводительных рециркуляционных зерносушилках типа «Целинная».

Технология сушки в этих агрегатах предусматривает кратковременный нагрев зерна (2–3 с), отволаживание и охлаждение. За один цикл сушки испаряется около 2% влаги. Градиенты температур и влажности совпадают по направлению, и влага из семян подсолнечника удаляется под влиянием термовлагопроводности и влагопроводности.

Рециркуляционные зерносушилки просты и надежны в эксплуатации, для их монтажа используется оборудование, производство которого налажено. Этим объясняется массовое внедрение рециркуляционных агрегатов на многих хлебоприемных предприятиях. К тому же зерно в них не только эффективно сушится, но и одновременно очищается от сорной примеси.

Технология сушки зерна рециркуляционных зерносушилок коренным образом отличается от технологии сушки в шахтных. Принцип работы рециркуляционных зерносушилок основан на смешивании определенного количества сырого зерна с большим количеством сухого. Сушка осуществляется при чередовании

кратковременного нагрева смеси зерна в восходящем потоке агента сушки при температуре 250—350°C, отволаживании нагретой смеси зерна, последующем охлаждении и рециркуляции большей части просушенного зерна.

Над камерой нагрева установлен бункер с бесприводным загрузочным механизмом. Загрузочный механизм не только равномерно распределяет зерно по сечению камеры, но и представляет своеобразный компенсатор рециркуляционной норрии для создания определенного уровня зерна в бункере и ликвидации подсосов атмосферного воздуха в камеру нагрева. Решетка в верхней части бункера улавливает крупные примеси.

Камера нагрева предназначена для рассеивания отдельных потоков зерна и нагрева его при падении. Рассеивание происходит при помощи специальных тормозящих элементов. Это — горизонтальные ряды труб большого диаметра, расположенные по всей высоте камеры с определенным шагом, или другие элементы, назначение которых — создать «дождь» зерна по всему поперечному сечению камеры и увеличить время его падения до 2—3 с. Двойные стенки камеры изготовлены из листового железа. Пространство между стенками заполнено теплоизоляционным материалом асбозуритом.

Теплообменник предназначен для выравнивания температуры и частично влажности между сырым и рециркулирующим зерном.

В шахтах охлаждения удаляется большая часть влаги из зерна. Для равномерного выпуска зерна по сечению шахт применены бесприводные выпускные устройства, которыми регулируют также производительность выпуска зерна.

В рециркуляционной зерносушилке зерно сушат по следующей технологической схеме. Сырое зерно из оперативного бункера 7 (рис. 10) в рециркуляционной норрии 1 смешивается с просушенным зерном. Смесь через загрузочное устройство 2 попадает в камеру нагрева 3, где при свободном падении зерно нагревается восходящим потоком агента сушки. Нагретая смесь зерна выдерживается в теплообменнике 4, из которого двумя потоками поступает в шахты 5 и 6 и продувается атмосферным воздухом. Из шахты окончательного охлаждения 5 зерно подают на хранение, а из шахты 6 — в рециркуляционную норрию 1. Затем процесс повторяется.

В результате одного цикла сушки нагрев — отволаживание — охлаждение удаляется сравнительно небольшое (около 2%) количество влаги. Поэтому сырое зерно должно смешиваться с рециркулирующим (сухим) в таком соотношении, чтобы средневзвешенная влажность смеси до сушки была больше средневзвешенной влажности просушенного зерна на величину снижения влажности за один цикл сушки.

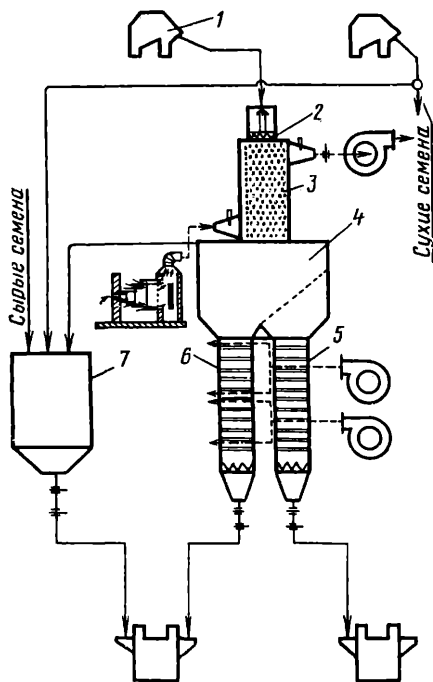


Рис. 10. Технологическая схема сушки семян подсолнечника с использованием рециркуляционной сушилки:

1 — нория; 2 — загрузочное устройство; 3 — камера нагрева; 4 — теплообменник; 5, 6 — шахты для охлаждения семян 7 — бункер.

Рециркуляционная сушка наиболее приемлема для семян подсолнечника. Семена интенсивно нагреваются в камере нагрева, влагообмен между сырыми и сухими семенами протекает значительно интенсивнее, чем у злаковых культур, испарение влаги за один проход через сушилку выше, чем у зерна пшеницы и других культур. По результатам исследований нагрева семян подсолнечника в рециркуляционных сушилках, проведенных авторами, наиболее эффективной является камера нагрева с тормо-

озящими элементами в виде двух конусов, состыкованных основаниями и набранных в гирлянды.

Эффективность влагообмена между семенами различной влажности определяется соотношением

$$\varepsilon = \frac{(w_1 - w_2)(100 - w_1) + (100 - w_3)100}{n(w_1 - w_3)(100 - w_2)},$$

где w_1 и w_2 — начальная и конечная влажность подсолнечника, %; w_3 — начальная влажность рециркулирующих семян, %; n — кратность смешивания.

Эффективность влагообмена между семенами подсолнечника зависит от продолжительности, температуры смеси семян, кратности смешивания, разности между влажностью сырых и рециркулирующих семян.

Выявлены закономерности зависимости эффективности влагообмена (ε) от отдельных факторов: от продолжительности процесса (τ): $\varepsilon_\tau = 15,47 + 1,12 \tau$, от коэффициента рециркуляции (n): $\varepsilon_n = 30,77 + 3,14 n$, от начальной влажности сырых семян (w_1) $\varepsilon_{w_1} = 37,82 + 0,18 w_1$, от температуры нагрева семян (Θ) $\varepsilon_\Theta = 14,69 + 0,46 \Theta$.

На величину эффективности влагообмена наибольшее влияние оказывает кратность смешивания, наименьшее — начальная влажность сырых семян. С повышением температуры нагрева семян и ростом коэффициента рециркуляции эффективность влагообмена возрастает.

Для определения эффективности (%) влагообмена семян подсолнечника в зависимости от условий процесса предложена формула

$$\varepsilon = 6,90 \left(\frac{\Delta w}{w_1} \right)^{0,10} \left(\frac{T}{273} \right)^{5,77} \cdot n^{0,397},$$

где Δw — разность влажности сырых и рециркулирующих семян, %; T — температура нагрева семян, К.

При отволаживании семян подсолнечника в тепловлагообменнике при оптимальных условиях может перераспределиться 60–70% влаги от ее общего количества. Результаты исследований свидетельствуют о целесообразности отволаживания семян подсолнечника в тепловлагообменнике в течение 15...20 мин.

Использование рециркуляционных зерносушилок для сушки семян подсолнечника

Хлебоприемные предприятия накопили большой опыт сушки семян подсолнечника в рециркуляционных зерносушилках (табл. 5).

5. Результаты сушки семян подсолнечника в зерносушилке «Целинная-50» на Еркиншлинском элеваторе

Влажность семян, %		Температура, °С		Содержание примеси, %			
до сушки	после сушки	агента сушки	нагрева семян	сорной		масличной	
				до сушки	после сушки	до сушки	после сушки
13,2	5,6	350	60	2,1	1,4	22,3	17,9
13,0	8,2	300	45	2,0	1,3	15,6	13,9
13,0	6,4	250	60	2,0	1,1	16,9	15,3

На Лебяжинском хлебоприемном предприятии семена подсолнечника влажностью 19,1–20,2% сушили также в зерносушилке «Целинная-50». Обобщенные данные приведены в таблице 6.

В таблице 7 приведены опытные данные сушки семян подсолнечника в зерносушилке РД-2×25.

При сушке семян подсолнечника была отмечена большая

6. Результаты сушки семян подсолнечника в зерносушилке «Целинная-50» на Лебяжинском хлебоприемном предприятии

Влажность семян, %		Температура, °С		Кислотное число масла, мг КОН		Перекисное число, % йода	
до сушки	после сушки	агента сушки	нагрева семян	до сушки	после сушки	до сушки	после сушки
19,6	7,6	225	45	12,7	3,89	0,265	0,362
19,7	7,6	235	50	12,7	3,49	0,265	0,363
19,1	7,1	240	55	12,7	7,76	0,265	0,460
19,7	5,6	250	60	12,7	5,28	0,265	0,363
20,2	5,5	270	65	12,7	3,68	0,265	0,294
19,8	6,3	250	60	12,7	6,08	0,265	0,475
19,2	5,8	250	60	12,7	3,80	0,265	0,307

7. Результаты сушки семян подсолнечника в зерносушилке РД-2×25 на Левобережном элеваторе Восточно-Казахстанской области

Влажность семян, %		Температура, °С		Кислотное число масла, мг КОН	
до сушки	после сушки	агента сушки	нагрева семян	до сушки	после сушки
20,4	9,1	301	51	1,42	2,41
21,0	8,0	323	56	1,86	1,42
21,6	6,9	349	61	1,54	1,44
26,7	8,8	355	63	3,22	2,52
22,4	8,5	336	60	5,73	4,11

пожароопасность этих сушилок. Достаточно было уменьшить или кратковременно прекратить подачу рециркулирующих семян в камеру нагрева (остановка рециркуляционной норрии), как маслянистая пыль, налипшая на стенках камеры нагрева, под влиянием высокой температуры агента сушки начинала тлеть. Обрушиваясь со стенок, она попадала в теплообменник, а затем в шахты или выносилась отработавшим агентом сушки из камеры нагрева. При продувке шахт воздухом тлевшая маслянистая пыль загоралась, воспламеняя семена подсолнечника. Попадая вместе с отработавшим агентом сушки в воздухопроводы и циклоны, тлеющая маслянистая пыль поджигала пыль, осевшую на стенках воздухопроводов, в циклонах и бункерах отходов. Если в шахте сушилки горение семян подсолнечника сопровождалось открытым пламенем, то в воздухопроводах, циклонах, бункерах отходов маслянистая пыль только тлела, выделяя большое количество дыма.

Еще большую пожароопасность имеет зерносушилка РД-2×25.

Это вызвано наличием осадочной камеры, совмещенной с камерой нагрева зерносушилки.

Положительные результаты были получены при сушке семян подсолнечника в зерносушилке «Целинная-20» на базе двух зерносушилок ЗСПЖ-8. Эта сушилка отличается от классической схемы тем, что камера нагрева у нее размещена не над теплооблагодобменником, а параллельно ему.

Технологическая схема сушилки предусматривает подачу сырых семян из бункера 1 (рис. 11) в норрию 2 производительностью 100 т/ч, где они смешиваются с рециркулирующими семенами. Смесь семян поступает затем в бункер 3, а затем в камеру нагрева 4. Нагретая смесь семян норрией 5 подается в теплооблагодобменник 6. После этого семена попадают в шахты 7 зерносушилки ЗСПЖ-8. Из одной сушилки семена направляют

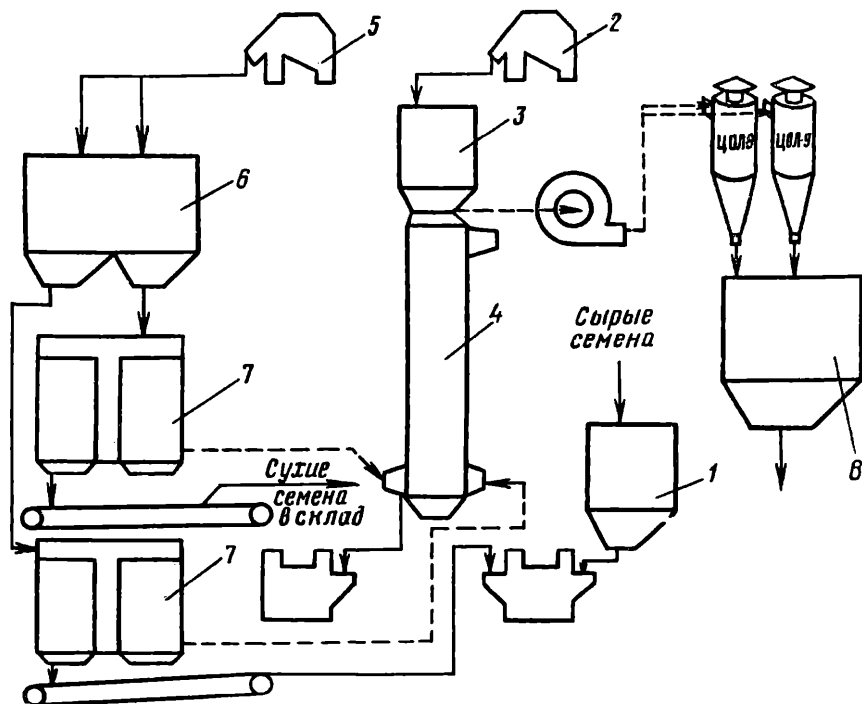


Рис. 11. Технологическая схема сушки семян подсолнечника с использованием зерносушилки «Целинная-20»:

1 — бункер для сырого зерна; 2 — рециркуляционная норрия; 3 — бункер над камерой нагрева; 4 — камера нагрева; 5 — норрия; 6 — теплооблагодобменник; 7 — шахты зерносушилок ЗСПЖ-8; 8 — бункер для отходов.

в склад, из другой — на рециркуляцию в норию 2. Далее процесс сушки повторяется.

Сушка семян подсолнечника в таком агрегате была проведена на Алтайском хлебоприемном предприятии Восточно-Казахстанской области. В таблице 8 приведены основные технико-экономические показатели сушилки и качество семян до и после сушки.

8. Технико-экономические показатели зерносушилки «Целинная-20» при сушке семян подсолнечника

Показатели	Варианты сушки		
	1-й	2-й	3-й
Температура агента сушки, °С:			
на входе в камеру нагрева	250	260	290
на выходе из камеры нагрева	78	77	70
Температура семян, °С:			
до сушки	12	13	12
в тепловлагообменнике	55	50	52
после сушки	28	24	25
Влажность семян, %:			
до сушки	11,3	10,9	11,1
после сушки	6,8	7,0	6,4
Сорная примесь, %:			
до сушки	1,88	2,72	2,11
после сушки	1,53	2,15	1,84
Масличная примесь, %:			
до сушки	1,83	1,92	1,29
после сушки	1,44	1,56	1,19
Производительность, т/ч	8,40	9,33	8,60
Масличность лузги, %:			
до сушки	1,80	1,46	1,37
после сушки	2,00	1,65	1,37
Кислотное число масла, мг КОН:			
до сушки	0,66	0,83	0,85
после сушки	0,52	0,73	0,65
Перекисное число масла, % йода:			
до сушки	0,13	0,12	0,14
после сушки	0,14	0,10	0,13

В результате производственных испытаний сушилки «Целинная-20» ее физическая производительность достигла 200 . 250 т/сут. Случаев загорания сушилки не было.

Учитывая повышенную пожароопасность рециркуляционных сушилок при сушке семян подсолнечника, инструкцией по сушке продовольственного, кормового зерна, маслосемян и эксплуатации сушилок № 9-3—82 предусмотрены мягкие режимы сушки (табл. 9).

9. Высшие пределы температуры агента сушки и нагрева семян подсолнечника в рециркуляционных зерносушилках

Влажность семян, %	Предельная температура нагрева семян, °С	Предельная температура агента сушки в камере нагрева, °С
До 15	55	250
> 20	55	220
Свыше 20	50	200

Рециркуляционная сушка семян подсолнечника при повышенной температуре агента сушки

Казахский филиал ВНИИЗ уточнил существующие технологические режимы сушки семян подсолнечника в зерносушилках типа «Целинная» с использованием более высоких температур нагрева семян. Установлены некоторые закономерности процесса сушки семян высокомасличного подсолнечника в рециркуляционных зерносушилках, в частности изменения температуры нагрева и влажности в зависимости от кислотного и перекисного чисел масла, травмируемости и других показателей качества семян подсолнечника.

При сушке семян подсолнечника в зерносушильных агрегатах типа «Целинная» основными параметрами сушки являются температура агента сушки и нагрев семян. Основным показателем качества семян подсолнечника как сырья для получения масла является его кислотное число: чем ниже кислотное число, тем более высокого качества вырабатываемое масло. Изменение кислотного числа масла в процессе сушки неразрывно связано с активностью фермента липазы, которая зависит от температуры нагрева семян, влажности и продолжительности воздействия. Чем выше начальная влажность семян, тем при более низких температурах нагрева наступает снижение активности фермента.

Высокотемпературная сушка семян подсолнечника в рециркуляционных зерносушилках благотворно сказывается на показателях качества масла. Так, при нагреве семян в сушилке до 60–70°С происходит снижение кислотного числа, а при более низких температурах нагрева (до 50°С) — некоторое увеличение кислотного числа масла (табл. 10). Однако кислотное число масла снижается при температурах свыше 70°С, и снижение этого показателя тем больше, чем выше температура нагрева семян. Но при более высоких температурах нагрева семян происходит увеличение травмируемости из-за пересушивания плодовой оболочки. Семена подсолнечника с нарушенной плодовой оболочкой плохо хранятся и быстро портятся.

10. Изменение показателей качества семян подсолнечника в зависимости от температуры их нагрева

Температура, °С		Влаж-ность, %	Кислот-ное чис-ло мас-ла, мг КОН	Перекис-ное чис-ло мас-ла, %	Содер-жание травми-рованных семян, %	Сорная примесь, %	Маслич-ная примесь, %	Энергия прорас-тания, %	Всхо-жесть, %
агента сушки	нагрева семян								
	Исходн.	11,2	4,5	0,07	39,0	0,5	1,2	91	94
210	40	7,0	6,5	0,10	39,8	0,6	1,5	92	96
238	50	7,0	5,5	0,10	37,6	0,3	1,4	90	94
250	60	6,7	4,0	0,06	38,4	0,4	1,0	79	83
280	70	7,3	3,4	0,05	38,8	0,5	1,2	12	16
330	80	6,8	3,5	0,07	46,8	0,2	0,9	0	0
	Исходн.	14,7	4,9	0,04	38,9	0,7	1,1	90	93
218	40	6,8	6,8	0,08	37,2	0,4	1,6	91	94
240	50	6,9	4,7	0,07	38,9	0,6	1,5	88	92
250	60	7,0	4,0	0,05	40,2	0,5	1,3	76	80
280	70	7,4	3,7	0,04	38,8	0,7	1,5	13	14
340	80	6,6	3,8	0,06	46,8	0,6	1,2	2	9
	Исходн.	19,4	5,5	0,04	39,4	0,5	0,9	89	90
232	40	6,7	5,5	0,07	39,8	0,2	1,5	89	91
248	50	7,4	5,1	0,04	38,6	0,4	1,3	86	88
260	60	7,2	4,5	0,02	39,2	0,5	0,9	70	74
315	70	6,8	4,3	0,04	48,8	0,3	0,7	12	14
350	80	6,6	3,6	0,08	50,6	0,6	0,8	0	0
	Исходн.	23,6	4,9	0,07	38,1	0,6	1,0	91	94
246	40	7,3	4,8	0,07	36,6	0,4	1,6	90	93
252	50	7,5	4,5	0,06	37,9	0,5	1,4	89	92
262	60	7,2	3,6	0,05	38,0	0,3	0,8	62	64
320	70	7,0	3,5	0,07	48,2	0,2	1,0	9	12
350	80	6,7	3,3	0,05	52,4	0,5	0,9	0	0

Определены наиболее благоприятные температурные режимы сушки, при которых достигаются наилучшие условия хранения семян, улучшается качество вырабатываемого из семян масла.

С учетом сохранения качества масла и технологических свойств семян подсолнечника были рекомендованы следующие режимы сушки (табл. 11):

11. Режимы сушки семян подсолнечника в зерносушилках типа «Целинная»

Влажность семян, %	Температура, °С	
	нагрева семян подсолнечника	агента сушки
До 15	70±5	290±10
Свыше 15	60±5	300±10

Снижение пожароопасности рециркуляционных зерносушилок

Работами, проведенными в Казахском филиале ВНИИЗ по обобщению производственного опыта сушки семян подсолнечника в агрегатах типа «Целинная», установлено, что на практике применяются сравнительно мягкие температурные режимы сушки. Так, температура агента сушки на входе в камеру нагрева колеблется в пределах 180—200°C, при этих температурах агента сушки семена нагреваются в тепловлагообменнике только лишь до 40—45°C. Это приводит к резкому снижению производительности сушилок, к ухудшению качества вырабатываемого из семян масла. Использование даже инструкторных режимов сушки затруднено в связи с возможным загоранием семян в сушилке. Таким образом, повышенная пожароопасность — основная причина недостаточного использования зерносушилок типа «Целинная» для сушки семян подсолнечника.

Масличная пыль воспламеняется при температуре агента сушки 205°C, а самовоспламеняется при температуре 425°C. Следовательно, можно применять достаточно высокую температуру агента сушки, при этом не произойдет самовоспламенения. Воспламенение может произойти при температуре агента сушки 205°C и выше в том случае, если в камеру нагрева с накопившейся на стенках масличной пылью попадет искра. Следовательно, применяя режимы сушки семян подсолнечника ($t = 250^\circ\text{C}$ при влажности до 15%), предусмотренные инструкцией № 9-3—82, возможно загорание пыли при нарушении правил эксплуатации рециркуляционных зерносушилок. Особенно возрастает опасность загорания при условии, если семена поступают в камеру не по всему поперечному сечению, а по какой-то его части. В результате там, где семена отсутствуют, агент сушки не отдает своего тепла семенам и пронизывает камеру снизу доверху, воспламеняя пыль.

Для снижения пожароопасности рециркуляционных зерносушилок при сушке семян подсолнечника необходимо: 1) не допускать накопления масличной пыли в камере нагрева и устранить попадание искр из топki в камеру нагрева; 2) равномерно распределять семена по всему сечению камеры нагрева при максимальной загрузке рециркуляционной норки; 3) снижать температуру агента сушки до 200°C. Первые два условия снижения пожароопасности зависят от совершенства узлов сушилки. Третье условие неприемлемо, так как снижение температуры агента сушки резко уменьшает производительность сушилки.

Рассмотрим более подробно возможности снижения пожароопасности рециркуляционных зерносушилок при сушке семян подсолнечника путем совершенствования узлов зерносушилки.

Бункер над камерой нагрева. Предназначен для равномерного распределения семян по всему сечению камеры нагрева. К нему предъявляются следующие требования: поддержание заданного уровня семян в бункере при изменении производительности рециркуляционной норрии, обеспечение равномерной загрузки камеры нагрева по ее поперечному сечению, предотвращение подсоса атмосферного воздуха в камере нагрева, обеспечение очистки семян от крупных примесей и инородных предметов.

Применяемая на практике конструкция бункера не полностью отвечает поставленным требованиям. Так, по техническим условиям бункер должен быть заполнен семенами на высоту не менее 300 мм. В этом случае слой материала препятствует подсосу атмосферного воздуха, а семена равномерно поступают в камеру нагрева. Регулировку уровня проводят вручную, поэтому она полностью зависит от квалификации зерносушильщика.

При увеличении производительности рециркуляционной норрии уровень семян в бункере поддерживается на необходимой отметке благодаря двум сливным трубам. При снижении производительности рециркуляционной норрии для поддержания нужного уровня семян необходима ручная регулировка. Кроме того, сечение выпускных воронок бункера в процессе работы постепенно уменьшается в результате накопления отдельных примесей. Поэтому периодически необходимо полностью открывать отверстия воронок и снова регулировать уровень семян в бункере. Другим недостатком существующей конструкции бункера является постепенное накопление крупных примесей и инородных предметов на решетке.

Все описанные недостатки конструкции бункера над камерой нагрева можно обобщить в следующие группы: невозможность гарантированного поддержания уровня семян при снижении производительности рециркуляционной норрии, отсутствие механизированного вывода крупных примесей и инородных предметов из бункера, засорение выпускных воронок бункера.

Казахским филиалом ВНИИЗ предложена конструкция бункера над камерой нагрева, в которой устранены некоторые из перечисленных недостатков.

На всех рециркуляционных зерносушилках применяется бункер над камерой нагрева с бесприводным загрузочным устройством, которое имеет задвижки центрального открытия (4 . 8 шт.) с общим винтовым приводом для изменения степени их открытия. Бесприводное загрузочное устройство является несовершенным узлом, так как для проведения регулировок необходимо подниматься на высоту более 20 30 м. Чтобы этого не делать, зерносушильщик полностью открывает задвижки, в результате семена поступают в камеру нагрева только

через одну две воронки, т.е. в большей части сечения камеры нагрева отсутствуют семена и агент сушки проходит снизу вверх по всей высоте камеры, не отдавая своего тепла семенам подсолнечника и воспламеня осевшую на стенках маслянистую пыль. В результате наносится огромный вред производству — низкая производительность сушилки, частые загорания сушилки.

Казахским филиалом ВНИИЗ предложено новое загрузочное устройство, которое было впервые применено на Левобережном элеваторе в зерносушилке «Целинная-30».

Устройство (рис. 12) имеет бункер 1 с загрузочными воронками 3, подвижную раму 5 с конусами 4, барабан 6, храповое устройство 9 и штурвал 10. Подвижная рама 5 сварена из трубы $\varnothing 56$ мм и для удобства монтажа изготовлена по длине из двух половин со вставками для соединения и последующей сварки по месту. Рама подвешена на тросах 8 и через ролики 2 связана с барабаном 6, соединенным цепной передачей 7 со штурвалом 10. Загрузочные воронки 3 снабжены переходом с квадрата 200×200 мм на круг $\varnothing 200$ мм. Конусы 4 расположены по центрам загрузочных воронок и имеют основание $\varnothing 210$ мм.

Уровень семян в бункере регулируют следующим образом. Первоначально раму 5 устанавливают в нижнее положение.

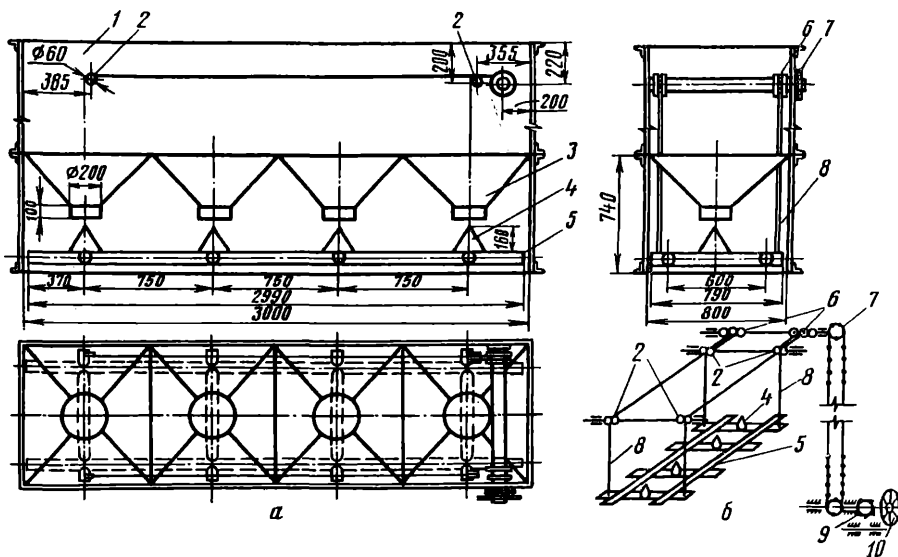


Рис.12. Загрузочное устройство:

a — общий вид; *б* — кинематическая схема; 1 — бункер; 2 — ролик; 3 — воронки; 4 — конус; 5 — рама; 6 — барабан; 7 — цепная передача; 8 — трос; 9 — храповое устройство; 10 — штурвал.

После подачи семян в бункер с максимальной производительностью поворотом штурвала 10 осуществляется регулировка уровня семян путем подъема рамы 5 с конусами 4. При этом трос наматывается на барабан 6, рама 5 с конусами поднимается, уменьшая сечение отверстий воронок 3. Раму поднимают до тех пор, пока минимальный слой семян в бункере не будет 300 мм и часть семян не будет пересыпаться через сливные патрубки бункера. После установления нужного уровня семян раму фиксируют в заданном положении храповым устройством 9.

Для визуального наблюдения за уровнем семян в бункере предусмотрено смотровое окно размером 600×150 мм из органического стекла. Штурвал с храповым механизмом размещен на высоте 1,2—1,5 м от земли с возможностью регулировки, не поднимаясь на сушилку. Это осуществляется путем соединения барабана 6 через звездочки и цепную передачу 7. Наблюдая с земли через смотровое стекло за уровнем семян в бункере, можно периодически его регулировать, не поднимаясь на сушилку.

Камера нагрева. Предназначена для нагрева семян и тщательного его перемешивания. К камерам нагрева предъявляются следующие требования: обеспечение равномерного рассеивания семян по всему сечению камеры с многократным изменением направления движения каждой семянкой и агента сушки, обеспечение необходимого теплообмена между агентом сушки и семенами при минимальной высоте камеры, обеспечение тщательного перемешивания смеси сырых и рециркулирующих (сухих) семян, обеспечение требований пожаробезопасности.

Несовершенным узлом рециркуляционной сушилки в пожарном отношении является камера нагрева. На ее стенках, на тормозящих элементах, на отводящем патрубке оседает маслянистая пыль, которая при длительном воздействии агента сушки загорается, затем потоком семян сбивается в теплообменник или выносится отработанным агентом сушки в циклоны.

Для сушки семян подсолнечника камера нагрева должна быть такой, чтобы в ней при любых условиях маслянистая пыль не могла бы накапливаться. Такая камера была создана в Казахском филиале ВНИИЗ. Особенностью этой камеры является то, что стенки ее размещены не вертикально, а наклонно, т. е. сечение камеры является переменным: вверху ее сечение больше, чем внизу. При такой конструкции стенки камеры все время очищаются потоком семян, которые тонким слоем скатываются по стенкам. Усовершенствованная камера нагрева (рис. 13) состоит из металлического корпуса 2 с двойными стенками, пространство между которыми заполнено теплоизоляционным материалом, решетки 3 и подвесок 1 с конусами.

Корпус состоит из трех секций. Первая секция 4 предназначена для отвода агента сушки из камеры нагрева, вторая сек-

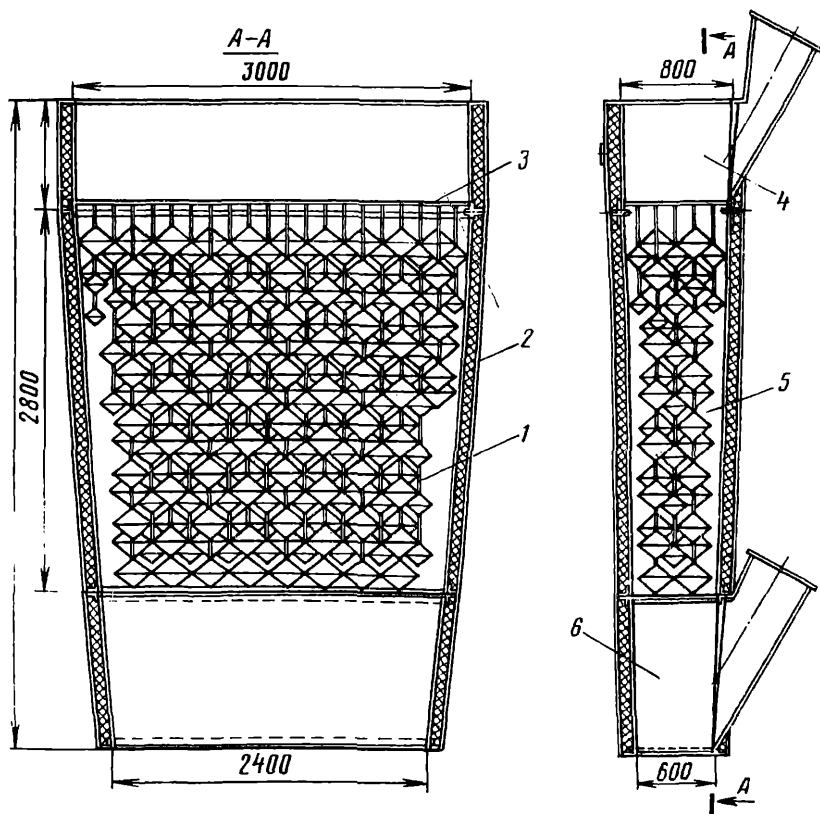


Рис. 13. Камера нагрева для сушки семян подсолнечника:

1 — подвески с конусами; 2 — корпус; 3 — решетка; 4 — секция для отвода агента сушки; 5 — рабочая секция; 6 — секция для подвода агента сушки.

ция 5 — рабочая, третья 6 служит для подвода агента сушки в камеру нагрева. Решетка предназначена для крепления тормозящих элементов.

В качестве тормозящих элементов использованы подвески, на которые нанизаны элементы в виде двух совмещенных оснований конусов (рис. 14). В камере нагрева размещено три типа подвесок, которые отличаются друг от друга длиной верхнего стержня: у первого типа его длина 156 мм, у второго 276 мм, у третьего типа 396 мм. Все подвески крепятся к раме в определенной последовательности (рис. 15).

Ряд подвесок №1...30 набран из подвесок II типа и отличается друг от друга количеством элементов в подвесках. Так, подвески № 1 .. 21 набраны из одного элемента $\varnothing 220$ мм и одного

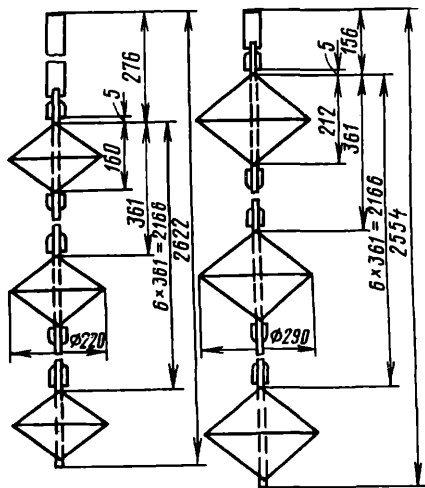


Рис. 14 Тормозящие элементы.

290 мм, остальные подвески № 41 44, 46 49 состоят из семи элементов \varnothing 290 мм.

Теплообменник. Предназначен для выравнивания температуры между семянками и для перераспределения влаги между сырыми и рециркулирующими (сухими) семенами подсолнечника. К конструкции теплообменника предъявляются требования: емкость теплообменника должна быть равна часовой производительности зерносушилки; уровень семян в теплообменнике должен поддерживаться при прямоточной схеме («Целинная-50», «Целинная-30», РД-2 \times 25-70 и др.)

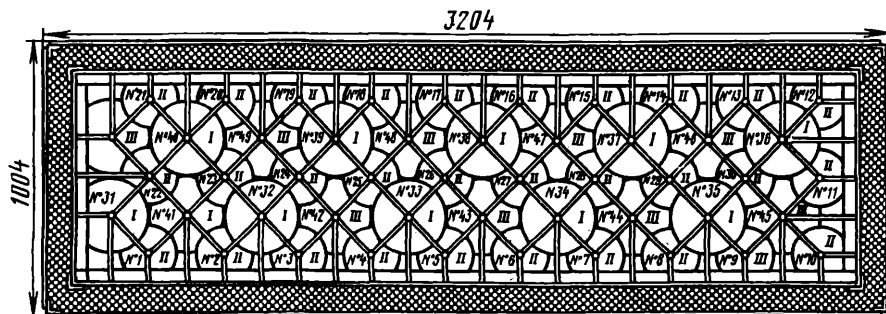


Рис. 15. Схема размещения подвесок в камере нагрева:
I — первый тип; II — второй тип; III — третий тип.

на расстоянии 500—600 мм от основания камеры нагрева и должен соответствовать датчику максимального уровня при схеме, когда камера нагрева расположена параллельно теплообменнику («Целинная-20», «Целинная-36» и др.).

Теплообменник существующих рециркуляционных зерносушилок является несовершенным узлом, так как не отвечает второму требованию. При переполнении теплообменника семенами неизбежно загорание зерносушилки, при уменьшении уровня — падения производительности.

Для устранения перечисленных недостатков применяют двухконтурную схему охлаждения семян, которая позволяет автоматически поддерживать заданный уровень семян в теплообменнике, практически регулировать производительность только путем изменения поступления в сушилку сырых семян и улучшить охлаждение семян после сушки.

Двухконтурная схема охлаждения зерна способствует снижению пожароопасности рециркуляционных зерносушилок, особенно при сушке семян подсолнечника. Как переполнение, так и опорожнение теплообменника способствуют возникновению пожара. При переполнении теплообменника, и особенно когда семена подсолнечника лежат в плотном слое в камере нагрева, пожар неизбежен. При снижении уровня семян наблюдается следующая картина. Тлеющая маслянистая пыль, сбиваемая потоком семян из камеры нагрева, попадает в теплообменник. Если уровень семян в теплообменнике номинальный (не менее $\frac{2}{3}$ высоты теплообменника), то тлеющая пыль будет потушена самими семенами, ибо время пребывания этой пыли во влажных семенах (в период теплообмена) будет достаточным для самопогашения. При понижении уровня тлеющая маслянистая пыль не успевает потухнуть и, попав в шахту сушилки, раздувается потоком воздуха и загорается вместе с семенами.

Для перевода сушилки на двухконтурную схему необходимо провести следующую реконструкцию (рис. 16). Теплообменник 4 разделяют металлической перегородкой 5 на две части так, чтобы семена после камеры нагрева 6 попали в рециркуляционную шахту 7. В перегородке вырезают 3—4 отверстия для перелива семян из первой части теплообменника 4 во вторую часть, расположенную над шахтой 8 окончательного охлаждения. Отверстия вырезают на такой высоте, чтобы при превышении уровня семян в первой части теплообменника семена могли пересыпаться через них во вторую часть.

У головки норрии сухих семян монтируется переливной патрубок (узел А, рис. 16). Самотечная труба 1 (рис. 17) разветвляется на три распределительные трубы 2, которые вводятся в теплообменник 5 ближе к перегородке 7. Глубину ввода труб 2 во вторую часть теплообменника 5 определяют опытным путем.

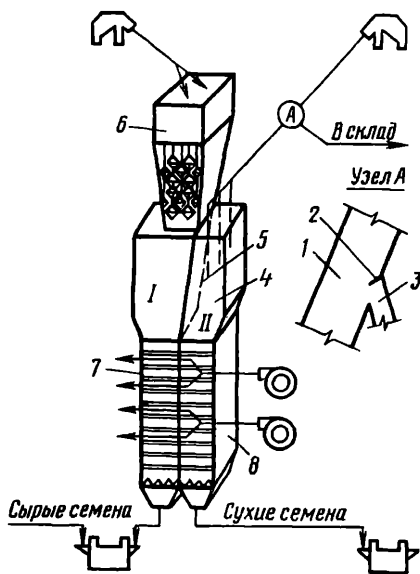


Рис. 16. Схема перевода сушилки на двухконтурный способ охлаждения семян:

1 — основная самотечная труба; 2 — порожек; 3 — самотечная труба для просушенных семян; 4 — теплообменник; 5 — перегородка; 6 — камера нагрева; 7 — рециркуляционная шахта; 8 — шахта окончательного охлаждения.

Самотеки располагают ниже отверстий в стенке. При этом должна быть решена главная задача: уровень семян во второй части теплообменника 5, заданный глубиной ввода труб 2, должен обеспечить в первую очередь перелив семян из первой части теплообменника во вторую.

Этот уровень будет автоматически поддерживаться, так как

семена будут направлены в первую очередь по самотечной трубе 1 во вторую часть теплообменника 5 тогда, когда уровень семян достигнет основания труб 2. Затем семена, заполнив систему труб 2, выйдут по трубе 3. По ней выйдет столько про-

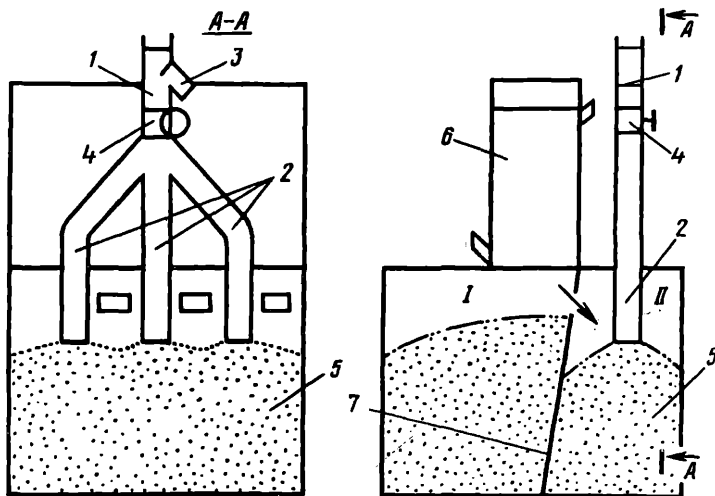


Рис. 17. Элементы двухконтурного способа охлаждения семян:

1 — основная самотечная труба; 2 — распределительные самотечные трубы; 3 — самотечная труба для просушенных семян; 4 — речная задвижка; 5 — теплообменник; 6 — камера нагрева; 7 — перегородка.

сушеных семян, сколько было подано сырых. При этом нория сухих семян работает с постоянной нагрузкой, значительно превышающей производительность сушилки.

Конструкция переливного патрубка может быть различной, в зависимости от конкретных условий привязки. Два варианта переливного патрубка показаны на рисунке 18: по схеме *a* сухие семена направляются по самотечной трубе *1* в теплообменник, а по трубе *3* — в склад; по схеме *б* в теплообменник

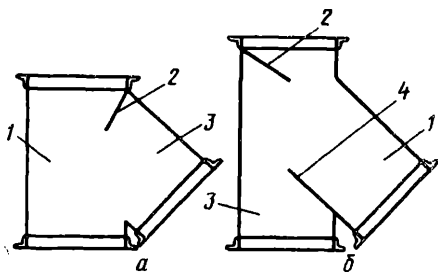


Рис. 18. Конструкция переливного патрубка:

1 — основная самотечная труба;
2, 4 — порожки; *3* — самотечная труба для просушенных семян.

семена пойдут по наклонной трубе *1*, а в склад — по вертикальной трубе *3*. Для изготовления переливного патрубка можно использовать ввод СВО-14.

Использование двухконтурной схемы охлаждения зерна позволяет:

исключить загорание семян в сушилке, так как невозможно переполнение теплообменника семенами;

значительно упростить эксплуатацию рециркуляционной зерносушилки, так как ее производительность автоматически изменяется при изменении подачи сырых семян подсолнечника;

лучше охладить просушенные семена в результате повторного пропуска их некоторой части через шахту окончательного охлаждения, так как производительность нории для сухих семян значительно больше производительности сушилки.

Топка. Является основным источником возникновения пожара на сушилке. Масличная пыль может загораться от искры, попавшей в камеру нагрева из топки. Чтобы ликвидировать и эту возможность возникновения пожара при сушке семян подсолнечника, предложено после топки на воздуховоде подвода агента сушки к камере нагрева смонтировать металлическую сетку (искрогаситель). Для этого применена металлотканая сетка с ячейками размером 2×2 мм и толщиной проволоки 1 мм.

Модернизация зерносушилки «Целинная-30»

Ранее рассмотренные конструктивные изменения зерносушилок типа «Целинная» применительно к сушке семян подсолнечника внедрены в зерносушилке «Целинная-30» на Левобережном элеваторе Восточно-Казахстанской области. Технологическая схема сушилки приведена на рисунке 19.

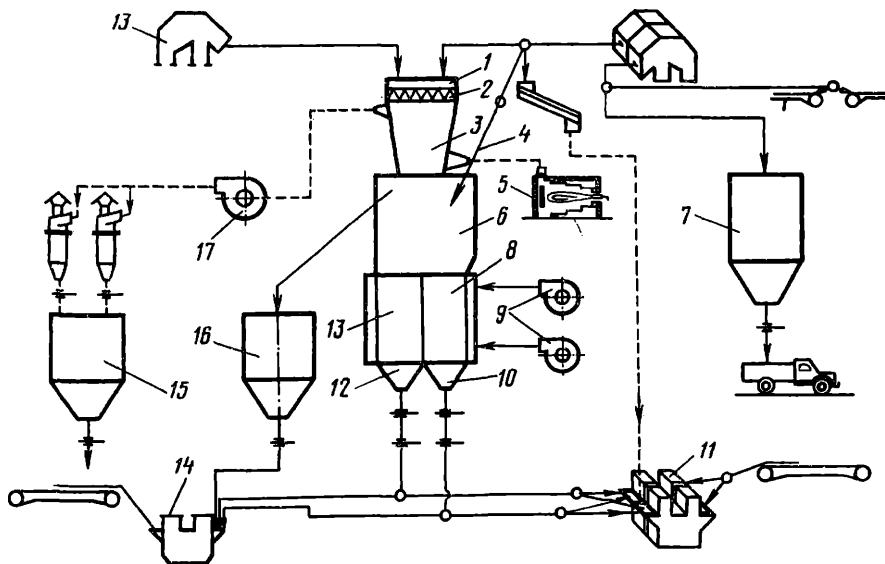


Рис. 19. Технологическая схема сушки семян подсолнечника с использованием зерносушилки «Целинная-30»:

1 — бункер над камерой нагрева; 2 — загрузочное устройство; 3 — камера нагрева; 4 — самотечная труба двухконтурной схемы охлаждения; 5 — топка; 6 — теплооблагоденник; 7 — бункер для отпуса семян на автомобильный транспорт; 8, 13 — шахты; 9, 17 — вентиляторы ЦА-70 № 10; 10, 12 — бесприводные выпускные механизмы; 11 — нория 1-2-100; 14 — нория 1-175; 15 — бункер для отходов; 16 — бункер для слива излишков семян.

Сушилка состоит из бункера над камерой нагрева, камеры нагрева переменного сечения с тормозящими элементами в виде двух совмещенных оснований конусов, набранных на гибкие подвески. Применена двухконтурная схема охлаждения (см. рис. 16). В воздуховоде агента сушки установлены искрогасители.

В таблице 12 приведены данные по сушке семян подсолнечника влажностью до 29,9%. Температура агента сушки на входе в камеру нагрева поддерживалась в пределах $300^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$, при этом температура отработавшего агента сушки изменялась от 73 до 80°C .

Температура семян подсолнечника после сушки составила в среднем 14°C при средней температуре атмосферного воздуха 7°C , т. е. температура семян после сушки превышала температуру наружного воздуха в среднем на 7°C , что значительно лучше, чем предусматривается инструкцией (10°C). Температура семян на выходе из шахты промежуточного охлаждения была в пределах 48 . 52°C , т. е. на 8 . . . 12°C ниже температуры семян в теплооблагоденнике.

12. Результаты сушки семян подсолнечника в зерносушилке «Целинная-30»

семян до суш- ки	Температура, °С						Отно- си- тель- ная влаж- ность наруж- ного возду- ха, %	Влажность семян, %			Сорная примесь, %		Масличная примесь, %		Кислотное число масла, мг КОН	
	агента сушки на вхо- де в ка- меру нагрева	агента сушки на вы- ходе из камеры нагрева	наг- рева се- мян	се- мян пос- ле суш- ки	на- руж- ного воз- духа	до суш- ки		пос- ле суш- ки	после рецир- куляци- онной шахты	до суш- ки	пос- ле суш- ки	до суш- ки	пос- ле суш- ки	до суш- ки	пос- ле суш- ки	
																до суш- ки
9	310	76	61	15	9	75	19,9	6,6	7,5	4,3	2,1	2,7	2,6	1,40	1,28	
9	310	78	60	14	6	74	24,5	6,9	8,0	4,5	1,0	2,0	2,1	1,36	1,16	
3	304	80	58	10	2	65	25,4	7,2	7,8	4,0	1,1	1,8	2,0	1,32	1,18	
9	310	78	60	18	10	68	29,9	7,4	8,1	4,5	1,1	1,9	1,8	1,53	1,30	

Анализ данных по изменению качественных показателей семян подсолнечника показал эффективность одновременной сушки в рециркуляционной зерносушилке партии семян подсолнечника различной начальной влажности без ухудшения качества. Влажность отдельных партий семян подсолнечника до сушки была высокой (до 29,9%), после сушки влажность семян была 7%.

Высокотемпературная сушка подсолнечника в рециркуляционной зерносушилке сказалась благотворно на качестве масла. Так, во всех опытах кислотное число масла снизилось на 0,19 0,22 мг КОН.

На рециркуляционной сушилке очищают семена подсолнечника от легкой органической примеси. Эффективность очистки составила 53,64%. Масличная примесь существенно не изменилась.

При таких режимах сушки было просушено около 6000 т семян подсолнечника, при этом не наблюдалось ни одного случая загорания сушилки или отходов в бункере.

Высокотемпературная сушка семян подсолнечника в зерносушилке «Целинная-30» позволила увеличить производительность сушилки до 46,5 план. т/ч по сравнению с 28 план. т/ч до проведения реконструкции. Были снижены удельные затраты топлива и электроэнергии соответственно на 1,2 кг условного топлива и 0,4 кВт·ч на 1 план. т.

При таких режимах сушки можно сушить семена подсолнечника без ухудшения их качества, а проведенная реконструкция сушилки способствует высокопроизводительной, бесперебойной и пожаробезопасной сушке подсолнечника по прогрессивной технологии.

Модернизация зерносушилки «Целинная-50»

В рециркуляционных сушилках особо важную роль играет величина снижения влажности за один цикл сушки, от которой зависит и коэффициент циркуляции, равный

$$N = \frac{w_1 - w_p}{\Delta w}$$

где w_1 — влажность сырых семян, %; w_p — влажность рециркулирующих семян, %; Δw — величина снижения влажности за цикл сушки, %.

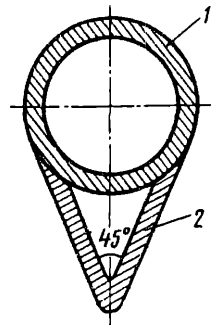
С уменьшением величины снижения влажности за цикл сушки увеличивается коэффициент циркуляции, а значит, и количество семян, циркулирующих в агрегате с момента его пуска. Это ведет к уменьшению производительности сушилки и к увеличению средней продолжительности сушки. Кроме того, многократная циркуляция семян нарушает целостность плодовой оболочки. Таким образом, для более эффективной работы рециркуляционных сушилок необходимо увеличить величину снижения влажности за один цикл сушки.

Технология сушки семян в рециркуляционных сушилках такова, что основной съем влаги происходит в рециркуляционной шахте при продувке семян атмосферным воздухом. В результате семена на выходе из рециркуляционной шахты охлаждаются, что требует их дополнительного нагрева. Это приводит к уменьшению снижения влажности за один цикл сушки, а следовательно, и к увеличению коэффициента циркуляции семян.

В последние годы многие рециркуляционные сушилки переводятся на так называемый рециркуляционно-изотермический метод сушки. Сущность этого метода заключается в следующем. В рециркуляционную шахту вместо атмосферного воздуха подается агент сушки определенной температуры. Это позволило повысить интенсивность испарения влаги в результате увеличения коэффициента диффузии влаги внутри семян. При этом снижается число циклов рециркуляции. Семена подсолнечника на выходе из рециркуляционной шахты имеют практически такую же температуру, что и на входе в рециркуляционную шахту, поэтому не требуется дополнительных затрат топлива для их последующего нагрева.

Рециркуляционно-изотермический способ сушки семян подсолнечника применен в зерносушилке «Целинная-50» на базе ДСП-32-ОТ Еланского элеватора (табл. 12). Кроме того, проведены работы по снижению пожароопасности сушилки реконструкцией камеры нагрева с тормозящими элементами в виде труб. Для этого по всей длине труб камеры нагрева наварены две стальные полосы под углом 45° друг к другу (рис. 20). Это позволило ликвидировать возможность налипания маслянистой пыли на нижние участки тормозящих элементов.

Рис. 20. Реконструкция тормозящих элементов в камере нагрева:
1 — труба; 2 — стальная полоса.



Для исключения попадания из атмосферы в топку легковоспламеняющихся легковесных частиц (лузги, зерновой пыли и др.) воздух в топку подают через фильтр. В качестве искрогасителя использован фильтр из металлической стружки, установленный в воздуховоде на выходе из топки. Зерносушильный агрегат работает по следующей технологической схеме. Сырые семена подсолнечника перед поступлением в сушилку очищают в сепараторе 8 (рис. 21), после чего норией 2 производительностью 100 т/ч направляют в оперативный бункер 6, а оттуда — в рециркуляционную норрию № 5 производительностью 350 т/ч. В эту же норрию поступают рециркулирующие семена из шахты 3. Смесь семян затем попадает в бункер 1 и далее в камеру нагрева 2. Здесь семена нагреваются агентом сушки, подаваемым вентилятором. Нагретые семена поступают в теплооблагодобменник 4, где происходит перераспределение влаги между сырыми и рециркулирующими (сухими) семенами подсолнечника. Далее семена двумя потоками поступают в рециркуляционную шахту 3 и в шахту окончательного охлаждения 5.

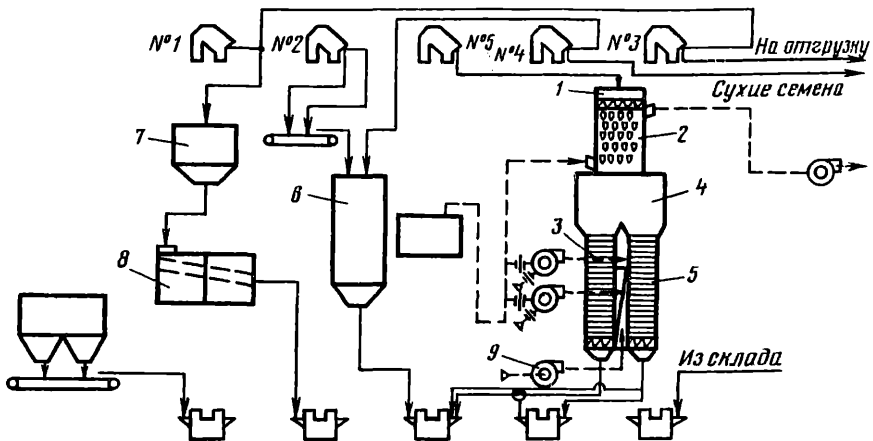


Рис. 21. Технологическая схема сушки семян подсолнечника с использованием зерносушилки «Целинная-50» на базе ДСП-32-ОТ:

1 — бункер над камерой нагрева; 2 — камера нагрева; 3 — рециркуляционная шахта; 4 — теплооблагодобменник; 5 — шахта охлаждения; 6 — оперативный бункер; 7 — бункер; 8 — сепаратор; 9 — вентилятор.

Особенность технологической схемы заключается в том, что данная сушилка переведена на рециркуляционно-изотермический способ сушки. Для этого демонтируют перегородку между второй и третьей зонами напорной камеры, которую делят по диагонали на две равные части теплоизолирующей перегородкой.

В первую зону шахты окончательного охлаждения и во все зоны рециркуляционной шахты из топки подается агент сушки, температуру которого регулируют подсосом атмосферного воздуха. Вторая и третья зоны шахты окончательного охлаждения обслуживает вентилятор 9.

Просушенные семена подсолнечника из шахты окончательного охлаждения 5 норией № 4 направляют в склад сухих семян или же (если семена недосушены) вновь в бункер 1 над камерой нагрева норией № 5.

В таблице 13 приведены результаты сушки семян подсолнечника влажностью 14,8.. 15,9%. Температуру агента сушки поддерживали на уровне от 230 до 280°C. Семена нагревали до 55...70°C, а температура агента сушки была 110±10°C. Проведенная реконструкция сушилки позволила снизить пожароопасность сушилки, способствовала более производительной ее работе с минимальными удельными затратами электроэнергии и топлива

13. Результаты сушки семян подсолнечника в зерносушилке «Целинная-50» на Еланском элеваторе

Показатели	Варианты сушки			
	1-й	2-й	3-й	4-й
Температура агента сушки, °С:				
на входе в камеру нагрева	230	240	280	250
на выходе из камеры нагрева	57	61	72	67
Температура семян, °С:				
в теплооблагодменнике	55	60	70	65
после сушки	21	29	20	19
Влажность, %:				
до сушки	14,8	15,9	15,7	15,9
после сушки	7,7	7,8	7,9	8,1
Содержание сорной примеси, %:				
до сушки	2,1	2,7	3,8	1,8
после сушки	1,1	1,7	1,6	1,0
Содержание масляной примеси, %:				
до сушки	1,2	1,5	1,0	0,8
после сушки	0,9	1,7	1,3	0,6
Кислотное число масла, мг КОН:				
до сушки	1,02	1,16	0,92	1,14
после сушки	1,17	1,14	1,05	0,93
Производительность, план. т/ч	44,3	45,1	50,2	48,4

Последовательная сушка семян подсолнечника в зерносушилках «Целинная-30» и ДСП-32-ОТ

Для сушки семян подсолнечника внедрен зерносушильный комплекс на базе рециркуляционной зерносушилки «Целинная-30» и шахтной ДСП-32-ОТ. Эти сушилки могут работать как в комплексе, так и параллельно. При такой схеме сырые и влажные семена подсолнечника первоначально подаются в камеру нагрева 2 (рис. 22) рециркуляционной сушилки «Целинная-30», где они нагреваются восходящим потоком агента сушки и далее поступают в теплооблагоденник 3 для выравнивания температуры отдельных семян и частично перераспределения влаги между ними.

Большая часть семян в зерносушилке «Целинная-30», проходя шахту промежуточного охлаждения 4, возвращается на рециркуляцию, а другая часть, равная объему поступающих сырых семян, из шахты окончательного охлаждения 5 подается для досушивания в шахтную сушилку ДСП-32-ОТ, работающую в обычном режиме.

Для интенсификации процесса в обе шахты зерносушилки «Целинная-30» необходимо подавать агент сушки температурой 100°C. При этом зерносушилка «Целинная-30» работает в изотермическом режиме. Температурные режимы сушки и изменения показателей качества семян подсолнечника приведены в таблице 14. Производительность комплекса 62...68 план. т/ч.

Достоинством последовательной сушки семян подсолнечника в комплексе зерносушилок «Целинная-30» и ДСП-32-ОТ является

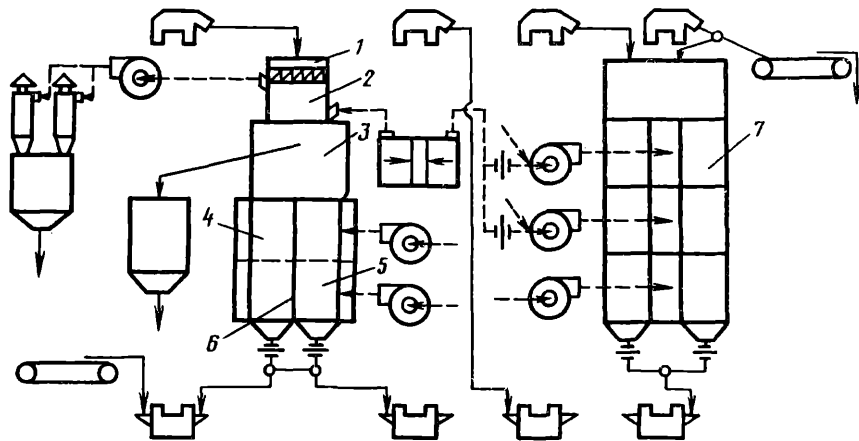


Рис. 22. Технологическая схема сушки семян подсолнечника в комплексе: 1 — бункер над камерой нагрева; 2 — камера нагрева; 3 — теплооблагоденник; 4 — шахта промежуточного охлаждения; 5 — шахта окончательного охлаждения; 6 — сушилка «Целинная-30»; 7 — сушилка ДСП-32-ОТ.

14. Результаты сушки семян подсолнечника в зерносушильном комплексе

Влажность семян, %			Температура агента сушки, °С			Температура семян, °С			Сорная примесь, %			Масличная примесь, %		
до сушки	после сушки		на входе в камеру нагрева зерносушилки «Целинная-30»	на входе		в теплообменнике	в зерносушилке ДСП-32-ОТ	после сушки	до сушки	после зерносушилки «Целинная-30»	после зерносушилки ДСП-12-ОТ	до сушки	после зерносушилки «Целинная-30»	после зерносушилки ДСП-32-ОТ
	на зерносушилке «Целинная-30»	ДСП-32-ОТ		в 1-ю зону сушилки ДСП-32-ОТ	во 2-ю зону сушилки ДСП-32-ОТ									
30,4	14,8	7,3	270	115	124	57	52	14	4,0	2,3	2,1	2,5	2,9	2,8
29,8	14,0	6,8	280	114	122	60	50	13	3,6	2,1	2,0	2,3	2,6	2,7
28,9	14,3	6,6	295	114	125	62	54	16	2,2	1,5	1,6	2,8	3,2	3,3
20,7	12,9	7,1	205	115	120	52	53	19	2,5	1,2	1,6	6,6	6,2	6,4
19,1	10,8	6,8	210	108	115	53	52	21	1,8	1,3	1,4	6,9	7,4	7,2

то, что в шахтную сушилку поступают несколько подсушенные и очищенные от грубой и легкой органической примеси семена подсолнечника. Это устраняет появление застойных зон в шахтах, а следовательно, способствует бесперебойной и пожаробезопасной работе шахтной сушилки.

Применение в обеих шахтах зерносушилки типа «Целинная» изотермического способа сушки способствует снижению коэффициента циркуляции. Такая схема сушки является наиболее приемлемой для сушки семян подсолнечника высокой начальной влажностью (свыше 25%). Отрицательным является громоздкость сооружения (две зерносушилки, две топки).

Модернизация рециркуляционной зерносушилки РД-2 × 25-70

Рециркуляционная зерносушилка РД-2 × 25-70 внедрена на многих предприятиях Министерства хлебопродуктов СССР. Практика использования этих зерносушилок выявила ряд недостатков: высокие удельные расходы топлива и электроэнергии, низкая производительность, большая пожароопасность. Основными несовершенными узлами зерносушилки РД-2 × 25-70, применение которых отрицательно влияет на технико-экономические показатели, являются камера нагрева, топка и несовершенство технологической схемы.

Применение камеры нагрева с тормозящими элементами в виде подвесок с шарами не обеспечивает нагрева семян до режимных значений. Тормозящие элементы в виде шаров не позво-

ляют задержать семена в камере нагрева и увеличить время пребывания их в ней. Кроме этого, до 20% семян вообще не встречается на своем пути ни одного тормозящего элемента. Отсюда низкая температура нагрева семян. Недогрев семян достигает 10. 15°C, а из практики известно, что недогрев семян на 1°C снижает производительность сушилки на 3%. При недогреве семян при сушке можно снизить производительность сушилки на 30 45%.

Неудачным техническим решением является совмещение осадочной камеры с отводом агента сушки из камеры нагрева. По этой причине зерносушилка РД-2 × 25-70 является самой пожароопасной из всех рециркуляционных зерносушилок. Достаточно уменьшить подачу семян в камеру нагрева, а в худшем случае прекратить их подачу, как температура агента сушки на выходе из камеры нагрева будет достаточно высокой, чтобы воспламенить в осадочной камере легкие отходы, осевшие на стенках. Поэтому в зерносушилке РД-2 × 25-70 нельзя сушить семена подсолнечника. Несовершенство технологической схемы заключается в том, что в зерносушилке без модернизации невозможно применить так называемый изотермический процесс сушки, т. е. подачу агента сушки в рециркуляционную шахту (в зону промежуточного охлаждения). Применение изотермического процесса сушки повышает производительность сушилки до 25%.

Несовершенным узлом является и тепловлагообменник, в котором нельзя автоматически поддерживать заданный уровень. В результате при переполнении тепловлагообменника неизбежно загорание зерносушилки, а при опорожнении — снижение производительности.

В Казахском филиале ВНИИЗ проведена работа по устранению перечисленных недостатков рециркуляционной зерносушилки РД-2 × 25-70. В сушилке заменена камера нагрева, реконструирована топка, изменена технологическая схема, полностью демонтированы камера нагрева и осадочная камера. Взамен смонтирована камера нагрева переменного сечения от зерносушилки «Целинная-30».

Для перевода зерносушилки РД-2 × 25-70 на изотермический режим сушки изменена привязка обоих вентиляторов к шахтам охлаждения. В качестве напорной камеры используется пространство между шахтами. Две шахты одной половины сушилки используют как рециркуляционные (шахты изотермической сушки), две шахты другой половины сушилки являются шахтами окончательного охлаждения. В рециркуляционные шахты вентилятором типа Ц4-70 № 12 подается агент сушки температурой 100°C, в шахты окончательного охлаждения вентилятором типа Ц4-70 № 12 подается атмосферный воздух. К вентилятору подачи агента

сушки в рециркуляционные шахты монтируется воздухопровод с заслонкой. К нему под углом 30–45° монтируется другой воздухопровод, который соединен с топкой. Агент сушки нужной температуры получают регулировкой заслонок на воздухопроводах.

Применение двухконтурной схемы охлаждения позволяет автоматически поддерживать заданный уровень семян в тепло-влажеообменнике, регулировать производительность зерносушилки только изменением поступления в сушилку сырых семян, при этом автоматически будет изменяться выпуск просушенных семян. Применение двухконтурной схемы позволяет дополнительно охладить просушенные семена, значительно облегчить эксплуатацию зерносушилки в результате снятия проблемы поддержания заданного уровня семян в тепло-влажеообменнике и постоянной регулировки выпуска количества просушенных семян подсолнечника при изменении подачи сырых семян.

При переводе зерносушилки РД-2 × 25-70 на двухконтурную

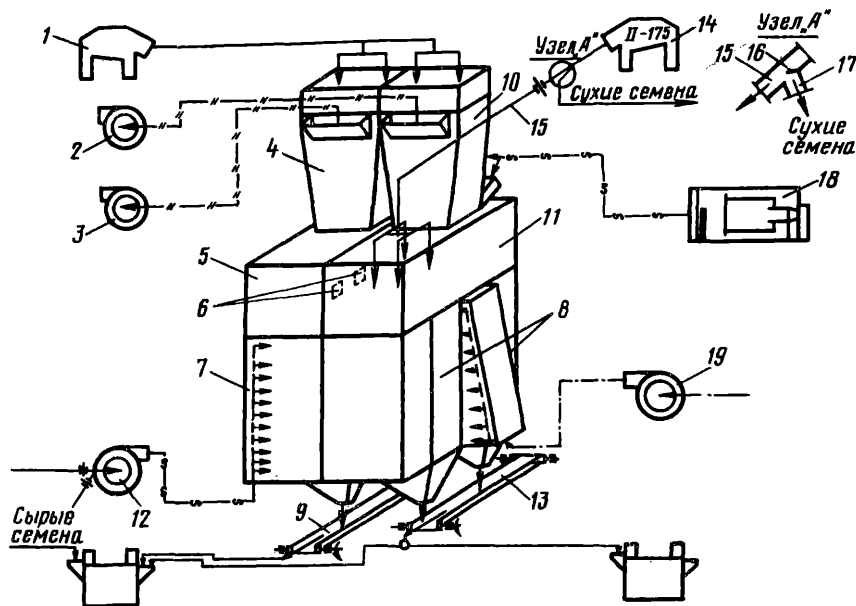
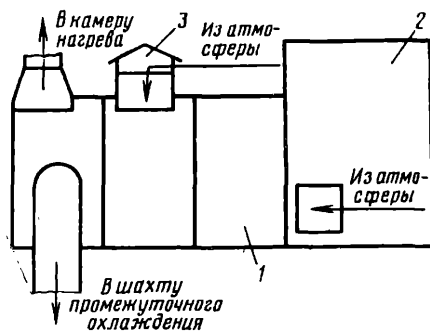


Рис. 23. Технологическая схема сушки семян подсолнечника с использованием реконструированной зерносушилки РД-2 × 25-70:

1 — рециркуляционная нория И-350; 2, 3 — вентиляторы Ц4-70 № 10 камер нагрева; 4, 10 — камеры нагрева; 5, 11 — тепло-влажеообменники; 6 — переливные окна; 7 — шахта изотермической сушки; 8 — шахта окончательного охлаждения; 9, 13 — транспортеры; 12, 19 — вентиляторы Ц4-70 № 12; 14 — нория И-175 сухих семян; 15 — самотечная труба к тепло-влажеообменнику; 16 — порожек; 17 — самотечная труба для сухих семян; 18 — топка.

Рис. 24. Топка зерносушилки РД-2 × 25-70:
 1 — корпус топки; 2 — предтопчное помещение; 3 — фонарь.



схему вместо нории производительностью 100 т/ч необходимо смонтировать норию 14 (рис. 23) производительностью 175 т/ч. У головки нории монтируют патрубок (см. узел «А»). Конструкция патрубка благодаря порожку 16 позволяет направить семена после нории в первую очередь в теплообменник 11, и только после его заполнения излишки сухих семян будут выходить после нории по трубе 17 в склад.

Самотечная труба 15 от патрубка, идущая к теплообменнику 11, разветвляется на 3-4 ветви, которые вводятся внутрь теплообменника 11 шахт 8 окончательного охлаждения на такую глубину, чтобы обеспечить перелив семян из теплообменника 5 рециркуляционных шахт 7 через существующие окна 6 в перегородке в теплообменник 11. Для более полного заполнения теплообменника 11 ветви трубы 15 размещают около перегородки (ниже переливных окон и у противоположной стенки теплообменника). Основным условием при выборе «рабочего» уровня в теплообменнике является возможность пересыпания семян из теплообменника 5 в теплообменник 11.

Для лучшего охлаждения металлоконструкций топкой топчное пространство соединено с атмосферой посредством фонаря 3 (рис. 24). Размеры фонаря в плане 1220 × 2000 мм. Фонарь размещен над форкамерой и имеет козырек, препятствующий попаданию атмосферных осадков в топку. В камеру смешивания врезан дополнительный патрубок Ø 1220 мм, который соединен с вентилятором шахт изотермической сушки теплоизолированным воздуховодом. В воздуховоде от топки к камере нагрева смонтирован искрогаситель (металлотканая сетка с ячейками 1 × 1 мм).

Принцип работы реконструированной зерносушилки РД-2 × 25-70 приведен на рисунке 23. В рециркуляционную норию 1 поступают семена сырые и рециркулирующие из шахт 7. Смесь семян подают в камеры нагрева 4 и 10, где они нагреваются агентом сушки. Нагретую смесь семян направляют в теплообменники 5 и 11, где происходит выравнивание температуры отдельных семян и частично влажности. Из теплообменни-

ков семена поступают в рециркуляционные шахты 7 и шахты окончательного охлаждения 8.

После рециркуляционных шахт семена поступают в норию 1, где смешиваются с сырыми семенами, а после шахт окончательного охлаждения — в норию 14. Обе нории должны работать с номинальной производительностью. Так как в теплообменник 5 постоянно добавляются сырые семена, уровень их повышается. При достижении уровня переливных окон 6 излишки семян будут пересыпаться в теплообменник 11. Так в теплообменнике 5 автоматически поддерживается заданный уровень.

Семена из шахты 8 окончательного охлаждения после нории 14 по трубе 15 и далее по разветвлениям направляют в теплообменник 11. Когда уровень в теплообменнике 11 достигнет среза самотечных труб, труба 15 заполнится семенами до узла «А» и излишки сухих семян будут выходить по трубе 17. По ней будет выходить столько сухих семян, сколько поступает в сушилку сырых. Изменяя подачу в сушилку сырых семян, автоматически изменяется выпуск сухих.

Особенности эксплуатации рециркуляционных зерносушилок

Казахский филиал ВНИИЗ рекомендует зерносушилки типа «Целинная» снабжать пожаробезопасной камерой нагрева переменного сечения и использовать двухконтурную схему охлаждения, в топке сушилки устанавливать искрогаситель, а в рециркуляционную шахту подавать агент сушки с температурой $100 \pm 10^\circ\text{C}$. Емкость теплообменника должна быть рассчитана на 15–20 мин нахождения в ней семян. Самотечные трубы монтируют под углом 60° , а их диаметр должен быть на 25% больше, чем для колосовых культур. Днища диффузоров и конфузоров для агента сушки в камере нагрева должны быть установлены под углом 60° . Все это позволяет интенсифицировать сушку семян подсолнечника и обеспечить устойчивую, пожаробезопасную работу сушилки.

При послеуборочной обработке семена подсолнечника травмируются. Высокомасличные семена подсолнечника более подвержены травмированию, чем низкомасличные, так как их оболочка тоньше и имеет меньшую прочность. Установлена степень травмирования семян высокомасличного подсолнечника во время перемещения на различном оборудовании. В наибольшей степени семена подсолнечника травмируются на поворотах самотечных труб, нориях и шнеках. Так, при прохождении поворота в самотечной трубе под углом 10° (до поворота длина трубы 7 м) увеличение травмированных семян составило 0,2...0,4% от общей массы семян подсолнечника, при транспортировании в нориях

со скоростью ленты 2,2 — 2,5 м/с — от 0,6 до 3,0%, в шнеке — от 1,2 до 6,0%. В связи с этим при сушке семян подсолнечника в рециркуляционных зерносушилках необходимо: стремиться по возможности сокращать число циклов рециркуляции переводом сушилок на рециркуляционно-изотермическую сушку, устранять крутые повороты в трубопроводах, смягчать удары при загрузке нории — подавать семена по ходу норийной ленты при скорости не более 2,0 м/с, устанавливать гасители при сбросе семян с большой высоты.

Глава 4

СУШКА СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА В БАРАБАНЫХ, КАМЕРНЫХ СУШИЛКАХ И В ВЕНТИЛИРУЕМЫХ БУНКЕРАХ

Особенности сушки семян подсолнечника в сушилках барабанного типа

Для сушки семян подсолнечника применяют барабанные сушилки с дифференцированными режимами сушки, в зависимости от влажности семян. Температура агента сушки должна быть тем выше, чем выше влажность семян. Большими недостатками применения барабанных сушилок являются частичное растрескивание лузги и обрушивание семян, низкий съем влаги за один пропуск через сушилку (3,0 — 2,5%), низкая производительность.

Как устранить эти недостатки, рассмотрено ниже.

Барабанные сушилки широко применяют в сельском хозяйстве и в масложировой промышленности. В системе хлебопродуктов эти сушилки особого применения не получили, их используют в основном для сушки зерновых отходов и небольших партий семян подсолнечника. Сушка семян в барабанных сушилках происходит в пересыпающемся слое семян при его продувке агентом сушки. В барабанных сушилках температура агента сушки в зависимости от влажности семян и производительности поддерживается на уровне 250 — 350°C. При средней продолжительности пребывания в них семян 14 — 17 мин максимальный съем влаги составляет около 4 — 5%.

В барабанной сушилке сушка протекает быстрее, чем в шахтной, но коэффициент заполнения объема барабана семенами составляет 20 — 25%, в связи с чем количество влаги, испаряемой в 1 м³ пространства барабана, меньше, чем в шахтной зерносушилке.

Жесткие режимы сушки, различное время пребывания семян подсолнечника в барабанных сушилках вызывают неравномерный нагрев и сушку. В семенах после сушки отмечают разнока-

чественность по влажности, увеличение маслячности лузги и кислотного числа масла, повышенный расход топлива.

В масложировой промышленности используются одно- и двух-барабанные сушилки.

Однobarабанная сушилка

Однobarабанная сушилка состоит из сушильного барабана $\varnothing 1750$ мм и длиной 9000 мм, топки, вентилятора типа ВРС № 10 с электродвигателем мощностью 10 кВт, циклона, охлаждающей камеры. Сушилка работает по принципу прямотока, т.е. семена и агент сушки движутся в одном направлении. Привод барабана осуществляется от электродвигателя мощностью 7 кВт. Для ввода семян в сушильном барабане на участке длиной 1000 мм смонтирован двухзаходный шнек с шагом 500 мм. За шнеком расположена первая часть подъемного устройства, состоящая из двенадцати уголков $50 \times 50 \times 5$ мм длиной 2060 мм, к которым прикреплены лопатки. Вторая часть подъемного устройства размещена на длине 5550 мм и состоит из шести уголков с прикрепленными к ним лопатками, размещенными размерно по окружности барабана.

Барабанную сушилку загружают через патрубок 10 (рис. 25). Агент сушки поступает через воздуховод 11. Просушенные семена выходят из расширительной камеры 4 через патрубок 5. Оработавший агент сушки отводится вентилятором 2 через воздуховод 3.

Для охлаждения просушенных семян подсолнечника используют две последовательно работающие камеры прямоугольного сечения 1600×1200 мм и высотой 3000 мм. Камера имеет

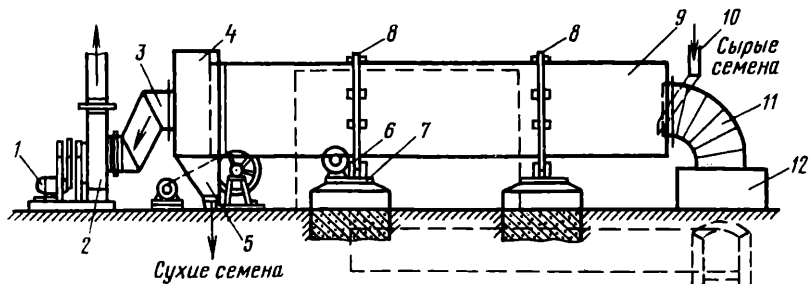


Рис. 25. Однobarабанная сушилка:

1 — электродвигатель вентилятора; 2 — вентилятор; 3, 11 — воздуховоды; 4 — расширительная камера; 5 — патрубок; 6 — ролик; 7 — плита; 8 — бандаж; 9 — сушильный барабан; 10 — патрубок загрузки сырых семян; 12 — газод.

подводящие и отводящие короба и обслуживается вентилятором ВРС № 6 с приводом 7,5 кВт.

При сушке семян подсолнечника в однобарабанной сушилке используют такой режим: температура (°С) агента сушки на входе в барабан 250—350, на выходе 50—80, нагрева семян 40—50; средняя продолжительность сушки 14 мин. Расход условного топлива на 1 кг испаренной влаги 0,3 кг, расход электроэнергии 0,05 кВт·ч при производительности сушилки 180 т/сут.

Двухбарабанная сушилка

Двухбарабанная сушилка состоит из барабана, расширительной камеры, вентилятора ВРС № 10 с электродвигателем мощностью 20 кВт, двух или трех охлаждающих камер с вентиляторами, топки. Сушильный барабан (рис. 26) состоит из наружного барабана $2 \text{ } \varnothing 1750 \text{ мм}$, длиной 9000 мм и внутреннего $1 \text{ } \varnothing 1000 \text{ мм}$ и длиной 9300 мм. Внутренний барабан имеет восемь лопастей 7, служащих для ввода семян в барабан. Далее размещена первая часть подъемной системы, состоящая из восьми уголков $50 \times 50 \times 5 \text{ мм}$ длиной 2500 мм, к которым прикреплены лопатки 6 высотой 50 мм, наклоненных под углом 120° . За первой частью подъемной системы размещена вторая часть, состоящая из шести уголков $50 \times 50 \times 5 \text{ мм}$ длиной 5700 мм с лопатками 4. Внутренний барабан крепится к наружному с помощью уголков. Барабаны приводятся во вращение электродвигателем мощностью 7 кВт.

Семена подсолнечника при сушке вводятся во внутренний барабан, пройдя через который попадают в наружный барабан и движутся по нему в обратном направлении. Агент сушки

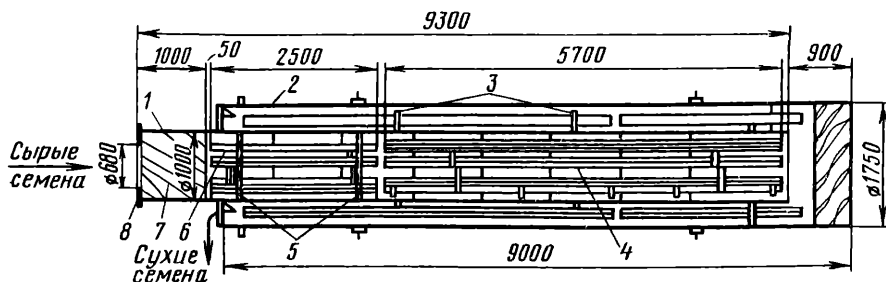


Рис. 26. Двухбарабанная сушилка:

- 1 — внутренний барабан; 2 — наружный барабан; 3 — крепление внутреннего барабана к наружному; 4, 6 — лопатки для подъема семян; 5 — стойки; 7 — лопасть; 8 — фланец.

вводится во внутренний барабан по принципу прямотока и отсасывается из наружного барабана. После сушки семена охлаждают в охлаждающих камерах.

При сушке семян подсолнечника в двухбарабанной сушилке используют такой режим: температура ($^{\circ}\text{C}$) агента сушки на входе в барабан 250 — 350, на выходе 50 — 60, нагрева семян 55; средняя продолжительность сушки 17 мин. Расход условного топлива на 1 кг испаренной влаги достигает 0,3 кг, расход электроэнергии 0,08 кВт ч при производительности сушилки 270 т/сут.

Барабанная сушилка СЗСБ-8

В системе хлебопродуктов чаще всего используют барабанные сушилки типа СЗСБ-8.

Барабанная зерносушилка СЗСБ-8 (рис. 27) состоит из вращающегося барабана 5 длиной 8000 мм и \varnothing 1600 мм, загрузочной 3 и разгрузочной 10 камер, топки 1, работающей на жидком топливе, охлаждающей колонки 7 и механизма привода сушильного барабана.

На наружной поверхности барабана укреплены бандажные опоры, кольца жесткости и приводной зубчатый венец. Внутри барабана размещены лопасти, которыми семена поднимаются и распределяются по всему сечению барабана. На концах цилиндрического корпуса барабанной сушилки установлены распределительные камеры, которые предназначены для подачи в барабан сырых семян и агента сушки, а также для отвода

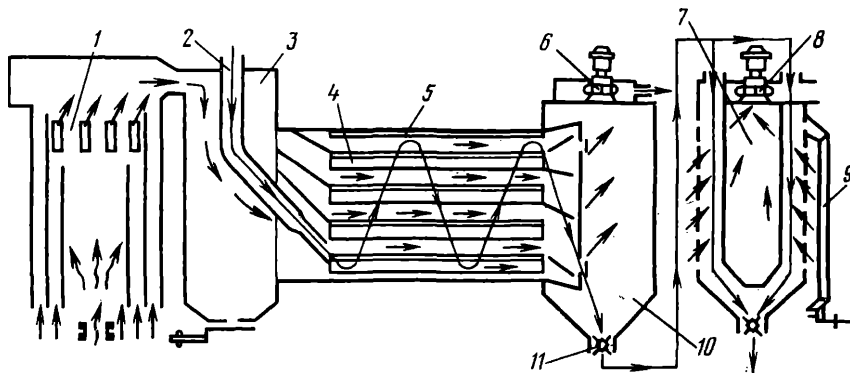


Рис. 27. Барабанная сушилка СЗСБ-8:

- 1 — топка; 2 — загрузочная труба; 3 — загрузочная камера; 4 — лопасти сушилки; 5 — сушильный барабан; 6 — вентилятор сушильного барабана;
- 7 — охлаждающая колонка; 8 — вентилятор охлаждающей колонки;
- 9 — сливная труба; 10 — разгрузочная камера; 11 — шлюзовой затвор.

из барабана просушенных семян и отработанного агента сушки. Ось барабана наклонена к горизонту на угол до 4° . Изменяя угол наклона, можно регулировать скорость движения семян, а следовательно, и производительность сушилки. Сырые семена подсолнечника при помощи скребкового транспортера и через трубу 2 поступают в барабан. При его вращении семена захватываются лопастями, поднимаются на определенную высоту, а затем падают вниз, пересыпаясь с полки на полку. При этом семена продуваются агентом сушки.

Агент сушки поступает в барабан через загрузочную камеру и отсасывается из барабана вентилятором 8. Сушилка работает по принципу прямотока. Просушенные семена подсолнечника через разгрузочную камеру поступают в охлаждающую колонку 7, которая состоит из двух вертикальных цилиндров разных диаметров с перфорированными стенками. Диаметр наружного цилиндра 1260, внутреннего — 760 мм, высота охлаждающей колонки 2750 мм. Семена перемещаются между стенками цилиндров и охлаждаются атмосферным воздухом. Атмосферный воздух из охлаждающей колонки отсасывают вентилятором Ц4-70 № 6. Мощность электродвигателя 5,5 кВт, частота вращения ротора 1450 об/мин.

Топка сушилки работает на жидком топливе, которое распыляется форсункой. Воздух в форсунку подается вентилятором высокого давления ВВД № 4, а топливо — насосом с электродвигателем мощностью 4 кВт, с частотой вращения ротора 2870 об/мин.

Модернизация барабанных сушилок

Разработаны две схемы реконструкции барабанных сушилок. Первая схема (рис. 28) заключается в изменении внутренней насадки барабана. Предлагаемые типы насадок, расположенные в определенной последовательности по длине барабана, способствуют обеспечению равномерного распределения семян по всему поперечному сечению, а устанавливаемый на выходе из барабана подпор позволяет снизить неравномерность пребывания семян в барабане.

По второй схеме (рис. 29) слой семян продувают снизу вверх. При достаточной скорости потока образуется кипящий слой, который транспортируется вдоль барабана на наклонных поверхностях газораспределительных решеток под действием струй, направляемых из лепестковых отверстий. Реконструированную по данной схеме барабанную сушилку можно эффективно использовать как охладитель семян.

Ленинградский технологический институт холодильной промышленности провел реконструкцию барабанной сушилки на

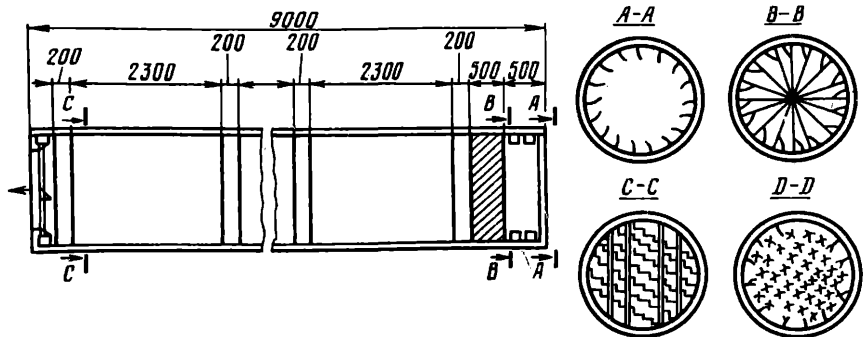


Рис. 28. Схема реконструкции барабана сушилки.

Ленинградском масложировом комбинате и Георгиу-Дежском маслоэкстракционном заводе. Барабаны были установлены с углом наклона 3° в сторону загрузки семян. Суточная производительность сушилок значительно возросла. Увеличение производительности сушилки при изменении угла наклона в сторону загрузки объясняется ростом коэффициента заполнения. Так, у горизонтально установленного барабана он равен 12–13%, а у барабана с углом наклона 3° — 22–25%. При этом увеличивается и среднее время пребывания семян в агрегате.

На Бель-Агачском хлебоприемном предприятии Семипалатинской области семена подсолнечника в барабанных сушилках сушат по следующей схеме (рис. 30). В технологическую схему сушки семян подсолнечника входят накопительный бункер 1 вместимостью 7,4 т, четыре барабана 2 с внутренним диаметром 1750 мм, бункер отволаживания семян 3 шахты охлаждения 4

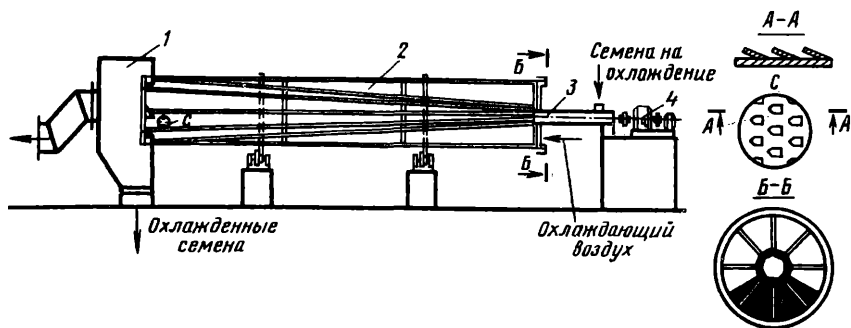


Рис. 29. Барабанная сушилка с поперечной продувкой слоя семян:
1 — расширительная камера; 2 — барабан; 3 — шнек; 4 — привод.

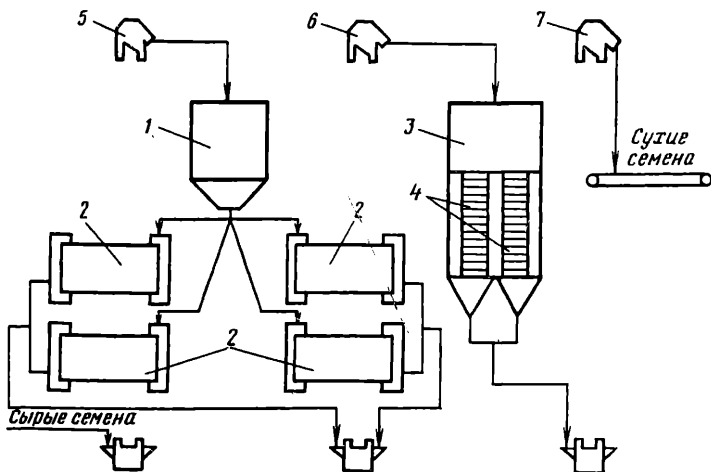


Рис. 30. Технологическая схема сушки семян подсолнечника с использованием барабанных сушилок:
 1, 3 — бункера; 2 — барабанная сушилка; 4 — шахта;
 5, 6, 7 — нории.

от зерносушилки ЗСПЖ-8, две нории 5 и 7 производительностью 50 т/ч и одна нория 6 производительностью 100 т/ч. Атмосферный воздух в шахты охлаждения подают вентилятором Ц4-70 № 8. Агент сушки в барабаны нагнетается двумя вентиляторами Ц4-70 № 12. Все четыре барабана работают параллельно.

Исследования по сушке семян подсолнечника на Бель-Агачском хлебоприемном предприятии были проведены Казахским филиалом ВНИИЗ на семенах подсолнечника, имеющих начальную влажность 17,8 — 18,2%, кислотное число масла 1,8 — 3,8 мг КОН, сорную примесь 1,8 — 3,5%, маслянистую примесь 2,4. — 4,2%, содержание травмированных семян 2,2 — 6,2%, энергию прорастания 83 — 85%, всхожесть 86 — 89%.

Изменение качества масла, технологических и семенных показателей под влиянием сушки на барабанных сушилках показано в таблице 15. Основной съем влаги происходит в барабане. В бункере отволаживания происходит только выравнивание влажности между отдельными семенами. Наблюдается некоторое увеличение содержания травмированных семян после сушки. Закономерностей в изменении кислотного числа масла не установлено, снижение влажности составило 7,1 — 8,1%, производительность сушилки достигла 26,0 план. т/ч.

Достоинством этой схемы является более равномерная сушка семян.

15. Результаты сушки семян подсолнечника в барабанной сушилке на Бель-Агачском хлебоприемном предприятии

Температура, °С				Влажность, %			Сорная примесь, %		Масличная смесь, %		Количество травмированных семян, %		Кислотное число масла, мг КОН	
агента сушки на входе в барабан	агента сушки на выходе из барабана	семян на выходе из барабана	семян после охлаждения											
				до сушки	после сушки	после охлаждения	до сушки	после сушки	до сушки	после сушки	до сушки	после сушки	до сушки	после сушки
250	66	56	32	17,8	11,2	11,0	3,5	2,9	4,2	4,8	6,2	7,0	1,8	1,9
280	70	65	34	18,2	11,4	11,1	2,4	1,8	2,4	2,9	5,1	5,7	3,0	2,7
290	74	70	33	17,9	9,6	9,4	1,8	1,3	3,1	3,0	2,1	2,4	3,8	3,6

Барабанная сушилка с канальной насадкой

Воронежский технологический институт разработал более совершенный способ сушки семян подсолнечника в пересыпающемся слое в барабанной зерносушилке с канальной насадкой, которая позволяет получить необходимый съем влаги за один проход при любой начальной влажности семян подсолнечника (рис. 31).

Сушилка состоит из стального барабана 5 с внутренним диаметром 300 мм и длиной 1300 мм. Для подачи агента сушки

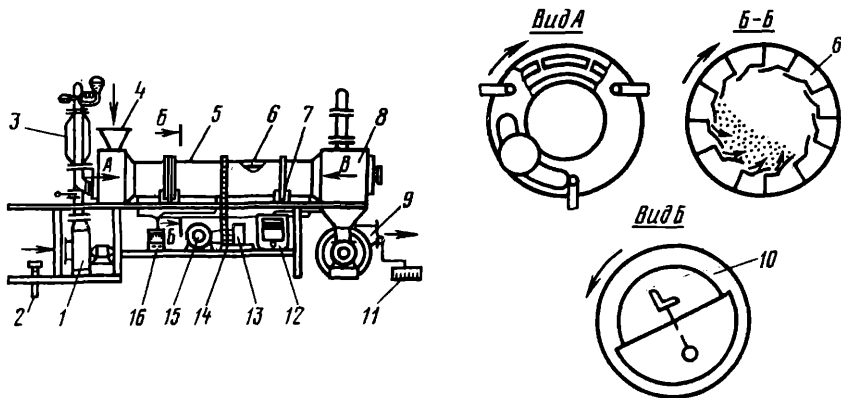


Рис. 31. Барабанная сушилка с канальной насадкой:

1 — вентилятор; 2 — винтовое устройство; 3 — электрокалорифер; 4 — патрубок; 5 — барабан; 6 — канальная насадка; 7 — ролик; 8 — камера выгрузки; 9 — вентилятор; 10 — подпорное кольцо; 11 — гигрометр; 12 — потенциометр КСП-4; 13 — редуктор; 14 — цепная передача; 15 — электродвигатель; 16 — термоанемометр.

в слой высушиваемых семян в барабане установлена канальная насадка 6 с продольными щелями, через которые агент сушки подается в слой семян по всей длине барабана. Барабан крепится на опорные ролики 7. Привод барабана осуществлен через электродвигатель 15, редуктор 13 и цепную передачу 14. Угол наклона барабана изменяется винтовым устройством 2. В качестве агента сушки служит подогретый в многосекционном электрокалорифере 3 атмосферный воздух, который подается в калорифер при помощи вентилятора 1.

Принцип работы сушилки заключается в следующем. Сырые семена подсолнечника поступают во вращающийся барабан через приемный патрубок 4 и по спирали перемещаются к камере выгрузки 8. Высушенные семена подсолнечника высыпаются из барабана через подпорное кольцо 10, прикрепленное к торцу барабана. Конструкция сушилки позволяет подавать агент сушки только в те каналы насадки 6, над которыми находятся семена подсолнечника. Это достигается наличием отверстий коллектора, которые при вращении барабана совмещаются с сегментным окном, через которое подводится агент сушки.

Температуру агента сушки измеряют при помощи электронного потенциометра 12 типа КСП-4, датчиком служит хромель-копелевая термопара. В этой сушилке контролируются также относительная влажность подаваемого и отработавшего агента сушки при помощи гигрометра 11 типа «Волна-1М», скорость агента сушки на входе, выходе из сушилки в трех точках воздушного канала при помощи термоанемометра 16 типа ТА-8М.

Влага из семян подсолнечника удаляется в поперечном токе агента сушки, в связи с этим достигается равномерность распределения агента сушки через весь непрерывно движущийся слой семян.

Достоинством данной конструкции является возможность изменять время пребывания семян подсолнечника в зоне сушки за счет изменения частоты вращения барабана и угла его наклона к горизонту. Температура агента сушки менялась от 130 до 170 °С. Толщина продуваемого движущегося слоя была равной 100 мм, скорость фильтрации воздуха 0,8 м/с, угол наклона барабана к горизонту 4°, частота вращения барабана 2,4 об/мин. В таблице 16 приведены технические параметры работы сушилки в сравнении с показателями других сушилок барабанного типа на семенах подсолнечника влажностью 13–14%.

Равномерность сушки и нагрева семян подсолнечника (табл. 17) объясняется равномерным распределением агента сушки в движущемся слое и одинаковым временем пребывания семян в зоне сушки.

Изменение показателей качества масла в семенах подсолнечника в процессе сушки при температуре агента сушки от 130

16. Техническая характеристика барабанной зерносушилки с канальной насадкой по сравнению с однобарабанной и двухбарабанной сушилками

Показатели	Сушилка		
	барабанная с канальной насадкой	однобарабанная	двухбарабанная
Состояние слоя семян	Плотный движущийся	Пересыпающийся	
Съем влаги за один проход, %	2,2 . 6,3	2 . 5	2 . 5
Температура агента сушки, °С:			
на входе	135 . 240	250 . 350	250 . 350
» выходе	55 . 60	55 . 80	55 . 70
Угол наклона барабана, град	6 . 3	0	0
Частота вращения, об/мин	2,4 . 7,5	7,8 . 9,6	7,8 . 9,6
Скорость движения агента сушки в барабане, м/с	1,4 . 1,5	2,0	2,5 . 6,0
Температура нагрева семян, °С	55	55	55
Напряжение объема по испаренной влаге, кг/(м ³ · ч)	62,45 . 44,43	12,39	18,58
Средняя продолжительность сушки, мин	3,15 . 11,0	14	17

17. Изменение влажности (%) единичных семян подсолнечника в процессе сушки в барабанной сушилке с канальной насадкой

До сушки		После сушки		До сушки		После сушки	
мини-мальная	макси-мальная	мини-мальная	макси-мальная	мини-мальная	макси-мальная	мини-мальная	макси-мальная
35,86	26,43	6,50	7,15	14,02	14,69	5,19	5,51
21,81	22,63	4,45	4,79	12,28	12,68	4,19	4,34
17,55	19,30	5,57	6,42	10,04	11,08	3,65	4,10
15,66	17,01	3,86	4,34				

до 170°С представлено в таблице 18, а технологические показатели качества семян подсолнечника — в таблице 19.

Барабанная сушилка с канальной насадкой имеет преимущества по сравнению с другими барабанными сушилками. Она имеет большую производительность, обеспечивает более высокий съем влаги, очищает семена подсолнечника от сорной примеси. Кроме того, в сушилке с канальной насадкой применяют умеренные режимы сушки, что значительно снижает травмирование семян.

18. Влияние сушки семян подсолнечника в барабанной сушилке с канальной насадкой, на качество масла

Температура агента сушки, °С	Кислотное число, мг, КОН	Перекисное число, %	Йодное число, %
<i>Влажность семян 10,56%</i>			
0	1,80	0,016	151,6
130	1,71	0,021	148,1
150	1,68	0,024	145,6
170	1,65	0,035	142,2
<i>Влажность семян 14,35%</i>			
0	1,82	0,015	149,8
130	1,71	0,017	149,2
150	1,65	0,019	147,9
170	1,63	0,030	144,5
<i>Влажность семян 18,42%</i>			
0	1,85	0,014	146,3
130	1,79	0,017	143,8
150	1,76	0,018	141,2
170	1,72	1,025	140,5

19. Изменение качественных показателей (%) семян подсолнечника в процессе сушки в барабанной зерносушилке с канальной насадкой и промышленной

Показатели	До сушки	Сушка в барабанной сушилке	
		с канальной насадкой	промышленной
Влажность	13,30	7,00	7,00
Сорная примесь	4,40	2,14	4,40
Количество поврежденных семян	4,08	4,15	6,15
Масличность	53,33	53,33	53,33
Лузжистость	23,60	23,60	23,60
Масличность лузги	3,07	3,34	3,42

Эти сушилки можно использовать на хлебоприемных предприятиях с небольшим объемом поступающих семян подсолнечника.

Камерная сушилка

Для сушки семян подсолнечника иногда используют сушилки периодического действия. Сушка в них происходит в неподвижном слое и заключается в следующем. Семена подсолнечника

располагаются в каналах либо в камерах (бункерах) слоем определенной толщины, и через них снизу вверх или сверху вниз продувают агент сушки, а затем атмосферный воздух.

Сушилки, в которых процесс происходит в неподвижном слое, относятся к установкам периодического действия. К ним относятся камерные сушилки и сушильные установки напольно-стеллажного типа, в которых периоды активной сушки сменяются периодами разгрузки и загрузки сырья. Из камерных сушилок наиболее широко распространены для сушки семян подсолнечника коридорные (с продольным) и секционные (с поперечным расположением камер) сушилки, применяемые на кукурузообработывающих предприятиях.

Коридорные сушилки отличаются от секционных в способе размещения, размерах камер и различном расположении вентиляторов. Схемы работы этих сушилок одинаковы. Коридорные сушилки бывают четырех-, шести-, восьми-, десяти-, двенадцати-камерными, сдвоенными двенадцатикамерными.

Сушилки коридорного типа (рис. 32) изготавливают из кирпича, железобетона или сборного железобетона. Днища суши-

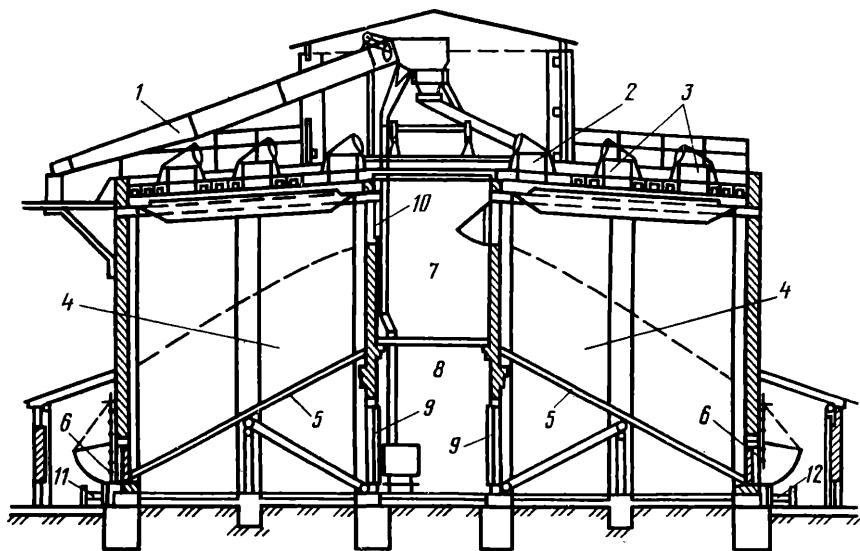


Рис. 32. Камерная сушилка коридорного типа:

- 1 — загрузочный транспортер; 2 — загрузочный люк; 3 — испарительные люки; 4 — сушильные камеры; 5 — решетчатые днища сушильных камер; 6 — разгрузочные люки; 7 — верхний коридор; 8 — нижний коридор; 9, 10 — люки для подачи (отсасывания) агента сушки в камеру; 11 — разгрузочный транспортер.

лок 5 состоят из металлических балок, между которыми имеются промежутки для прохода агента сушки. Угол наклона днища к горизонту 30°, что позволяет выгружать зерно на транспортер самотеком. Агент сушки подают в камеру через специальные люки (9, 10) вентиляторными агрегатами Ц4-76 № 20. Открывая или закрывая соответствующие люки, можно изменить направление подачи агента сушки (снизу вверх или сверху вниз). Камеры 4 сушилок имеют прямоугольное сечение размером 6 × 6 м. Они разделены между собой двухэтажным коридором 7, 8.

Топка сушилки работает на жидком топливе. Ее устанавливают у торцевой стенки сушилки и соединяют с коридорами стальным диффузором. Топка снабжена оборудованием для автоматического регулирования процесса горения жидкого топлива. Температура агента сушки поддерживается от 38 до 46°C, в зависимости от влажности семян. Воздух в форсунке топки подают вентилятором высокого давления. В сушилках коридорного типа поддерживают мягкие режимы, применяют поперечную подачу агента сушки снизу и сверху насыпи, поэтому их часто применяют для сушки семенного подсолнечника.

В кукурузных сушилках конструкции Всесоюзного НИИ кукурузы на деревянные щиты стеллажа загружают семена слоем 50—70 см, в зависимости от влажности. Режимы сушки семян подсолнечника в этих сушилках приведены в таблице 20.

20. Режимы сушки семенного подсолнечника в кукурузных сушилках конструкции Всесоюзного НИИ кукурузы

Влажность семян, %	Нагрев семян, °С	Температура агента сушки, °С	Толщина слоя, м	Продолжительность сушки (ч) до влажности 7 %
Менее 14	45	50...55	0,7	12...18
14...20	43	46...50	0,6	16...20
Более 20	41	43...45	0,5	20...24

Направление агента сушки в камеры меняют через каждые 4—6 ч. В кукурузных сушилках с двумя камерами и одним вентилятором для повышения скорости фильтрации агента сушки в насыпи и повышения производительности более эффективно направлять его периодически сначала в одну камеру в течение 6—8 ч, а затем такое же время во вторую. При этом семена находятся в фазе отволаживания в течение 6—8 ч, после чего при продувке интенсивно испаряется влага.

В районах возделывания кукурузы подсолнечник сушат в камерах сушилок кукурузообработывающих заводов. Это возмож-

но в связи с тем, что обычно подсолнечник поступает на хлебоприемные предприятия на 15—20 дней раньше кукурузы.

Исследования по сушке семян подсолнечника в камерных сушилках были проведены во ВНИИЗ и его Кубанском филиале. Было установлено, что при сушке семян влажностью 19—20% в производственных условиях продолжительность процесса составила около 60 ч.

Чтобы избежать перегрева и неравномерности сушки семян по высоте насыпи, в камерных сушилках применяют относительно низкие температуры агента сушки (75—80°C). При этом удельный расход агента сушки значительно высок (70...1000 м³/т·ч.)

Сушка семян подсолнечника в камерных сушилках может привести к ухудшению их качества, так как значительная продолжительность сушки свежесобраных семян в камерных сушилках благоприятствует накоплению окисленных продуктов. Эти сушилки используют для сушки семян подсолнечника с невысокой (до 13...14%) влажностью.

При соответствующем переоборудовании сушилок СКП-6 в них можно сушить семена подсолнечника семенного назначения. Для равномерного распределения семян по дну камеры, расположенных под углом 28°, рекомендуется устанавливать поперечные щиты высотой 1 м с окнами и задвижками в них. Такая технология сушки семян подсолнечника на кукурузообработывающих заводах позволила увеличить срок работы сушилок на 20...30 дней (до поступления на обработку кукурузы), повысить эффективность использования основных производственных фондов и получить высококачественный семенной материал. Режимы сушки приведены в таблице 21.

21. Режимы сушки семенного подсолнечника в камерных кукурузосушилках

Влажность семян, %	Температура агента сушки, °С	Высота насыпи, м	Ориентировочная продолжительность сушки (ч) до влажности 7 %	Влажность семян, %	Температура агента сушки, °С	Высота насыпи, м	Ориентировочная продолжительность сушки (ч) до влажности 12 %
9	60	0,80	3	16	51	0,70	—
10	59	0,80	4	18	48	0,60	14
12	56	0,75	7	20	45	0,60	16
14	54	0,75	10	—	—	—	—

Установки напольно-стеллажного типа наиболее удобны для сушки семенного подсолнечника. К ним относятся двухлотковые установки конструкции ВНИИ масличных культур и однозакромная ВНИИ кукурузы. Эти сушилки изготавливают на местах

из лиломатериалов. В них в качестве топочно-вентиляционного блока используют воздухонагреватели ВПТ-400, ВПТ-600 и ТАУ-0,75. При сушке в этих установках агент сушки подается постоянно только в одном направлении — снизу вверх, поэтому температура его должна быть несколько ниже, чем в камерных сушилках. Например, когда периоды активной сушки чередуются с отволаживанием семян, температура должна быть на 5°, а при постоянном дутье без отволаживания на 8...10° ниже приведенной в таблице 22. Продолжительность сушки семян подсолнечника при загрузке на стеллаж слоем 60...50 см (8...10 т) составляет 5...18 ч, в зависимости от влажности.

Вентилируемые бункера

Для сушки семян подсолнечника применяют бункера СЗЦ-1,5, БВ-25, ОБВ-100, ОБВ-50, К-878, К-839, оснащенные установками активного вентилирования и снабженные электроподогревателями воздуха. Такие бункера широко применяют в сельском хозяйстве. Возможна активная сушка семян подсолнечника в вентилируемых бункерах с помощью воздухонагревателей ВПТ-600, ТАУ-0,75 и др. При этом подсоединяют брезентовый рукав к двум или одному бункеру так, чтобы на 1 т семян приходилось около 500 м³/ч агента сушки.

В отделение вентилируемых бункеров ОБВ-100 входят четыре бункера БВ-25, две нории, пульт управления, монтажная арматура для помещения, комплект зернопроводов. Предусмотрена возможность перемещения семян из одного бункера в другой.

Вентилируемый бункер БВ-25 (рис. 33) оборудован электрокалорифером 16 для подогрева воздуха, вентилятором 15 типа Ц4-70 № 6, двумя пробоотборниками 3, датчиком для контроля уровня семян в бункере и тремя регуляторами влажности 4 типа ВДК.

Корпус бункера состоит из вертикального цилиндра диаметром 3080 мм с конусообразным дном. Он изготавливается из штампованной перфорированной стали. В центре цилиндра установлен воздухораспределитель 12 Ø 750 мм, в который вмонтирован поршень 10, не позволяющий воздуху пройти в незагруженную часть бункера. Поршень перемещается по вертикали с помощью лебедки, системы тросов и блоков. Выпуск семян из бункера регулируют при помощи кольца 13, установленного в нижней части бункера, изменением ширины кольцевой щели. Воздух подается вентилятором 15 в воздухораспределитель, радиально продувает семена и выходит через отверстия наружного цилиндра.

Электрокалорифер 16 устанавливают у всасывающего отверстия вентилятора. Он состоит из двух секций, каждая из которых связана со своим регулятором влажности. При относительной

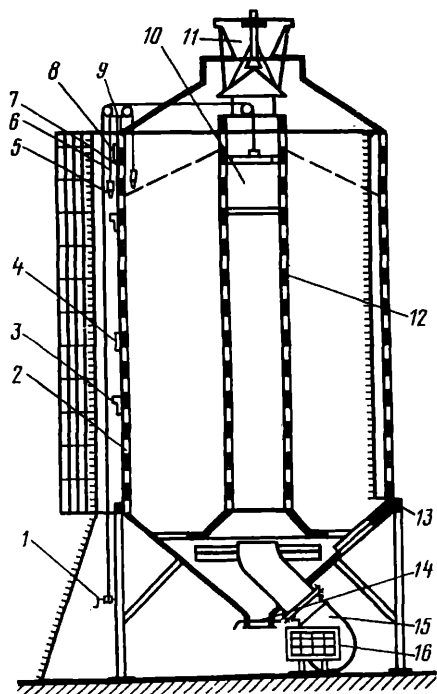


Рис. 33. Вентилируемый бункер БВ-25: 1 — лебедка; 2 — корпус бункера; 3 — пробоотборник; 4 — регулятор влажности; 5, 7 — грузики; 6 — флажок фиксатора; 8 — датчик уровня зерна; 9 — кронштейн с блоками; 10 — цилиндрический поршень (клапан); 11 — конусный распределитель зерна; 12 — воздухораспределитель; 13 — регулировочное кольцо; 14 — заслонка; 15 — вентилятор; 16 — электрокалорифер.

влажности от 75 до 80 % может включаться только одна из секций калориферов. Если относительная влажность воздуха свыше 80 %, регуляторы подключают обе секции и они работают одновременно. В таблице 22 приведена техническая характеристика вентиляруемых бункеров.

Технологический процесс вентиляции и сушки семян подсолнечника в бункерах заключается в следующем. После первичной очистки влажные семена подсолнечника направляют в один из бункеров. Во время заполнения бункера необходимо следить за тем, чтобы не было уплотненных зон по высоте бункера. Для этого при загрузке бункера семена из норрии должны падать на распределитель зернового потока, расположенный над центральным цилиндром.

22. Техническая характеристика вентиляруемых бункеров

Показатели	К-839	БВ-12,5	БВ-25	ОБВ-50
Объем, м ³	38,0	17,5	35,0	70,0
Размеры, м:				
диаметр	3,0	1,85	3,23	3,23
высота	8,85	8,45	7,87	11,85
ширина	3,20	3,50	4,50	4,50
длина	5,10	3,50	4,50	4,50
Подача воздуха, м ³ /ч	11,0	5,6	11,3	22,5
Потребная мощность, кВт:				
с электроподогревом	26,0	17,5	25,5	49,0
без электроподогрева	8,0	5,5	7,5	13,0

Сушка в вентилируемом бункере протекает медленно. Семена прежде всего подсушиваются в слое, через который входит подогретый воздух или агент сушки. В отдаленных слоях семена недосушиваются. Разнокачественность семян по влажности достигает 1,5...3,5%. Для ликвидации этого недостатка при сушке семян подсолнечника в вентилируемых бункерах используют два варианта.

При первом варианте через каждые 3,5...4,0 ч сушки (первоначальная влажность семян 9...13%) останавливают вентилятор и семена перемещают в этом же бункере выпуском их в течение 10...15 мин из бункера и направлением в тот же бункер. Затем процесс сушки продолжается.

При втором варианте используются два бункера. В первом бункере сушат семена в течение 2,5...3,5 ч, затем перемещают в другой бункер, где сушку продолжают в течение 3...4 ч.

На интенсивность активного вентилирования семян подсолнечника в первую очередь влияет скорость продувания их воздухом.

Установлены следующие нормы расхода воздуха на 1 т семян (табл. 23).

23. Минимальные удельные подачи воздуха при вентилировании семян подсолнечника

Влажность семян, %	Подача воздуха, м ³ /ч	Высота насыпи, м	Влажность семян, %	Подача воздуха, м ³ /ч	Высота насыпи, м
16	30	3,0	22	80	2,0
18	40	2,5	24	120	1,5
20	60	2,0	26	160	1,5

Достоинством вентилируемых бункеров является их простота и доступность. Они не требуют больших капиталовложений, имеют большой срок службы. Применение мягких режимов сушки предотвращает травмируемость семян, что особенно важно для семян подсолнечника.

К недостаткам можно отнести большую продолжительность сушки, значительную неравномерность сушки по влажности между слоями, небольшую производительность. Поэтому вентилируемые бункера целесообразно применять для сушки небольших партий семян подсолнечника.

ХРАНЕНИЕ СЕМЯН ВЫСОКОМАСЛИЧНОГО ПОДСОЛНЕЧНИКА

Особенности хранения семян подсолнечника

Свежеубранные семена подсолнечника отличаются очень низкой стойкостью при хранении, особенно при высокой влажности, температуре и засоренности. При хранении семян в первую очередь химическим изменениям подвергаются жиры, а затем белковые вещества.

На сохраняемость семян подсолнечника большое влияние оказывает неравномерное созревание их в пределах корзинки. В зависимости от расположения семян по зонам в радиальном направлении отчетливо проявляется разница по размерам, степени выполненности и спелости, а следовательно, и влажности.

Большое содержание масла в семенах высокомасличных сортов подсолнечника влияет на физиолого-биохимические и структурно-механические свойства семян, в результате чего стойкость их при хранении низкая. Даже несколько часов хранения свежесобранных семян высокомасличного подсолнечника влажностью выше критической приводит к массовому самосогреванию и порче, что делает невозможным получение масла высоких сортов.

Самосогревание подсолнечника развивается очень быстро и в отличие от самосогревания зерна колосовых культур имеет еще и четвертую стадию.

Первая стадия самосогревания характеризуется повышением температуры семян подсолнечника от 15 до 25 °С. Цвет, блеск, запах, вкус, сыпучесть и всхожесть семян остаются без изменения.

Во второй стадии температура повышается от 25 до 40°С, наблюдается бурное развитие микроорганизмов на семенах. Семена приобретают затхлый запах, горький вкус, теряют блеск и покрываются плесенью. Цвет ядра изменяется. В связи с этим семена подсолнечника переходят в категорию дефектных. Кислотность масла в семенах возрастает, всхожесть снижается. Наблюдается уплотнение насыпи.

Для третьей стадии характерны колебания температуры от 40 до 55°С, при этом наблюдается развитие термофильных бактерий. Горький вкус и затхлый запах усиливаются, наружная оболочка темнеет, цвет ядра изменяется до темно-желтого, вследствие чего дефектность семян возрастает до 80...85%. Всхожесть семян падает до нуля. Кислотное число масла возрастает до 15...16 мг КОН на 1 г жира.

Четвертая стадия характеризуется дальнейшим повышением температуры (выше 55°C) в результате активной деятельности термофильных бактерий и развивающихся химических процессов. Цвет наружной оболочки и ядра семян подсолнечника изменяется до темно-коричневого или черного. Дефектность семян достигает 100%. Кислотное число масла возрастает до 30...35 мг КОН на 1 г жира. При самосогревании семян подсолнечника в первую очередь и больше всего подвергается порче верхний (10 см) слой семян.

Одна из причин самосогревания — наличие микроорганизмов в семенной массе. Микрофлора нормальных семян подсолнечника представлена преимущественно неспорообразующими эпифитными бактериями и плесневыми грибами.

Из всего многообразия факторов, влияющих на характер и интенсивность окислительных и гидролитических процессов, протекающих в семенах и определяющих технологию их хранения, первостепенное значение имеют исходная влажность, температура насыпи и качество семян.

Содержание влаги — главное условие для увеличения интенсивности дыхания семян. С повышением температуры семян интенсивность их дыхания возрастает до определенных пределов, а затем быстро падает, что объясняется денатурацией белковых веществ семени, инактивацией ферментов и гибелью микроорганизмов на семенах.

Однако усиленное дыхание начинается только тогда, когда их влажность достигает определенной величины. Семена высокомасличного подсолнечника надежно хранятся, если влажность их не превышает 7%, а температура снижена до 10°C и ниже. При влажности выше критической и температуре 20...25°C, характерной для свежесформированных партий семян высокомасличного подсолнечника, в насыпи семян начинается бурное развитие микроорганизмов, интенсивно идут гидролитические и окислительные процессы, что приводит к быстрому ухудшению качества семян подсолнечника как масличного сырья.

Другим условием, характеризующим пониженную стойкость семян подсолнечника при хранении, является неравномерность распределения отдельных семян по влажности. Неоднородность семян подсолнечника по влажности вызвана следующими причинами: неравномерность созревания растений на одном и том же участке, неравномерность созревания семян подсолнечника в пределах одной корзинки, круглосуточное ведение уборки.

Важное значение для сохранности качества подсолнечника имеет также исходное кислотное число масла в семенах. Наиболее устойчивы к хранению семена подсолнечника, имеющие кислотное число масла до 1 мг КОН.

Кубанским филиалом ВНИИЗ предложены примерные сроки стойкого хранения семян высокомасличного подсолнечника в зависимости от их влажности и температуры (табл. 24).

24. Примерные сроки (мес) стойкого хранения семян подсолнечника

Влажность семян %	Температура воздуха, °С			
	20	10	1	— 10
8	1,5	4,5	Более 6	Более 6
10	0	3,0	»	»
12	0	1,5	5,0	»
14	0	0,5	3,3	»
16	0	0	2,0	»
18	0	0	1,3	6,0
20	0	0	0,5	4,5
22	0	0	0	3,0
24	0	0	0	2,0

Стойкость семян подсолнечника в процессе хранения зависит от целостности его структуры. Особенно подвержены травмированию семена подсолнечника высокомасличных сортов.

Нарушение целостности оболочки, являющейся механической защитой от действия микроорганизмов, снижает устойчивость семенной массы при хранении. Органическая сорная примесь обладает большой гигроскопичностью. При хранении в одних и тех же условиях влажность органической примеси почти в 2 раза выше влажности семян. Сорная примесь способствует размножению и росту микроорганизмов, что приводит к ускорению самонагревания семян. Так как средняя влажность семян подсолнечника составляет 14...15%, то практически весь заготавливаемый подсолнечник необходимо незамедлительно сушить. Однако при поступлении в короткие сроки больших количеств влажного и сырого подсолнечника высушить его в потоке не всегда представляется возможным. В связи с этим целесообразно применять различные способы повышения стойкости свежесобраных семян подсолнечника.

Временно, до сушки, можно хранить семена подсолнечника влажностью до 13% при температуре атмосферного воздуха до 10°С. Подсолнечник влажностью свыше 13% не подлежит хранению, его надо сушить и затем охлаждать в потоке.

На длительное хранение до переработки следует закладывать семена подсолнечника с засоренностью не выше 2%, просушенные до критической влажности (6,5...7%) и охлажденные до низких положительных температур. Продолжительность хранения

при таких условиях составляет 3...6 мес, если температура просушенных семян перед закладкой на хранение или в течение первых 15 сут хранения снижена до 0...10°C.

Хранение семян подсолнечника в регулируемой газовой среде

Семена подсолнечника можно хранить в регулируемых газовых средах (РГС): диоксид углерода + азот + кислород. Такая среда позволяет продлить допустимые сроки хранения семян до сушки.

При хранении влажных семян подсолнечника в РГС гидролитические процессы не прекращаются, однако интенсивность их по сравнению с обычным хранением значительно снижается. Поэтому наблюдается некоторый прирост кислотного числа масла при хранении влажных семян; такой прирост в значительной мере определяется влажностью и температурой свежееубранной массы хранящихся семян.

Оптимальным для семян подсолнечника является следующий состав регулируемой газовой среды: кислорода до 1%, диоксида углерода 1,5...2,2%, азота 97...97,5%.

В таблице 25 представлены допустимые сроки хранения свежееубранных семян подсолнечника с различным исходным кислотным числом.

25. Допустимые сроки (сут) хранения семян подсолнечника в РГС для партий с различным исходным кислотным числом масла (по данным ВЗИПП)

Влажность семян, %	Температура, аС						
	30	25	20	15	10	5	0
	<i>До 1,3 мг КОН</i>						
8	17	24	40	67	104	120	Более 120
10	14	16	18	33	52	69	93
12	6	9	16	23	33	44	60
14	4	6	9	16	21	28	37
16	1	2	6	9	13	18	26
18	—	1	4	7	9	13	17
20	—	—	3	6	8	9	12
22	—	—	2	5	7	8	9
24	—	—	1	3	5	7	8
26	—	—	—	1	4	6	7

Влажность семян, %	Температура, °С							
	30	25	20	15	10	5	0	
		<i>Свыше 1,3 до 2,2 мг КОН</i>						
8	28	44	73	120	Более 120	120	120	
10	16	26	42	72	110	120	120	
12	9	16	22	40	66	84	120	
14	7	9	16	24	41	54	80	
16	6	7	9	16	24	37	53	
18	5	6	8	11	16	24	33	
20	4	5	6	9	13	17	24	
22	3	4	5	8	10	14	17	
24	2	3	4	7	8	11	14	
26	1	2	3	6	7	9	11	

Большую роль при хранении семян в РГС наряду с влажностью играет температура окружающего воздуха. С понижением температуры и влажности семян допустимые сроки хранения возрастают в несколько раз. РГС может быть применена в металлических и монолитных железобетонных силосах с использованием серийно выпускаемых газогенераторов.

Активное вентилирование семян подсолнечника

В технологии послеуборочной обработки и хранения семян подсолнечника широко распространенным приемом, способствующим повышению стойкости семян при хранении, является активное вентилирование, которое на хлебоприемных предприятиях можно осуществлять атмосферным, искусственно охлажденным и подогретым воздухом.

Обработку семян атмосферным воздухом применяют для снижения температуры и влажности семян, предотвращения возникновения самосогревания, слеживания и сохранения жизнеспособности семян. Семена охлаждают до температуры, при которой обеспечивается их длительное хранение. В южных районах страны погодные условия не позволяют снизить температуру насыпи семян до требуемой. В связи с этим для вентилирования применяют искусственно охлажденный воздух.

Активное вентилирование насыпи подогретым воздухом способствует просушиванию семян и ускорению процесса послеуборочного дозревания. Охлаждение и просушивание семян создают в насыпи условия, неблагоприятные для развития вредителей и микроорганизмов.

Установки для активного вентилирования применяют как в зерновых складах, так и на асфальтированных площадках, где временно хранятся свежесобранные семена подсолнечника. Установки для активного вентилирования можно разделить на три группы: стационарные, напольно-переносные, передвижные. Они должны отвечать следующим требованиям: равномерно распределять воздух в насыпи, быть универсальными при вентилировании различных культур, иметь высокие технико-экономические показатели, обладать возможностью автоматизации процесса вентилирования и дистанционного контроля температуры насыпи.

Наибольшее распространение получили стационарные установки СВУ-1, СВУ-1М, СВУ-1Б, СВУ-2, СВУ-62, СВУ-63. Для их использования зерновой склад или асфальтированная площадка должны иметь в полу каналы, которые накрывают сверху сплошными деревянными щитами. Для поддержания напора воздуха сечение каналов по глубине уменьшается по мере удаления от стены склада. Начальная часть каждого магистрального канала соединена с переходным патрубком, который через отверстие в стене склада выводится наружу. К патрубку присоединяют вентилятор.

Установки СВУ-1Б предназначены для складов вместимостью 3200 т зерна. Они состоят из 10 сдвоенных магистральных каналов, расположенных в полу склада поперек его продольной оси. Каналы имеют длину 19 м, ширину 0,4 м, глубину в начальной части 0,5 и в конечной 0,07 м.

Для вентилирования семян с повышенной влажностью можно применять модернизированные установки этой серии — СВУ-1М. В этих установках уменьшены расстояния между осями каналов-воздуховодов (от 2,35 до 2,9 м), увеличено сечение канала в свету (0,6 × 0,5 м вместо 0,5 × 0,4 м), применяются более широкие деревянные щиты (0,91 вместо 0,81 м). Эти установки имеют более низкое аэродинамическое сопротивление сети, чем установки СВУ-1.

Установки СВУ-1, СВУ-1Б, СВУ-1М применяют в зерновых складах, не имеющих нижней транспортной галереи, что является большим недостатком.

Более широко распространены установки СВУ-2, которые отличаются от ранее описанных тем, что в них увеличена удельная подача воздуха на 1 т обрабатываемого материала. Это позволяет вентилировать более влажные семена подсолнечника.

Установки СВУ-2 просты и удобны в эксплуатации. Значительная удельная подача воздуха позволяет быстро достигать заданного технологического эффекта. Установками СВУ-2 можно оборудовать склады с нижней транспортной галереей.

Универсальные установки СВУ-62 и СВУ-63 предназначены

для вентилирования семян всех культур и дают хорошие результаты при сушке семян подсолнечника. Ими оборудуют механизированные и немеханизированные склады. Установки СВУ-62 и СВУ-63 применяют в типовых складах вместимостью 3200 т зерна. Склад оборудуют 16 секциями, или по восемь секций вдоль каждой продольной стены склада. Каждая секция состоит из магистрального и боковых каналов. Боковые каналы устроены перпендикулярно к магистральному каналу, по девять с каждой стороны. Благодаря наличию боковых каналов расстояние между щелями для выхода воздуха составляет не более 0,5 м, что обеспечивает равномерное поступление по всей насыпи.

Недостатком всех стационарных установок является то, что они обслуживают в течение сезона только одну насыпь, их щиты и воздухораспределительные решетки, выступая над полом, существенно затрудняют работу передвижных средств механизации, деформируются под колесами машин и механизмов.

Из группы напольно-переносных установок для склада и площадок применяют установки конструкции ПЗП-55 и ВНИИЗ. Эти установки были созданы для использования в хранилищах, не оборудованных стационарными установками активного вентилирования.

Основой напольно-переносных установок также являются каналы-воздуховоды в виде щитов и решеток, укладываемых на пол склада и при помощи патрубков соединяемых с вентиляторами. Напольно-переносные установки отличаются от стационарных тем, что для оборудования ими складов, навесов и площадок не требуется переделывать пол хранилища. Кроме того, эти установки, если они не засыпаны семенами, можно переносить (перевозить) для вентилирования семян в других местах. Для складов и площадок часто применяют напольно-переносные вентиляционные установки конструкции Промзернопроекта.

При монтаже напольно-переносных установок вручную тщательно укладывают и подгоняют щиты и решетки. Кроме того, элементы установок выступают над уровнем пола и тем самым затрудняют использование передвижных машин. Этим установкам, как и стационарным, свойственно быстрое изнашивание деревянных составных частей.

Широкое распространение в последние годы получила установка ТВУ-2. Это принципиально новая передвижная трубная установка для вентилирования зерна в складах и на площадках. Приведенные установки в основном используют на открытых площадках или под навесами, где можно легко менять расстояние между вентиляционными установками. При использовании ТВУ-2 не нужно переделывать пол хранилища, после охлаждения зерновой массы телескопические установки извлекают из-под насыпи и используют в другом месте.

Телескопическая вентиляционная установка ТВУ-2 представляет собой цилиндрическую многоступенчатую трубу, состоящую из четырех перфорированных и одного неперфорированного звеньев общей длиной 9860 мм при длине первого звена 2200 мм и остальных по 2000 мм. Первое звено выполнено из листовой стали толщиной 2 мм и укреплено на стальном каркасе. Каркас выполнен сварным в виде салазок и служит для перемещения установки волоком. Цилиндры четырех остальных звеньев имеют стальные перфорированные двухслойные стенки (но могут быть выполнены однослойно из стали). Их изготавливают свертыванием стальных сетчатых полотен толщиной 1 мм в спираль так, чтобы отверстия (\varnothing 3 мм) наложенных друг на друга листов перекрывались примерно наполовину.

Через всю трубу проходит гибкий стальной трос длиной 12 м, диаметром 10 мм. Один конец троса закрепляется за конец последнего пятого звена, другой — выходит за пределы первого и оканчивается петлей для демонтажа трубы из-под насыпи. В собранном виде вся установка помещается в начале первого звена, закрепляется фиксаторами, исключающими произвольное растягивание трубы во время транспортирования и перемещения. Зазоры во избежание попадания зерна в телескопические трубы закрыты войлочными уплотнителями.

Телескопическую вентиляционную установку используют следующим образом. К определенному месту площадки или хранилища, где предполагается вентилировать семена подсолнечника, доставляют нужное число установок. Двое рабочих крюками или веревочными петлями захватывают конец пятого звена и растягивают установку на всю длину. Перед растягиванием телескопической трубы открывают дверцу первого звена, растягивают трос и снимают фиксаторы.

После растягивания телескопической трубы поправляют (если необходимо) положение отдельных ее звеньев, устанавливая их в одну линию. Это необходимо для исключения заклинивания звеньев при последующем изъятии их из-под насыпи. После этого установка ТВУ-2 считается подготовленной к загрузке.

Если длина насыпи существенно превышает длину трубы (10 м), то напротив одной ранее растянутой телескопической установки монтируют другую. Расстояние между концами (торцами) последних звеньев труб должно быть 1...2 м.

Параллельную соседнюю трубу на площадке раскладывают после засыпки ранее смонтированной. Если же установки ТВУ-2 монтируют в складе, то трубы можно устанавливать сразу попарно, а не последовательно.

Применять установки ТВУ-2 для вентилирования семян подсолнечника в складах можно по-разному. Основной вариант

их применения — телескопические трубы — размещают по площади хранилища равномерно, по семь с каждой стороны.

Для оборудования типового склада вместимостью 3200 т необходимо 14 телескопических труб, из них восемь смонтированы в дверных проемах склада и шесть (по три с каждой стороны) — в отверстиях стен.

При таком варианте размещения телескопических труб в складе необходимо создавать насыпь возможно большей высоты и вентилировать мощными вентиляторами. Для подключения к трубам используют вентиляторы ВМ-200, СВМ-5, СВМ-6 и др.

Эффективность вентилирования зерна установками ТВУ-2 зависит от количества подаваемого воздуха, исходного состояния (температуры, влажности) самого воздуха и обрабатываемых семян, продолжительности вентилирования и других причин.

После вентилирования установки ТВУ-2 обычно выключают и вынимают из насыпи. Трубы из-под насыпи вынимают при помощи автомобиля, колесного трактора или другой машины. Для этого от трубы отсоединяют вентилятор, достают конец троса с петлей, закрепляют ее к той или иной машине и вытягивают.

Освобожденную установку ТВУ-2 растягивают во всю длину, осматривают, очищают звенья от зерна, проверяют крепление троса на последнем звене. После осмотра и очистки снова совмещают звенья трубы, трос сматывают, помещают в первое звено, ставят фиксаторы и закрывают дверцы. Установку подготавливают для перемещения и применения в другом месте или для хранения.

Преимущества телескопических вентиляционных установок следующие: установки можно извлекать из-под провентилированной насыпи до перегрузки последней и использовать вновь для обработки других формируемых партий; установки после изъятия не препятствуют работе передвижных машин и механизмов при погрузочно-разгрузочных работах; установки можно применять не только на площадках, но и в складах; установки мобильны, просты по устройству и эксплуатации, недорогостоящие.

Техническая характеристика установки ТВУ-2

Диаметр, мм:	
отверстий в стенке	3
троса	9...10
Общая масса, кг	195
Время подготовки одной установки к работе двумя рабочими, мин	До 16
Время вытягивания одной установки из-под зерновой насыпи, мин	До 10

Габаритные размеры установки в рабочем положении, мм:

длина	9860
ширина	580
высота	703

При транспортировании:

длина	2490
ширина	580
высота	703

Площадь живого сечения отверстий воздуховодов, м²

10,7

Толщина перфорированной стенки, мм

2...2,4

Активное вентилирование семян подсолнечника атмосферным воздухом

Активное вентилирование семян подсолнечника проводят для сохранения их качества до начала сушки путем снижения температуры семян. Очень часто активное вентилирование применяют для охлаждения просушенных семян, заложенных на хранение: Наиболее часто вентилируют семена атмосферным воздухом. Для планирования этих работ необходимо знать сроки безопасного хранения семян подсолнечника в зависимости от влажности и температуры (табл. 26). Перед вентилированием семена подсолнечника необходимо очистить от примесей, так как влажность последних в 2,0...2,4 раза превышает влажность основной культуры.

26. Примерные сроки безопасного хранения семян подсолнечника масличностью 45 % (по данным ВНИИЗ)

Влажность семян, %	Температура семян, °C							
	30	25	20	15	10	5	0	- 5
8	20	30	50	90	90	90	90	90
9	6	9	19	34	90	90	90	90
10	—	2	7	14	37	90	90	90
11	—	—	3	7	15	43	Не установлено	
12	—	—	—	3	9	25	То же	
13	—	—	—	1	6	21	»	
14	—	—	—	—	5	18	»	
15	—	—	—	—	Не установлено		»	
16	—	—	—	—	То же		»	
17	—	—	—	—	»		»	
18	—	—	—	—	»		»	

Режим хранения семенной массы в охлажденном состоянии основан на чувствительности всех живых компонентов насыпи

к пониженным температурам. При охлаждении замедляются физиологические процессы, прекращается развитие бактерий и плесневых грибов.

В период заготовок основная масса семян подсолнечника поступает с температурой, равной температуре атмосферного воздуха. Разница между средними максимальными и минимальными температурами в сентябре—октябре 12...14°C. Следовательно, имеется возможность охладить семена в этот период, особенно по ночам. Вентилирование атмосферным воздухом проводят при условии, что фактическая влажность семян больше равновесной (табл. 27).

Вентилируемая насыпь семян охлаждается по зонам. В начальный период при продувке насыпи снизу вверх охлаждается та часть насыпи, куда поступает холодный воздух. В первой зоне изменения влажности и кислотного числа масла в семенах зависят от исходных свойств семян подсолнечника и параметров

27. Равновесная влажность семян подсолнечника

Относительная влажность воздуха, %	Температура семян, °C				
	- 10	0	10	20	30
20	5,3	5,1	4,9	4,7	4,6
25	5,4	5,2	5,0	4,8	4,7
30	5,5	5,3	5,1	4,9	4,8
35	5,7	5,5	5,3	5,1	4,9
40	5,8	5,5	5,5	5,3	5,0
45	6,2	6,0	5,8	5,5	5,2
50	6,7	6,3	6,0	5,7	5,5
55	7,2	6,9	6,6	6,3	5,9
60	7,7	7,5	7,3	7,0	6,3
65	8,1	7,8	7,6	7,3	6,8
70	8,5	8,2	7,9	7,5	7,2
75	9,2	8,9	8,5	8,2	7,6
80	9,3	9,5	9,3	9,1	8,5
85	10,3	10,7	10,4	10,1	9,8
90	12,3	11,9	11,6	11,3	11,0

наружного воздуха. Иногда в начале продувки наблюдается снижение кислотного числа масла. Влажность подсолнечника обычно соответствует равновесной влажности используемого воздуха, а температура семян близка к температуре воздуха. Температура верхнего слоя близка к исходной температуре семян до вентиляции. Через некоторое время образуются три зоны. Температура и влажность среднего слоя занимает промежуточное значение.

При длительном вентилировании температура и влажность семян подсолнечника несколько выравниваются, однако температура и влажность нижнего слоя отличаются от аналогичных показателей верхнего слоя. Кислотное число масла в средних и верхних слоях имеет тенденцию к дальнейшему возрастанию.

Для предотвращения порчи семян подсолнечника в средних и особенно в верхних зонах следует применять реверсивную продувку. Однако этот прием нельзя использовать в существующих установках активного вентилирования в складах.

Одним из важнейших режимных параметров процесса вентилирования считается средняя удельная подача воздуха, которая определяется отношением общей часовой подачи воздуха к массе вентилируемых семян в тоннах. Малая удельная подача воздуха не приводит к снижению влажности и температуры семян, а иногда даже способствует их возрастанию в результате обогащения межзернового пространства кислородом. Такое обогащение приводит к развитию плесневых грибов и повышению энергии дыхания. Поэтому минимальные удельные подачи воздуха следует устанавливать с учетом исходной влажности семян. С повышением влажности семян необходимо увеличивать удельную подачу воздуха.

Минимальная удельная подача воздуха при активном вентилировании свежееубранных семян подсолнечника влажностью до 7% должна быть не менее 30 м³/ (т · ч). В таблице 28 приведены режимы вентилирования семян подсолнечника на различных установках в зависимости от первоначальной влажности.

28. Удельная подача воздуха, м³/ (т · ч), не менее

Влажность семян, %	Установки					
	СВУ-63	УСВУ-62	СВУ-2	СВУ-1	стационарная ПЗП-48	напольно-переносная ПЗП-55
8	25	25	35	40	40	30
9	30	35	45	50	55	40
10	45	55	70	80	90	60
11	65	80	110	130	155	95
12	90	115	165	210	270	140
13	120	160	240	—		200

Другим неизменным условием вентилирования семян подсолнечника является высота насыпи. Максимальная высота насыпи различна для того или иного типа напольных установок.

В таблице 29 приведены значения максимальной высоты насыпи при использовании вентиляторов ВМ-200, СВМ-5. При использовании вентилятора СВМ-6 в установках СВУ-63 и УСВУ-62 рекомендуется высоту насыпи увеличить в 1,5 раза, а на остальных установках — в 1,3 раза.

29. Максимальная высота (м) насыпи семян при активном вентилировании

Влажность семян, %	Установки					
	СВУ-63	УСВУ-62	СВУ-2	СВУ-1	стационарная ПЗП-48	напольно-переносная ПЗП-55
8	5,0	5,0	3,7	2,7	2,4	2,7
9	4,4	4,3	3,3	2,5	1,6	2,3
10	3,5	3,1	2,9	1,6	—	1,5
11	2,9	2,6	2,4	—	—	—
12	2,3	1,9	1,7	—	—	—
13	1,7	1,5	—	—	—	—

В таблице 30 приведены режимы вентилирования семян подсолнечника с помощью телескопических вентиляционных установок ТВУ-2.

30. Режимы вентилирования семян подсолнечника с помощью телескопических вентиляционных установок ТВУ-2 при расположении их с шагом 3 м

Влажность семян, %	Необходимый удельный расход воздуха, м ³ / (т · ч), не менее	Допустимая высота насыпи, м, не более
До 9	65	5,0
Свыше 9 до 11	135	3,2
> 11 > 13	250	1,7

Активное вентилирование требует постоянного контроля за состоянием семян, параметрами воздуха, особенно при изменяющейся погоде. При отсутствии приборов для определения относительной влажности воздуха вентилирование прекращают, если температура наружного воздуха ниже температуры семян на 4...5°C. При несоблюдении этого правила возможно увлажнение семян подсолнечника. При нормальных погодных условиях вентилировать семена подсолнечника можно до тех пор, пока температура отработанного воздуха выше температуры наружного воздуха на 1...2°C.

Периодичность контроля температуры семян подсолнечника

в насыпи при хранении их в складе, оборудованном установками ТВУ-2, приведена в таблице 31.

31. Периодичность контроля температуры семян подсолнечника в насыпи при хранении их в складе, оборудованном установками ТВУ-2

Влажность семян, %	Свежеубранные семена	Семена, прошедшие послеуборочную обработку	
		при температуре семян от 10 до 20°C	при температуре семян от 0 до 10°C
До 8	Один раз в 3 дня	1 раз в 15 дней	1 раз в 15 дней
Свыше 8 до 9 » 9	Ежедневно »	Ежедневно »	1 » 5 » 1 » 3 »

Активное вентилирование семян подсолнечника искусственно охлажденным воздухом

Во многих регионах нашей страны в период уборки подсолнечника температура атмосферного воздуха достигает 20°C и более, активное вентилирование насыпей семян подсолнечника в этом случае не дает нужных результатов. Известно, что в семенах высокомасличного подсолнечника, высушенных до влажности 6...7%, но заложенных на хранение при температуре 20°C, возможен процесс самосогревания. Температура семян подсолнечника может возрасти за двое суток до 45°C и более. Применяя активное вентилирование, можно снизить температуру семян лишь до 16...18°C (в ночное время суток). Но при такой температуре даже у сухих семян подсолнечника влажностью 6...7% происходит нарастание кислотного числа жира.

Снизить температуру насыпи семян высокомасличного подсолнечника до 4...10°C и тем самым сохранить качество не только влажных, но и сухих семян в южной зоне страны возможно только с применением искусственно охлажденного воздуха, получаемого с помощью холодильных машин. Обработка семян подсолнечника охлажденным воздухом тормозит и останавливает развитие микрофлоры, увеличивает период использования зерносушилок.

Кубанский филиал ВНИИЗ разработал технологию вентилирования искусственно охлажденным воздухом семян высокомасличного подсолнечника в складах с применением передвижных холодильных машин ХМВ-1-30 и Г-100 производства ГДР (табл. 32). При вентилировании искусственно охлажденным воздухом рекомендуется измерять температуру семян через каждые 8 ч.

Холодильные машины размещают на расстоянии 2...3 м от стены склада и соединяют прорезиненными воздухопроводами с наружными патрубками установок активного вентилирования.

32. Режимы вентиляции семян подсолнечника в складах искусственно охлажденным воздухом до температуры не выше 10°С

Влажность семян, %	Минимальная удельная подача охлажденного воздуха м ³ /(т · ч)	Продолжительность вентиляции, ч	Максимальная высота насыпи семян, м, при вентилировании с помощью установок	
			СВУ-1	СВУ-2
5,0...7,0	15	72	3,0	4,0
7,1...9,0	25	30	2,5	4,0
9,1...11,0	35	24	2,0	3,7
11,1...13,0	45	24	1,5	2,9

Примечание. При влажности семян более 13 % их необходимо сразу же направлять на сушку.

К каждому патрубку подсоединяют одну холодильную машину. При использовании установок СВУ-2 холодильные машины подсоединяют с двух сторон склада к противоположащим секциям, и семена в них охлаждают одновременно.

Холодильная машина ХМВ-1-30 состоит из двух параллельно работающих агрегатов. Каждый агрегат имеет компрессор, конденсатор, ресивер, реле давления, фильтр-осушитель, воздухоохладитель, соленоидный вентиль, измерительную и пусковую аппаратуру, электропривод.

Необходимое количество «Хладона-12», поступающего в воздухоохладитель, автоматически регулируется терморегулирующим вентилем ТРВ-16. Воздухоохладительный блок состоит из воздушного фильтра, центробежного вентилятора, двух последовательно установленных воздухоохладителей, диффузора и регулятора расхода воздуха.

Механические примеси, попавшие в систему, отделяются в фильтре-осушителе, здесь же поглощается влага из «Хладона-12». В корпус фильтра-осушителя вставлены сетчатый фильтр и гильза осушителя. Гильза заполнена силикагелем и закрыта сеткой.

Соленоидный вентиль СВМ-15 применяют в качестве запорного устройства, предотвращающего переполнение воздухоохладителя жидким «Хладон-12» при остановке компрессора. Его устанавливают после фильтра-осушителя.

Атмосферный воздух охлаждается следующим образом. Он засасывается вентилятором через фильтр, где очищается от пыли, и, проходя через воздухоохладитель, охлаждается в результате теплообмена с кипящим внутри труб «Хладон-12». Охлажденный воздух очищается от капельной влаги. Воздух охлаждается до заданной температуры после второго воздухоохладителя и нагнетается в насыпь семян.

Активное вентилирование семян подсолнечника подогретым воздухом

Активное вентилирование семян подсолнечника подогретым воздухом используют чаще всего в тех случаях, когда не хватает зерносушильной мощности. Семена подсолнечника при вентилировании насыпи подогретым воздухом сушатся более продолжительное время. При этом возможно пересушивание нижнего слоя семян и недосушивание верхнего. Для получения относительно равномерной влажности семян в процессе такой сушки используют воздух, подогретый до температуры не более 40°C. Возможность реверсирования продувки насыпи (снизу вверх и сверху вниз), а также уменьшение толщины продуваемого слоя повышает равномерность сушки.

Скорость обезвоживания семян при вентилировании подогретым воздухом почти в 2 раза больше, чем наружным. Сушка семян подсолнечника подогретым воздухом начинается в зоне поступления теплого воздуха, т.е. в нижних слоях насыпи, и постепенно распространяется вверх. Влага, которая испаряется нижними слоями, конденсируется более холодным поверхностным слоем на глубине 10...15 см, вследствие чего семена верхнего слоя длительное время сохраняют повышенную влажность. Величина кислотного числа масла в семенах средних и нижних слоев остается в тех же пределах, а в верхнем слое повышается.

При вентилировании семян подсолнечника подогретым воздухом сравнительно высокая температура воздуха приводит к неравномерному удалению влаги из семян по слоям. Так, если влажность семян верхнего слоя 7...7,5% (безопасная для хранения), семена нижних слоев значительно пересушиваются. Для более равномерного распределения влаги вентилирование подогретым воздухом необходимо прекращать при влажности семян верхнего слоя (на глубине 25 см) 10...10,5%. Дальнейшее вентилирование необходимо проводить атмосферным воздухом, который в первый период вентилирования нагревается теплыми семенами и подсушивает верхний слой семян. Семена нижнего слоя при этом несколько увлажняются.

Важное значение при оценке способов и режимов активного вентилирования имеет распределение влаги между отдельными компонентами семенной массы.

Кубанским филиалом ВНИИЗ разработаны режимы активного вентилирования подогретым воздухом для семян влажностью от 9 до 20% (табл. 33). Установлено, что наиболее равномерное распределение влажности семян происходит при температуре воздуха, входящего в насыпь, не превышающей 35...40°C. Вентилирование подогретым воздухом необходимо заканчивать при понижении относительной влажности выходящего из насыпи

воздуха с 82...80 до 60...70%. В дальнейшем следует вентилировать наружным воздухом для снижения влажности семян верхнего слоя и охлаждения всей насыпи до 12...16°C.

33. Режимы активного вентилирования семян подсолнечника подогретым воздухом

Влажность семян, %	Удельная подача воздуха, м ³ / (т · ч)	Высота насыпи, м				Продолжительность вентилирования, ч
		конструкции установок				
		СВУ-1	ПЗП-48	СВУ-2	СВУ-3	
9...10	100	4,5	3,6	8,0	7,2	135
11...13	150	3,0	2,7	6,3	5,0	130
14...15	200	2,7	2,0	4,5	3,6	120
16...17	300	2,0	1,5	3,6	3,3	65
18...20	400...500	1.5	—	3,0	2,7	50...75

С увеличением первоначальной влажности семян необходимо значительно увеличить удельную подачу подогретого воздуха, а высоту насыпи снизить в несколько раз. Продолжительность вентилирования насыпи очень велика, и в зависимости от влажности семян вентилирование длится более пяти суток. Такая технология сушки семян подсолнечника целесообразна при отсутствии сушильной техники и при малых объемах заготавливаемых семян.

Глава 6

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ СУШКЕ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА

Эксплуатация зерносушилок требует выполнения определенных правил техники безопасности и противопожарных мероприятий. Персонал, обслуживающий зерносушилку, обязан знать и выполнять существующие правила техники безопасности при эксплуатации машин и механизмов, входящих в комплекс сушилки, а также топки, работающей на жидком топливе. К работе допускаются лица, успешно сдавшие экзамен на правила техники безопасности. Кроме того, на каждом рабочем месте должен быть проведен инструктаж по правилам безопасного обслуживания машин и механизмов.

В обязанности зерносушильщика входит надзор за исправным состоянием не только сушилки, но и оборудования, размещенного в сушилке (нории, транспортеры, вентиляторы и др.). Зерносушильщик контролирует работу оператора топки, дает ему ука-

зания о времени пуска ее в работу, о температуре агента сушки и об остановке топки.

Обслуживать сушилку разрешается рабочему в комбинезоне и берете. Обшлага рукавов и брюк комбинезона должны быть застегнуты, волосы убраны под головной убор. Запрещается носить поверх комбинезона поясной ремень. Теплую одежду следует носить под комбинезоном.

На рабочих местах и этажах зерносушильного агрегата устанавливают звонки громкого боя, которые включаются как с пульта управления, так и с рабочего места. На пульте управления и рабочих местах устанавливают плакаты: «Перед пуском — дай сигнал». Пуск и остановка машин и механизмов должны осуществляться и с пульта управления, и с рабочего места.

Обслуживание электрических сетей, привода машин и механизмов, освещения, сетей вторичной коммутации, диспетчеризация и контроль возложены на электрика не ниже IV разряда.

Все стационарные зерносушилки оборудуются аспирацией башмаков и головок норий, сепараторов и других мест пылеобразования. Вентиляция обеспечивает чистоту воздуха в рабочих помещениях, а также предупреждает случаи загораний и взрывов зерновой пыли.

Все бункера должны иметь типовые лазовые люки размерами 500 × 600 мм, а решетки этих люков — исправные автоматические замки. Для того чтобы пыль не набивалась в помещение крышки лазовых люков уплотняются.

Площадки обслуживания ограждают прочными перилами высотой не менее 1 м со сплошной обшивкой снизу на высоту 0,2 м. Лестницы должны быть прочными, с расстоянием по высоте между ступенями 200 мм при угле наклона к горизонту 45°, а при 60° — 250 мм. Ограждения приводных ремней делают легкими, прочными и устанавливают так, чтобы удобно и безопасно проводить уборку у оборудования, нижняя часть ограждения не должна доходить до пола на 100 мм. Выступающие концы вращающихся валов защищают специальными кожухами.

К обслуживанию механизмов допускают рабочих, которые прошли инструктаж и практически обучились безопасным методам труда непосредственно на рабочем месте. Принимая смену, необходимо убедиться в исправности механизмов, наличии и исправности ограждений вращающихся частей.

При обслуживании норий необходимо выполнять следующие требования:

следить, чтобы во время работы норий края ленты не задевали, а ковши не ударяли о внутренние стенки труб;

норийные трубы, башмаки, колпаки головок и смотровые люки в своих соединениях должны быть герметичными;

при необходимости расчистки башмака нории от завала рабочий должен убедиться в том, что привод нории выключен, поставлен на тормоз и возможность обратного хода исключается;

башмак нории от продукта чистят только специальным скребком с гладкой ручкой. При этом следует быть особенно осторожным, чтобы в случае произвольного обратного хода норийной ленты ковшами не захватило руки;

после ликвидации завала нории выявить причины этого завала и устранить их (слабо закрепленные и оторванные ковши, слабое натяжение ленты или нарушение ее центровки и т. п.); не разрешается спускаться и работать в норийных прямых, если они не освещены;

запрещается ремонтировать нории на ходу. Перед началом ремонта необходимо выключить электродвигатель, а на пусковую аппаратуру повесить специальную таблицу с надписью: «Не включать, ремонт, работают люди»;

необходимо следить за исправностью заземления токоприемников и изоляции электроприводов. При возникновении неисправностей необходимо вызвать электромонтера.

При обслуживании транспортеров необходимо:

до начала работ проверить чистоту рабочего места, исправность заземления электродвигателей, транспортеров, пусковых устройств и прочность болтовых соединений;

проверить наличие и исправность всех ограждений, при отсутствии ограждений привода транспортера пускать его в работу не разрешается. Особенно опасна работа транспортера с открытыми зубчатыми передачами, так как это может привести к тяжелому несчастному случаю;

проверить исправность всех узлов транспортера, тормозов передвижной сбрасывающей тележки, аспирационной установки, состояние смазки деталей;

следить за нормальным натяжением ремня транспортера, при ослаблении для его натяжения следует отодвинуть электродвигатель по направляющим салазкам. Если этого нельзя сделать, ремень необходимо перешить при плоскоременной передаче или заменить при клиноременной. Сшивать плоский проводной ремень допускается только при помощи ушивальников из сыромятной кожи, чтобы соединение концов ремня было прочным, гладким и была исключена возможность захвата одежды работающего. Сшивать ремни при помощи болтов запрещается. Ремень сшивают так, чтобы верхняя накладка его была установлена против хода, а нижняя — по ходу вращения шкива.

При обслуживании транспортера не разрешается:

смазывать приводной ремень для уменьшения скольжения канифолью или другими вязущими веществами. Это приводит к

быстрому износу ремней и является одной из основных причин аварий и несчастных случаев;

допускать во время работы транспортера сбегание ленты в сторону, в результате этого снижается производительность и увеличивается расход энергии;

пользоваться палками или другими предметами, ставя их в качестве дополнительной опоры для предупреждения сбегания ленты;

допускать буксование ленты транспортера, это вызывает повышенный расход энергии, преждевременный износ ленты, а при длительном буксовании лента может загореться и вызвать пожар;

пользоваться канифолью или другими вязкими веществами для увеличения силы соединения ленты транспортера с ободом приводного барабана независимо от причины буксования;

тянуть руками за ленту, помогая ходу при пуске транспортера;

производить ремонтные работы на ходу транспортера.

Грузы натяжной станции ограждаются на высоту 2 м от пола. Натяжное устройство должно быть снабжено предохранительным приспособлением, предупреждающим ослабление транспортерной ленты при обрыве натяжного груза.

При обслуживании вентиляционного оборудования зерносушилок необходимо выполнять следующие требования:

воздуховоды должны быть герметичными и не иметь щелей и механических повреждений;

во избежание аварий и несчастных случаев колесо вентилятора должно быть хорошо отбалансировано, что обеспечивает работу вентилятора без вибраций;

вентилятор должен работать плавно, без стуков и большого шума, ограждение должно быть исправным и прочно закрепленным;

для уменьшения шума необходимо хорошо смазывать шарикоподшипники;

вентилятор должен хорошо крепиться на фундаменте или на перекрытии;

при соединении вентилятора с электроприводом при помощи гибкой муфты оси их должны совпадать. При несоблюдении этого условия возникают биение вала, полочки, что приводит к аварии и травматизму;

необходимо обращать внимание на соблюдение зазора между всасывающим патрубком и рабочим колесом вентилятора. Зазор не должен превышать 1% от диаметра колеса. Увеличение зазора приводит к уменьшению производительности вентилятора;

обороты вентилятора должны быть в пределах паспортных

значений, снижение числа оборотов приводит к снижению производительности сушилки;

необходимо устранять причины налипания на крыльчатки ротора вентилятора пыли. Плотная масса пыли может являться причиной снижения производительности вентилятора и его вибрации.

Пожарная опасность сушилок обуславливается наличием в агрегате легковоспламеняемых материалов — семян, органической примеси (соломы, полосты и т.д.) и масляной пыли. Температура воспламенения солоmistых примесей 310°C. Сорные солоmistые примеси воспламеняются от незначительной искры, а при длительном нагреве до температуры 140...160°C обугливаются.

В процессе движения семян по технологической линии сушки выделяется пыль, которая оседает на поверхности стенок шахт и бункеров, в теплообменнике, в камере нагрева и других конструктивных элементах. Подвергаясь нагреву, она может воспламениться. Температура воспламенения масляной пыли 205°C.

Зерносушилки можно размещать в противопожарных разрывах между складами при обеспечении следующих условий: здания СОБ и зерносушильных установок должны быть негоряемыми, первой и второй степеней огнестойкости;

стены указанных сооружений, обращенные в сторону зерноскладов, должны быть глухими, а если в них имеются окна, то они должны быть защищены негоряемыми материалами с пределом огнестойкости не менее 1,5 ч;

торцовые стены зерновых складов, обращенные к зданиям установок зерносушения, устраивают из негоряемых материалов с пределом огнестойкости не менее 2,5 ч;

в местах примыкания транспортерных галерей от зерносушилок к складам необходимо оборудовать самотечные пересыпные рукава, выполненные из негоряемых материалов. Проемы для обслуживающего персонала должны быть защищены самозакрывающимися противопожарными дверями, выполненными из дерева и обитыми с обеих сторон листовой сталью в замок по асбесту или двойному слою технического войлока, пропитанного в глиняном растворе.

Особое внимание при эксплуатации сушилки необходимо уделять топке. Техническая документация зерносушилок предусматривает эксплуатацию топок на дизельном топливе и тракторном керосине с автоматизацией горения. При работе с жидким топливом создаются лучшие санитарно-гигиенические условия по сравнению с работой на твердом топливе. В зерносушильных установках агент сушки состоит из смеси топочных газов с атмосферным воздухом, который добавляется в количестве, необхо-

димом для полного сгорания топлива и получения требуемой температуры агента сушки. Агент сушки не должен содержать дыма, копоти и запаха сернистых газов. В большинстве случаев в топках используется дизельное топливо. Температура горения его 1100...1300°C; температура самовоспламенения 240°C; температурные пределы взрываемости: нижний 69, верхний 119°C.

Топочные и предтопочные помещения необходимо выполнять из несгораемых материалов. Запрещается утепление перекрытий зданий этих помещений асфальтобитумом.

В период розжига топки процесс горения неустойчив. Устойчивое горение топлива наблюдается при температуре 800...1000°C. О процессе горения можно судить по характеру и цвету пламени. Если пламя желтое, не коптящее, факел ровный, устойчивый, то горение протекает нормально. Красновато-бурое или коптящее пламя свидетельствует о неполном сгорании топлива. Правила эксплуатации топки на жидком топливе с использованием форсунки Ф-1 предусматривают давление топлива перед форсункой 1,5...1,75 кг/см², а в агрегатах большей производительности («Целинная-50», «Целинная-60») — 2...3 кг/см². Для обеспечения необходимого давления воздуха перед форсункой вентилятор АДВ должен развивать около 5000 об/мин. При недостаточном давлении топлива трудно отрегулировать форсунку для обеспечения нужной температуры агента сушки. При недостаточном давлении воздуха в форсунке плохо распыляется топливо, в результате чего происходит неполное сгорание с образованием дыма и копоти. При повышенном давлении топлива и воздуха может наблюдаться отрыв факела, процесс горения в этом случае неустойчивый.

При остановке топки необходимо дополнительно перекрывать топливопровод ручным вентилем. В противном случае, особенно при плохой работе электромагнитного вентиля, возможна течь топлива через форсунку на раскаленную форкамеру, интенсивное испарение топлива в этом случае приводит к накоплению взрывоопасной смеси в топочном пространстве. Возможность взрыва можно ликвидировать при включении вентилятора камеры нагрева, которым эта смесь вытягивается из топки. Однако в некоторых случаях при розжиге топки наблюдают характерные хлопки, значительно повышающие давление в топочном объеме. Учитывая это, для предотвращения разрушения топки должны быть предусмотрены противовзрывные клапаны. Их роль с успехом заменяют специальные отверстия в перекрытии топки или с ее боков. В качестве противовзрывного клапана служит и канал для подвода атмосферного воздуха. Площадь противовзрывных клапанов должна составлять не менее 0,1 м² на 1 м³ объема топочного пространства. При эксплуатации топки зерносушилок необходимо внимательно следить за исправностью и четкостью работы автоматики процесса горения топлива, а также за исправ-

ностью основных блокировок технологического процесса сушки.

Для правильного выполнения требований по электробезопасности необходимо хорошо знать принципиальную электрическую схему автоматики зерносушилки, которая предусматривает: а) предупредительную сигнализацию; б) дистанционный запуск электродвигателя; в) автоматизацию процесса горения топлива; г) дистанционное измерение температуры агента сушки и зерна; д) сигнализацию о положении уровня зерна в бункере над камерой нагрева, в теплооблагодобменнике и в оперативном бункере; е) сигнализацию о превышении температуры агента сушки после камеры нагрева; ж) прекращение выпуска сухого зерна при понижении уровня зерна в теплооблагодобменнике; з) прекращение подачи сырого зерна при повышении уровня зерна в теплооблагодобменнике; и) остановку топки при аварийной температуре агента сушки после камеры нагрева и аварийном повышении уровня зерна в теплооблагодобменнике.

Требования автоматики процесса горения предусматривают следующие элементы:

электромагнитный вентиль должен быть сблокирован с топливным насосом, вентилятором высокого давления АД и вентилятором камеры нагрева для рециркуляционных сушилок и вентиляторами шахт шахтных сушилок. Если электродвигатели этого оборудования не включены или вентилятором АД не развито необходимое давление воздуха перед форсункой, то топливо к форсунке не поступит;

автоматикой предусмотрена подача звуковой сигнализации при повышении температуры агента сушки после камеры нагрева до 100°C, дальнейшее повышение температуры сопровождается отключением топки.

Эксплуатация топки без элементов автоматики категорически запрещается, так как нарушение этого требования может привести к взрывам топочных газов и пожару.

При эксплуатации топки, работающей на тракторном керосине, не предусматривается автоматическое восстановление факела в случае его обрыва. Это объясняется тем, что тракторный керосин более взрывоопасен по сравнению с дизельным топливом, и частое повторное зажигание может привести к взрыву. Повторный розжиг топки в этом случае оператор проводит после продувки топочного объема.

Важными условиями соблюдения противопожарной техники являются герметичность топливпровода в местах соединений его с приборами, запорной арматурой, а также герметичность сальниковых уплотнений топливного насоса, вентиля и другого оборудования.

Форсунку и топливный фильтр следует периодически очищать

от сора и смолистых масел. Необходимо уделять внимание привязке топки к зерносушилке. Диффузор подвода агента сушки к камере нагрева и конфузор отвода агента сушки от камеры должны быть установлены под углом не менее 60°С с тем, чтобы семена, попавшие туда, могли скатиться обратно. Воздухопроводы должны быть надежно изолированы для уменьшения пожароопасности и во избежание утечки тепла. В качестве теплоизоляции материалов можно рекомендовать асбестозурит или цементно-асбестовую штукатурку при толщине слоя 80...100 мм. Горизонтальные участки воздухопроводов, где возможно большое накопление пыли, а также легковоспламеняемых органических примесей, покрывают теплоизоляцией до 120 мм.

Основной запас жидкого топлива должен храниться вдали от зерносушилки в специальных складах. Топливохранилища следует располагать на достаточном расстоянии от железнодорожных путей и жилых помещений. Помещение, где хранится жидкое топливо, должно иметь хорошую вентиляцию. Над дверью должны быть надписи, запрещающие вход в него посторонним лицам. Для освещения необходимы взрывобезопасные аккумуляторные лампы. Не допускается использовать топливо из резервуара, если уровень его меньше чем 100 мм над приемным патрубком насоса, в противном случае может произойти подсос воздуха к топливу и образоваться взрывоопасная смесь.

Для защиты от статического электричества в системе и от электрических разрядов молний топлиохранилище должно быть надежно заземлено.

Необходимым условием для соблюдения техники безопасности и противопожарной техники является монтаж сушилки строго по проектной документации.

В верхней части бункера над камерой нагрева рециркуляционной сушилки монтируется решетка с отверстиями размером в свету 40 × 40 мм. Решетка улавливает стебли и крупные инородные предметы, которые, попадая в камеру нагрева, засоряют ее. В случае засорения камеры образуется застой семян, которые под воздействием высокой температуры могут воспламениться. Камера должна быть надежной в эксплуатации и отвечать противопожарным требованиям.

В случае загорания в камере нагрева рециркуляционной сушилки необходимо выключить топку, остановить вентиляторы камеры нагрева и шахт охлаждения и большой подачей сырых семян ликвидировать загорание. Перед последующим пуском сушилки необходимо выяснить и устранить причины загорания.

В зерносушилках с сокращенной высотой рециркулируемого зерна («Целинная-20», «Целинная-36» и др.) для предупрежде-

ния накопления семян в камере нагрева при остановке рециркуляционной норрии в бункере под камерой монтируется грузовой аварийный клапан. Под воздействием силы тяжести семян грузовой клапан открывается и камера освобождается от семян. В связи с этим важное значение приобретает правильный подбор грузов для этого клапана. Масса грузов должна быть такой, чтобы при нормальной работе камеры нагрева клапан не открывался, а при аварийной ситуации открывался при сравнительно небольшом скоплении семян подсолнечника.

Из камеры нагрева семена попадают в теплооблаообменник. Для обеспечения необходимого тепло- и влаоообмена между сырыми и рециркулирующими (сухими) семенами необходимо поддерживать заданный уровень семян в теплооблаообменнике. Для предупреждения попадания семян в плотном слое в камеру нагрева в теплооблаообменнике монтируют сливную трубу, по которой излишки семян отводятся в оперативный бункер. Без сливной трубы эксплуатация сушилки недопустима, так как семена, попадая в камеру нагрева, в плотном слое могут воспламениться и вызвать пожар. Диаметр сливной трубы необходимо выбрать так, чтобы ее производительность составляла не менее 30% от производительности рециркуляционной норрии.

Монтаж самотечной трубы выполняют с учетом специальных требований. Эти требования предусматривают выпуск излишка семян из теплооблаообменника в оперативный бункер независимо от его заполнения. При этом создается «зерновой замок», т. е. в случае переполнения оперативного бункера в первую очередь уходят семена из теплооблаообменника, а затем непосредственно из самого оперативного бункера.

В случае загорания семян в шахтной и рециркуляционной сушилке необходимо прекратить подачу топлива в форсунку, остановить все вентиляторы, закрыть у вентиляторов шахт отверстия на всасывающих патрубках и подачей сырых семян попытаться ликвидировать загорание. Если эти мероприятия не приводят к ликвидации загорания, то необходимо освободить шахты сушилки от семян, выпустив их непосредственно на пол без включения для этого норрий, и потушить семена. Поэтому при подготовке зерносушилок к работе необходимо заранее предусмотреть возможность автономного выпуска семян подсолнечника из шахт непосредственно на пол без помощи норрий.

После освобождения шахт необходимо определить причину загорания, принять меры к недопущению повторной аварии, зачистить все узлы сушилки.

В случае загорания семян в барабанной сушилке необходимо прекратить подачу агента сушки в барабан, остановить вентиляторы и прекратить подачу семян в барабан, выпустить семена

подсолнечника из барабана на пол и потушить их. После ликвидации загорания необходимо тщательно зачистить барабан сушилки, предварительно остановив его.

Требования техники безопасности и противопожарных мероприятий при эксплуатации зерносушилок легко выполнимы, поэтому соблюдение приведенных правил позволит обеспечить безаварийную работу зерносушилок и добиться высокой их производительности.

Техникой безопасности при эксплуатации зерносушилок предусматривается защита от разрушений при взрыве пыли. Наиболее опасными механизмами в этом отношении являются нории. Для предохранения норий от разрушения предусматривается монтаж взрыворазрядников.

Взрыворазрядники устанавливают по проектам, разработанным на местах и утвержденным в вышестоящей организации.

В общем виде взрыворазрядник представляет собой трубопровод, соединяющий внутреннее пространство нории (головку нории, трубы) с атмосферой через легкоразрушаемую мембрану. Мембрана может быть изготовлена из алюминиевой или медной фольги толщиной не более 0,04 мм. Для предохранения мембраны от разрушений в результате вибрации под ней устанавливают проволочную сетку с ячейками не менее 30×30 мм.

Категорически запрещается монтировать сетку сверху мембраны.

Трубопровод взрыворазрядника, соединяющий головку нории с атмосферой, изготавливают из листовой стали толщиной не менее 1 мм. Взрыворазрядный трубопровод изготавливают, как правило, прямым. В крайнем случае допускается его поворот не более чем на 15°

Сечение взрыворазрядного трубопровода должно быть не менее $0,0285 \text{ м}^2$ на 1 м^3 защищаемого внутреннего объема оборудования, или $2,85 \text{ м}^2$ на 100 м^3 объема. Применение взрыворазрядного трубопровода диаметром менее 250 мм не разрешается. Допускается применение нескольких взрыворазрядников. В этом случае диаметр каждого трубопровода должен быть не менее 250 мм.

Взрыворазрядные трубопроводы выводятся наружу здания и защищаются зонтами от проникновения в них атмосферных осадков. При подсчете внутреннего объема нории необходимо вычесть из общего объема объем ковшей, ленты барабанов. Все взрыворазрядники нумеруют, паспортизируют и пломбируют.

Если произошел взрыв в нории, необходимо немедленно остановить зерносушилку. Повторный пуск допускается лишь после выяснения и устранения причин взрыва, а также после восстановления мембраны взрыворазрядника.

К работам по обслуживанию электроустановок, к их ремонту и монтажу допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование и имеющие соответствующие удостоверения. Работы, связанные с присоединением (отсоединением) проводов, ремонтом, наладкой, профилактикой и испытанием электроустановок, должен выполнять специалист, имеющий соответствующую квалификационную группу по технике безопасности. Монтажные и ремонтные работы на электрических сетях и электроустановках можно производить только после снятия с них напряжения и при осуществлении всех мероприятий по технике безопасности.

Указатель литературы

- Алейников В. И., Стам Г. Я. Совершенствование сушки семян подсолнечника в шахтных зерносушилках. Масложировая промышленность, 1981, № 9.
- Баум А. Е., Резчиков В. А. Сушка зерна. — М.: Колос, 1983.
- Горелова Е. И. Основы хранения зерна. — М.: Агропромиздат, 1986.
- Есболганов У. Е., Хасанова Ф. М., Суворина Р. Н. Из опыта сушки семян масличных культур. Мукомольно-элеваторная и комбикормовая промышленность, 1986, № 4.
- Жидко В. И., Резчиков В. А., Уколов В. С. Зерносушение и зерносушил-ки. — М.: Колос, 1982.
- Журавлев А. П., Комышник Л. Д., Лагода В. В. Повышение эксплуатационной надежности рециркуляционных зерносушилок типа «Целинная». — М., ЦНИИТЭИ Минхлебопродуктов СССР, вып. 11, 1985.
- Зелинский Г. С., Комышник Л. Д. Использование зерносушилки «Целинная». — М.: Колос, 1967.
- Комышник Л. Д., Журавлев А. П., Хасанова Ф. М., Саклаков В. А. Снижение пожароопасности при сушке подсолнечника. Мукомольно-элеваторная и комбикормовая промышленность, 1986, № 9.
- Мельник Б. Е. Справочник по активному вентилированию зерна. — М.: Агропромиздат, 1986.
- Резчиков В. А., Уколов В. С., Атаназевич В. И. Повышение качества сушки семян подсолнечника. — М.: ЦНИИТЭИ Минхлебопродуктов СССР, 1978.
- Трисвятский Л. А., Мельник Б. Е. Технология приема, обработки, хранения зерна и продуктов его переработки. — М.: Колос, 1983.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Г л а в а 1. Семена подсолнечника как объект сушки

Характеристика семян подсолнечника
Технология сушки семян подсолнечника

Г л а в а 2. Сушка семян подсолнечника в сушилках шахтного типа

Особенности сушки семян подсолнечника в шатных зерносушилках
Модернизация сушилок
Комбинированная сушка семян подсолнечника с предварительным нагревом в каскадном подогревателе
Комбинированная сушка семян подсолнечника с предварительным нагревом в напорно-распределительной камере

Г л а в а 3. Сушка семян подсолнечника в рециркуляционных зерносушилках

Особенности сушки семян подсолнечника в рециркуляционных зерносушилках
Использование рециркуляционных зерносушилок для сушки семян подсолнечника
Рециркуляционная сушка семян подсолнечника при повышенной температуре агента сушки
Снижение пожароопасности рециркуляционных зерносушилок
Модернизация зерносушилки «Целинная-30»
Модернизация зерносушилки «Целинная-50»
Последовательная сушка семян подсолнечника в зерносушилках «Целинная-30» и ДСП-32-ОТ
Модернизация рециркуляционной зерносушилки РД-2 × 25-70
Особенности эксплуатации рециркуляционных зерносушилок

Г л а в а 4. Сушка семян подсолнечника в барабанных, камерных сушилках и в вентилируемых бункерах

Особенности сушки семян подсолнечника в сушилках барабанного типа
Однобарабанная сушилка
Двухбарабанная сушилка
Барабанная сушилка СЗСБ-8
Модернизация барабанных сушилок
Барабанная сушилка с канальной насадкой
Камерная сушилка
Вентилируемые бункера

Г л а в а 5. Хранение семян высокомасличного подсолнечника

Особенности хранения семян подсолнечника .

Хранение семян подсолнечника в регулируемой газовой среде

Активное вентилирование семян подсолнечника

Активное вентилирование семян подсолнечника атмосферным воздухом

Активное вентилирование семян подсолнечника искусственно охлажденным воздухом

Активное вентилирование семян подсолнечника подогретым воздухом

Г л а в а 6. Техника безопасности и противопожарные мероприятия при сушке семян подсолнечника

82

Указатель литературы

93