В.И.АТАНАЗЕВИЧ СУШКА ЗЕРНА

В.И.АТАНАЗЕВИЧ

СУШКА ЗЕРНА

C. S. Lee

664.7
А-64

УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ
ДЛЯ КАДРОВ МАССОВЫХ ПРОФЕССИЙ

В.И. АТАНАЗЕВИЧ

СУШКА ЗЕРНА

МОСКВА ВО «АГРОПРОМИЗДАТ» 1989

4/5616

ББК 36.821
А64
УДК 664.723 (075.3)

Редактор *А. В. НИКИТИНА*

Рецензенты: *Б. Н. ПУШКАНЦЕВ* (ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕВАТОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ МИНИСТЕРСТВА ХЛЕБОПРОДУКТОВ), *А. А. ВЕДЕЛЬ* (ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ХЛЕБОПРОДУКТОВ, Г. КУЙБЫШЕВ)

Атаназевич В. И.

А64 Сушка зерна. — М.: Агропромиздат, 1989.—240 с.: ил.— (Учебники и учеб. пособия для кадров массовых профессий).
ISBN 5—10—000534—3

В книге изложены основы процесса сушки зерна в шахтных и рециркуляционных зерносушилках. Приведены режимы сушки зерна различных культур. Рассмотрены конструкции сушилок и топок, а также освещены вопросы, связанные с их эксплуатацией. Дан материал о технике безопасности.

Для подготовки рабочих кадров в ПТУ и на производстве.

А $\frac{3707040000-440}{035(01)-89}$ 257—89

ББК 36.821

ISBN 5—10—000534—3

© В. И. Атаназевич, 1989

ВВЕДЕНИЕ

Перед всеми отраслями народного хозяйства поставлена задача — максимально используя возросший экономический потенциал страны, обеспечить устойчивое снабжение населения всеми видами продовольствия. Реализация этого требует ускорения социально-экономического развития, всемерной интенсификации и повышения эффективности производства на базе научно-технического прогресса.

При обновлении производственных фондов зерносушильного оборудования нужно обеспечить повышение его использования, повсеместно внедрять передовой опыт поточной технологии обработки зерна при его приеме.

Большое значение получают работы, связанные с развитием и повышением эффективности зерносушильного хозяйства. На хлебоприемные предприятия поступает зерно высокой влажности, требующее сушки.

Особенно возросли объемы сушки за последние годы, что связано с расширением площадей посевов зерна в районах, период уборки в которых совпадает с периодом выпадения большого количества осадков. Мощность зерносушильного хозяйства за последние 10...15 лет возросла в 1,3...1,4 раза. Практика показала, что сушить зерно, поступающее на хлебоприемные предприятия, можно как в шахтных прямоточных (при небольшом съеме влаги), так и шахтных рециркуляционных (при съеме влаги более 6 % за один проход).

В настоящее время все большее распространение получают шахтные рециркуляционные зерносушилки, строящиеся и реконструированные. Сохранить качество заготавливаемого зерна позволит своевременная сушка с правильно выбранными режимами,

автоматизированным процессом сушки и контролем ее работы, осуществляемые дистанционным влагомером зерна, устанавливаемым в потоке. Это особенно важно при сушке семенного зерна.

Большая технологическая и экономическая эффективность от внедрения рециркуляционных сушилок обусловлена тем, что они позволяют непрерывно и с высокой производительностью высушивать сырое зерно с любой начальной влажностью до сухого состояния, освобождают от необходимости подбора и формирования партий зерна по влажности.

Для обеспечения высокого качества сушки необходима своевременная подготовка сушильного оборудования и зерносушильщиков.

Большое внимание уделяют повышению квалификации кадров. Возрастают требования к подготовке и переподготовке аппаратчиков обработки зерна, для них введены разряды от второго до шестого. В учебном пособии изложены сведения, необходимые для подготовки зерносушильщиков.

Автор выражает благодарность Пушканцеву Б. Н. и Веделю А. А. за квалифицированное рецензирование рукописи.

Глава I. ОСНОВЫ ПРОЦЕССА СУШКИ ЗЕРНА

На хлебоприемных предприятиях, в колхозах и совхозах сушку зерна осуществляют в основном конвективным способом. Процесс сушки зерна состоит из следующих физических явлений: испарения влаги с поверхности зерна в окружающую среду; перемещения влаги из внутренних слоев зерна с большим влагосодержанием к поверхности зерна с меньшим влагосодержанием; перемещения влаги из слоев зерна с большей температурой к слоям зерна с меньшей температурой, при этом происходит передача теплоты от агента сушки к зерну. При сушке зерна происходит изменение физических, физиологических, биохимических и других свойств зерна.

Процесс сушки зерна различных культур рассматривают в статике, кинетике и динамике. В понятие статики процесса сушки входит изучение изотерм десорбции (изотерм сушки), т. е. процесса испарения влаги из зерна. При изучении статики сушки рассматривают зависимость между влажностью зерна, температурой и относительной влажностью агента сушки в состоянии равновесия, не затрагивая вопроса длительности сушки.

Кинетика процесса сушки зерна изучает характер протекания процесса во времени, изменение скорости сушки зерна в зависимости от температуры, относительной влажности, скорости движения агента сушки (кривые сушки, кривые скорости сушки).

Динамика процесса сушки изучает характер перемещения влаги в зерне при сушке в зависимости от формы связи влаги с зерном, изменения физических и физико-химических свойств зерна в процессе сушки.

Статика, кинетика и динамика процесса сушки служат основанием для выбора режима сушки зерна, конструирования новых зерносушилок, расчетов расхода тепла и воздуха. Расчет длительности сушки, необходимой вместимости сушильных и охладительных шахт, режимов сушки проводят на основании данных, проверенных и уточненных на экспериментальных и опытных образцах зерносушилок.

Известно, что жидкость, поверхность которой соприкасается с газообразной средой, частично превращается в пар при температуре значительно более низкой, чем точка кипения, при этом пар смешивается с газообразной средой. Испарение влаги с поверхности зерна в окружающую среду рассматривают как испарение воды со свободной поверхности. Скорость испарения воды со свободной поверхности определяют по формуле

$$\frac{W}{F} = C(p_н - p_в)\frac{B}{B_1}, \qquad (1)$$

где W — количество испаренной влаги, кг/с; F — поверхность испарения, м²; $p_в$, $p_н$ — соответственно парциальное давление водяных паров в окружающей среде и давление насыщенных паров над поверхностью жидкости (Па) при данных значениях температуры воды и барометрического давления; B_1 — барометрическое давление (Па); B — постоянное барометрическое давление, Па; B=760 Па.

Коэффициент C [кг/(м² · с · Па)] определяют по формуле

$$C = 22{,}9 + 17{,}4\,v$$

или

$$C = 26{,}3 + 21{,}7\,\gamma v,$$

где v — скорость воздуха у поверхности воды, м/с; γ — удельная масса воздуха, кг/м³.

При движении воздуха перпендикулярно к поверхности воды скорость испарения возрастает. Скорость испарения воды со свободной поверхности увеличивается при: возрастании скорости движения омывающего воздуха; повышении разности парциальных давлений насыщенных паров и паров в окружающей среде; уменьшении барометрического давления (B) окружающего воздуха. В течение всего периода испарения воды со свободной поверхности ее температура остается постоянной и равной температуре мокрого термометра $t_м$.

Физическую сущность процесса испарения воды со свободной поверхности можно представить так: частицы в виде пара, расположенные на поверхности воды, обладая большей энергией, чем частицы, расположенные внутри, при определенной температуре отрываются от поверхности и проникают через пограничный слой воздуха в окружающую среду. Чем выше температура воды, тем подвижнее частицы и тем быстрее происходит процесс перемещения этих частиц в окружающую среду. Это наглядно видно из формулы, так как при повышении температуры воды возрастают величины $p_н$ и разность $(p_н - p_в)$.

При увеличении давления паров в окружающей среде (при увеличении относительной влажности) процесс испарения замедляется. Скорость воздуха также увеличивает процесс испарения воды (до определенных значений скоростей). При $v = 11$ м/с происходит максимальное испарение влаги с поверхности и даль-

нейшее увеличение скорости воздуха не приводит к положительным результатам.

Для испарения заданного количества влаги W потребность в тепле Q (кДж/ч) определяют по формуле

$$Q = Wr, \qquad (2)$$

где r — скрытая теплота парообразования (испарения) при соответствующей температуре воды, кДж/кг (ккал/кг).

Подставив значение W из формулы (1) в формулу (2), получим

$$Q = c(p_в - p_п)\frac{760}{B}Fr.$$

Количество тепла Q' (кДж/ч), передаваемое воде от движущегося воздуха в единицу времени, определяют по формуле

$$Q' = k(t_0 - t_в)F,$$

где t_0 — температура воздуха, °С; $t_в$ — температура воды, °С; F — поверхность испарения воды, м^2, k — коэффициент теплоотдачи, кДж/(ч·м^2·К).

Если в формуле теплопередачи от воздуха к испаряющейся жидкости принять F и k постоянными величинами, то интенсивность теплопередачи и, следовательно, испарения будет прямо пропорциональна разности температур окружающего воздуха и влаги на поверхности материала $(t_0 - t_м)$. Эта разность носит название потенциала сушки, который равен наибольшей величине в начале процесса и достигает нуля в конце процесса, когда $t_0 = t_м$.

Перемещение влаги в зерне происходит с мест с бо́льшим влагосодержанием в места с меньшим влагосодержанием и зависит от величины перепада влагосодержаний $(\Delta U = U_ц - U_п)$ и коэффициента диффузии. Коэффициент диффузии $(a_м)$ влаги в материале и поток влаги $g_м$ [кг/(с · м^2)], перемещаемый в зерне, определяют по формуле

$$g_м = a_м \gamma \nabla U,$$

$$\Delta n = n_1 - n_2 \text{ (м)}; \quad \Delta U = U_ц - U_п \text{ (кг вл. м/кг сух. вещ.)},$$

где $a_м$ — коэффициент диффузии, м/с^2; γ — масса сухого вещества в единице объема влажного материала, кг/м^3; ∇U — градиент влагосодержания $(\Delta U/\Delta n = \nabla U)$ кг вл. м/кг сух. вещ., $U_ц$ — влагосодержание в центре зерна, кг вл. м/кг сух. вещ.; $U_п$ — влагосодержание на поверхности зерна, кг вл. м/кг сух. вещ.

Перемещение влаги внутри зерна также зависит от разности температур на его поверхности и в центре, причем влага перемещается из мест с большей температурой в места с меньшей температурой.

§ 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССА СУШКИ ЗЕРНА

Механизм перемещения влаги из зерна протекает при трех периодах испарения влаги: прогрева зерна, постоянной скорости сушки и убывающей скорости сушки.

Период прогрева зерна — начальная стадия сушки, которая составляет 10...15 % времени от всего процесса сушки. Чем быстрее протекает процесс прогрева зерна, тем интенсивнее идет весь процесс сушки. Одновременно с прогревом зерна идет процесс сушки, возрастание ее скорости и уменьшение влажности зерна. В последние годы созданы специальные конструкции подогревателей, обеспечивающие предварительный нагрев зерна на 20...30 °С, что способствует лучшему перемещению влаги из зерна в результате увеличения коэффициента диффузии.

Период постоянной скорости сушки — наиболее интенсивный, в этом периоде протекает процесс сушки с максимальной скоростью. Температура зерна в этом периоде теоретически постоянна.

Период убывающей скорости сушки — завершающая стадия процесса сушки зерна. Он протекает в конце сушильных шахт с убывающей скоростью сушки. Температура зерна в этом периоде, как правило, возрастает.

Теория сушки твердых тел получила наиболее полное развитие в работах А. В. Лыкова, М. Ю. Лурье, Г. К. Филоненко. На процесс сушки зерна и характер его течения большое влияние оказывает форма связи влаги с сухим веществом зерна. Среди различных схем классификаций форм связи влаги с зерном наиболее приемлема (с точки зрения теории сушки) схема, предложенная академиком П. А. Ребиндером, основанная на интенсивности энергии связи влаги с материалом.

По этой схеме основные формы связи влаги с материалом — химическая, физико-химическая и механическая. Для изучения механизма сушки зерна основное значение имеют следующие формы связи влаги с материалом:

капиллярная влага, которую относят к механической; к этому виду принадлежат: влага микрокапилляров (для радиуса капилляров $r < 10^{-5}$ см), влага макрокапилляров (для радиуса капилляра $p > 10^{-5}$ см), влага смачивания;

осмотически связанная или структурная влага — эту форму связи влаги относят к физико-химической; она характеризует вторую стадию набухания тела;

адсорбированная влага, полученная адсорбцией влаги коллоидным телом; эту влагу также относят к физико-химической связи, которая более прочно удерживается материалом.

Зерно, подвергаемое сушке, состоит из коллоидов, обладаю-

щих различной степенью прочности удержания влаги, поэтому характер процесса сушки для различных культур и для одной и той же культуры неодинаковы в разные периоды сушки. Скорость перемещения влаги в зерне пропорциональна перепаду влажности на поверхности и в центре зерновки, поэтому процесс перемещения влаги называют влагопроводностью. Явление влагопроводности включает диффузию влаги и пара, а также капиллярное перемещение жидкости.

Разность температур также вызывает перемещение влаги из мест с более высокой температурой к местам с более низкой температурой. Это явление называют термодиффузией (термовлагопроводностью). В общем случае процесс сушки можно представить в виде изменения величины влажности, температуры зерна, длительности процесса и скорости сушки.

§ 2. СОСТАВ И СВОЙСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

При конвективном способе сушка зерна осуществляется смесью воздуха с топочными газами или нагретым воздухом (агент сушки). Агент сушки (в шахтных и камерных зерносушилках) проходит по межзерновым пространствам массы зерна. При этом происходит нагрев зерна, поглощение влаги и вынос ее из зерновой массы.

Интенсивность сушки зерна зависит от температуры, относительной влажности и скорости агента сушки (от удельной подачи агента сушки в зерновую массу). В природе воздух представляет смесь сухих частей воздуха с водяными парами. Абсолютно сухого воздуха в природных условиях не бывает. Состояние атмосферного воздуха и содержание в нем водяных паров изменяются, что особенно важно учитывать при его использовании в сушилке. Это связано с поглощением воздухом влаги из зерна, снижением его температуры и изменением других параметров.

К влажному воздуху или смеси топочных газов с воздухом применимы законы физики или идеальных газов. Основные параметры, характеризующие влажный воздух, следующие: масса, удельный объем, плотность, температура, давление, относительная влажность, влагосодержание и энтальпия (теплосодержание). Состояние влажного воздуха зависит от отношения содержащихся в нем сухой части воздуха и водяных паров.

Общее давление влажного воздуха B (Па) можно представить в виде суммы парциальных давлений сухого воздуха и водяного пара, которую выражают формулой Дальтона

$$B = p_{с.в} + p_{п},$$

где $p_{с.в}$ — парциальное давление сухого воздуха, Па; $p_п$ — парциальное давление водяного пара, Па.

Удельный объем влажного V (м^3/кг) воздуха представляет собой отношение объема влажного воздуха к суммарной массе сухого воздуха и пара, входящих в данный объем, его выражают формулой

$$V = \frac{V_в}{m_{с.в} + m_п},$$

где $V_в$ — объем влажного воздуха, м^3, $m_{с.в}$ — масса сухого воздуха, кг; $m_п$ — масса пара в данном объеме влажного воздуха, кг.

Для расчета удельного объема влажного воздуха к массе сухого воздуха v_0 (м^3/кг) используют отношение объема влажного воздуха $V_в$ (м^3) к массе сухого воздуха $m_{с.в}$ (кг), т. е.

$$V_0 = V_в/m_{с.в}$$

Удельный объем влажного воздуха определяют по таблице (приложение 1.). Влагоемкость воздуха ограничена и зависит от его температуры и давления. Воздух насыщен парами, если количество водяного пара доведено до предела. Содержание водяного пара в воздухе оценивают как относительной, так и абсолютной влажностью.

Абсолютную влажность воздуха $\gamma_п$ (г/м^3) определяют так:

$$\gamma_п = G_п/V,$$

где $G_п$ — масса пара, г; V — объем влажного воздуха, м^3.

Относительной влажностью воздуха φ (%) называют отношение фактической абсолютной влажности к максимально возможному значению абсолютной влажности при тех же значениях температуры и общего давления влажного воздуха и выражают зависимостью

$$\varphi = \gamma_п/\gamma_н,$$

где φ — относительная влажность воздуха, %; $\gamma_в$ — абсолютная влажность воздуха, г/м^3; $\gamma_н$ — абсолютная влажность воздуха при полном насыщении, г/м^3; $p_в$ — парциальное давление пара, Па; $p_н$ — парциальное давление пара при полном насыщении, Па.

Относительная влажность воздуха характеризует способность воздуха насыщаться влагой, чем ниже φ, тем выше поглотительная способность воздуха. С увеличением температуры воздуха относительная влажность уменьшается, а влагопоглотительная способность его увеличивается. Поэтому повышение температуры воздуха (агента сушки), применяемого для сушки, позволяет интенсифицировать процесс сушки зерна.

Влагосодержание d (г/кг с. вещ.) — это количественное отношение массы пара (г) в данном объеме влажного воздуха

к массе сухого воздуха в том же объеме (кг), которое можно представить следующей формулой:

$$d = \frac{G_п}{G_{с.в.}} 1000,$$

где $G_п$ — количество пара, г; $G_{с.в.}$ — количество сухого воздуха, кг.

Влагосодержание показывает, сколько граммов влаги приходится на 1 кг сухой части воздуха в данном объеме влажного воздуха. Влагосодержание не зависит от температуры воздуха.

Количество теплоты, содержащейся в воздухе при данном давлении и температуре, называют энтальпией, или теплосодержанием влажного воздуха. Энтальпию влажного воздуха I (кДж/кг с. в.) относят к массе сухой его части и представляют в виде суммы энтальпии сухого воздуха и энтальпии водяного пара, а именно

$$I = I_{с.в} + \frac{d}{1000} i_п,$$

где $I_{с.в}$ — энтальпия сухого воздуха, кДж/кг с. в.; d — влагосодержание, г пара/кг с. в.; $i_п$ — энтальпия перегретого пара, кДж/кг пара.

Для определения энтальпии используют формулы Л. К. Рамзина:

$$I = c_{с.в} t + (r_0 + c_п t) d/1000$$

или

$$I = 1{,}01t + (2500 + 1{,}88t)\, d/1000,$$

где t — температура воздуха, °С; r — удельная теплота парообразования при 0 °С, кДж/кг исп. вл.; $c_{с.в}$ — удельная теплоемкость сухого воздуха, кДж/(кг·К); $c_п$ — удельная теплоемкость водяного пара, кДж/(кг·К).

Приведенные формулы позволяют определить полную характеристику влажного воздуха, если известны температура и его относительная влажность, а для более точных расчетов необходимо пользоваться I — d-диаграммой (приложение 2). Она дает возможность графически учитывать балансы теплоты и влаги в процессах, изображать соотношение между расходами теплоты и влаги, а также определять параметры и характеристики влажного воздуха в процессе сушки зерна.

§ 3. ЗЕРНО КАК ОБЪЕКТ СУШКИ

Для того чтобы раскрыть процесс сушки и влияние его на качество зерна, необходимо рассмотреть строение, а также химический состав зерна и его составных частей. Прежде всего нужно обратить внимание на влагу в зерне, которая содержится не только на его поверхности и в капиллярах, но и внутри клеток различных составных частей зерна.

Зерно — живой организм, по своему строению представляет коллоидное капиллярно-пористое тело. Зерно содержит большое количество микропор, микро- и макрокапилляров, по которым влага циркулирует из внутренних частей к поверхности, и наоборот. Влага имеет исключительно важное значение для жизненных процессов зерна. Ее избыток приводит к интенсификации жизнедеятельности зерна, к самосогреванию и порче.

Зерно пшеницы и ржи состоит из зародыша, эндосперма и оболочек. Зерна ячменя, риса, овса, кроме того, покрыты сильно одревеснев шими цветковыми оболочками, которые в значительной степени затрудняют перемещение влаги как в одном, так и другом направлении. Плодовые (верхние) оболочки пшеницы и ржи состоят из нескольких слоев плотных одревеснев ших клеточных стенок с большим количеством капилляров и микропор, через которые пары влаги могут легко проникать из атмосферы в зерно и обратно. Плодовые оболочки не служат препятствием для удаления влаги из зерна в процессе сушки.

Прилегающие к плодовым семенные оболочки состоят из гиалинового и алейронового слоев. Они отличаются от плодовых оболочек относительно слабой проницаемостью для паров влаги. Именно эта группа оболочек препятствует быстрому проникновению влаги внутрь зерна и ухудшает процесс сушки при перемещении влаги из внутренних частей на поверхность зерновки.

Зародыш представляет собой главную часть семени, при прорастании которого образуется новое растение. Все ткани зародыша состоят из живых клеток, чувствительных к температурному воздействию. Эндосперм, заполняющий всю внутреннюю часть зерна, состоит из тонкостенных клеток, наполненных сухой протоплазмой и крахмальными зернами. Эндосперм не содержит живых клеток, он служит хранилищем запасных питательных веществ для зародыша.

Влажность зерна зависит от района произрастания, способа и времени уборки, хранения и т. д. В зависимости от содержания влаги зерна отдельных культур подразделяют на сухие (14 %), средней сухости (от 14 до 16 %), влажные (от 16 до 18 %), сырые (свыше 18 %). Для различных культур эти величины несколько изменяются, особенно для семян подсолнечника, клещевины, рапса и других масличных.

Поступающее из колхозов и совхозов зерно может иметь различную влажность. Способность зерна или зерновой массы поглощать и отдавать влагу называют гигроскопичностью зерна. Это свойство зависит от характера строения и химического состава зерна. Гигроскопичность отдельных частей зерна неодинакова. Наибольшей гигроскопичностью обладает зародыш.

Скорость сушки в бо́льшей степени зависит от влажности

зерна и формы связи влаги с зерном. Всю влагу зерна можно условно разделить на свободную влагу и гигроскопическую, при наличии которой давление паров над поверхностью зерна ниже, чем давление паров над поверхностью воды. Часть гигроскопической влаги, трудноподдающейся или совсем неподдающейся испарению, называют химически связанной влагой. Химически связанная влага отличается от свободной влаги физическими и химическими свойствами. При температуре 0 °С она не замерзает, находится в переохлажденном виде, плохой растворитель.

В свободном состоянии вода испаряется полностью, если окружающий воздух имеет относительную влажность менее 100 % (воздух не насыщен парами). По своим гигроскопическим свойствам зерно не отдает всей влаги даже в том случае, когда воздух имеет относительную влажность менее 100 %. Установившаяся влажность, при которой наступает определенное равновесие и прекращается перемещение влаги из зерна в окружающий воздух и обратно, носит название равновесной влажности зерна. Величина равновесной влажности зависит от температуры и относительной влажности воздуха. Для различных зерновых культур равновесная влажность зерна различна, так как зависит от химического состава зерна.

При увеличении температуры воздуха одной и той же относительной влажности его равновесная влажность снижается, а при одной и той же температуре воздуха с увеличением относительной влажности равновесная влажность воздуха значительно увеличивается. Так, например, равновесная влажность пшеницы при ее температуре 20 °С возрастает с увеличением относительной влажности соответственно: $\varphi=20\ \%-w_р=7{,}8\ \%$; $\varphi=30\ \%-w_р=9{,}24\ \%$; $\varphi=40\ \%-w_р=10{,}68$; $\varphi=50\ \%-w_р=11{,}84\ \%$; $\varphi=60\ \%-w_р=13{,}1\ \%$; $\varphi=70\ \%-w=14{,}3\ \%$; $\varphi=80\ \%-w_р=16{,}02\ \%$; $\varphi=90\ \%-w_р=19{,}95\ \%$.

Как видно из приведенного примера, равновесная влажность значительно изменяется с изменением относительной влажности воздуха. Это связано с увеличением влагосодержания воздуха, т. е. с увеличением количества влаги, содержащейся в 1 кг сухого воздуха. Оптимальная равновесная влажность зерна, обеспечивающая длительное хранение, — 14,3 %, что соответствует относительной влажности воздуха, равной 70 %.

Важное значение для процесса сушки имеет удельная поверхность зерна, которой называют отношение поверхности всех зерен, содержащихся в 1 кг, ко всему объему, занимаемому этим зерном. Процесс сушки протекает быстрее при увеличении поверхности зерна того же объема. Величина удельной поверхности связана с формой и размерами зерна. Чем зерно больше, тем удельная поверхность его меньше.

Площадь геометрической поверхности зерна S, и объем

зерновки $V_з$ определяют по трем размерам: длине, ширине и толщине. Для этого используют формулы

$$S_з = 4\pi R\,(l + 3R)$$
$$\text{и } V_з = k_з\,abl,$$

где a, b, l — соответственно толщина, ширина и длина зерновки; $k_з$ — коэффициент, учитывающий форму зерна; для пшеницы $k_з = 0{,}52$; для ржи $k_з = 0{,}42$

$$R = \frac{5a + 6b}{60}.$$

Объем зерновки определяют и опытным путем валюмометром или пикнометром.

Большое значение для конструирования и эксплуатации имеет критическая скорость воздуха или скорость витания зерновки, соответствующая условиям равновесия зерна в потоке. Скорость витания — исходный параметр для выбора предельных скоростей агента сушки в зерносушилках (на входе и выходе из коробов, на входе в подогреватели). Скорость витания для пшеницы, ржи, ячменя, овса, риса колеблется от 8,0 до 11,5 м/с; для кукурузы и гороха от 10 до 17 м/с; для семян подсолнечника от 4 до 14 м/с; для гречихи и проса от 2,5 до 9,5 м/с.

По своему химическому составу семена состоят из белка, углеводов, жира, золы, воды, минеральных веществ, витаминов и ферментов. Для сушки зерна большое значение имеет распределение отдельных веществ в различных его частях.

Учитывая то, что зерно живой организм для проведения процесса сушки, важно знать его термоустойчивость, т. е. способности к сохранению в процессе сушки семенных и продовольственных свойств при той или иной температуре зерна.

При сушке зерна идет процесс его обезвоживания и нагрева. Нагрев зерна по-разному влияет на содержание в зерне органических коллоидных веществ. Более устойчивы к нагреву жиры и углеводы зерна, которые выдерживают нагрев до 60 °С при его влажности 14 %. Но при дальнейшем нагреве и увеличении влажности может наступить процесс распада крахмала, при этом возможно ухудшение качества муки. При температуре зерна выше 65 °С может произойти разложение жиров, в результате чего повышается кислотное число жира. Белковые вещества зерна более чувствительны к температурам, чем жиры и углеводы, нагрев свыше 60 °С приводит их к уплотнению и некоторому уменьшению выхода клейковины.

Изменения, происходящие в зерне, зависят от исходного качества клейковины, они могут иметь не только отрицательное, но и положительное влияние. Например, для пшеницы с исходной слабой клейковиной нагрев зерна приводит к ее укреплению и, следовательно, к улучшению качества. Для пшеницы с крепкой клейковиной процесс нагрева ведет к ухудшению ее качества,

т. е. к еще большему укреплению, в результате чего она становится крошащейся и теряет связность, хлебопекарные достоинства такого зерна ухудшаются.

Перегрев зерна с высокой влажностью приводит также к изменению цвета клейковины. Процесс сушки выбирают в зависимости от назначения зерна — продовольственное или семенное. Семенное зерно сушат при более низких температурах, чем продовольственное зерно, а контроль за его качеством осуществляют по его всхожести и энергии прорастания до и после сушки.

Контроль за правильным процессом сушки продовольственного зерна пшеницы осуществляют по количеству и качеству клейковины и по хлебопекарным достоинствам. Качество остальных зерновых культур продовольственного назначения до и после сушки проверяют по цвету, запаху, вкусу и трещиноватости.

Сушку зерна осуществляют конвективным способом при непосредственном контакте агента сушки с зерном, что возможно при наличии скважин в зерновой массе. Скважистость — это отношение объема межзернового пространства ко всему объему зерновой массы. Скважистость зависит от формы, размера, шероховатости поверхности зерна и плотности зерновой массы. Скважистость для различных зерновых культур колеблется в пределах 37...68 %. Для пшеницы скважистость составляет до 55 %, для овса до 78 %, а для клевера, мака, льна до 40 %. Объемной массой, или натурой, зерна называют плотность укладки зерна или массу зерна (кг), содержащегося в 1 м^3 объема, или массу зерна (г), содержащегося в 1 л. Эта величина для зерна различных культур неодинакова и зависит от культуры, влажности и его выполненности.

Важно знать сыпучесть зерновой массы, которая характеризуется углом естественного откоса и зависит от размеров и формы зерновок, состояния их поверхности, характера примесей. Угол естественного откоса зерновой смеси зависит от влажности зерна и количества сорных примесей, с их увеличением угол естественного откоса возрастает, а сыпучесть зерновой массы уменьшается.

Угол естественного откоса для проса равен 20...25°; пшеницы и ржи 23...38°; ячменя 28...40°; кукурузы 30...40°; для овса 31...44°; подсолнечника 31...44°. С повышением влажности зерна с 15 до 22 % угол естественного откоса возрастает с 30 до 38°. В период заполнения надсушильных бункеров происходит самосортирование зерновой массы, при этом тяжелые зерна попадают в центр бункера, располагаясь под самотечной трубой загрузки, а легкие примеси, щуплые зерна, крупные примеси, солома скатываются к стенкам бункеров и шахт зерносушилок.

Самосортирование приводит к неравномерности движения

зерна по шах там и, следовательно, ведет к неравномерной сушке и нагреву зерна. Для снижения степени самосортирования загрузку зерносушилки осуществляют несколькими самотечными трубами.

Воздушное (гидравлическое) сопротивление зернового слоя зависит от толщины продуваемого слоя, скорости воздуха, скважистости зерновой массы и состояния поверхности зерен, что можно выразить формулой

$$\Delta p = 9{,}81 \cdot A h v^n,$$

где Δp — падение давления, Па; h — толщина слоя зерна, мм; v — скорость фильтрации воздуха (скорость воздуха, отнесенная к полному сечению слоя), м/с; A и n — коэффициенты, зависящие от размеров зерна.

Коэффициенты A и n — соответственно равны для пшеницы, ржи, овса, ячменя, гречихи 1,41...1,76 и 1,41...1,43; для кукурузы и гороха 0,67...0,82 и 1,51...1,55; для проса 2,34 и 1,38.

По мере увеличения скорости воздуха подъемная сила потока воздуха возрастает и зерновой слой начинает разрыхляться. Чем меньше скважистость, тем большее сопротивление оказывает зерно при продувании его воздухом и тем труднее оно сушится.

К теплофизическим свойствам зерна, относящимся к сушильному процессу, принадлежат следующие: теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность. Теплоемкость* отдельного зерна и зерновой массы практически одинакова, так как масса воздуха в межзерновом пространстве очень мала по сравнению с массой зерна. Теплоемкость зерна зависит от его влажности и температуры. Теплоемкость сухого вещества зерна c_c равна

$$c_c = 1{,}55 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)} \ [0{,}37 \text{ ккал/(кг} \cdot \text{К)}].$$

За теплоемкость влажного зерна $c_в$ принимают теплоемкость механической смеси сухого вещества зерна и воды, которую определяют по формуле

$$c_в = \frac{w}{100} + \frac{100 - w}{100} c_c,$$

где w — влажность зерна, %.

Зерновая масса обладает низкой теплопроводностью. Для отдельного зерна теплопроводность принимают равной теплопроводности дерева, равной $\lambda = 0{,}419...1{,}676$ кДЖ/(м · °С · ч). Теплопроводность зерновой массы пшеницы и ржи $\lambda = 0{,}398$ кДЖ/(м · °С · ч). Температуропроводность зерновой массы незначительно зависит от влажности и температуры зерна.

С повышением влажности в зерновом слое температуропроводность снижается, при влажности 14 % будет равна для

* Удельная теплоемкость.

пшеницы $88 \cdot 10^{-9}$ м²/с, ячменя $84 \cdot 10^{-9}$ м²/с. Теплопроводность и температуропроводность единичного зерна выше, чем зернового слоя.

§ 4. СПОСОБЫ СУШКИ ЗЕРНА

Сушку зерна производят наиболее распространенным конвективным способом, при котором теплота передается к зерну от смеси топочных газов с воздухом или от чистого нагретого (в калорифере) воздуха. Необходимо отметить, что в наиболее распространенных конвективных шахтных зерносушилках наряду с конвективным способом происходит кондуктивный способ сушки (от нагретых подводящих коробов) и контактный (сорбционный), т. е. зерно — зерно, в непродуваемых зонах шахты.

При конвективной сушке зерно (в зависимости от типа зерносушилки) может находиться в неподвижном слое (камерные зерносушилки), малоподвижном слое (шахтные зерносушилки) и падающем слое (рециркуляционные зерносушилки). В зерносушилках типа ВС-10-49 для сушки зерна крупяного назначения применяют кондуктивный способ передачи теплоты зерну от нагретых паровых труб, а для удаления влаги из зерновой массы используют конвективный способ.

Скорость кондуктивной сушки зависит от температуры греющей поверхности и толщины зернового слоя. Кондуктивную сушку осуществляют на крупяных и мукомольных заводах для подогрева и сушки зерна.

На юге нашей страны используют высококачественную, не требующую затрат энергии — солнечную сушку, однако этот способ малопроизводительный, не поддается механизации, зависит от метеорологических условий, поэтому широко не распространен.

Наиболее перспективен комбинированный способ сушки, сочетающий конвективный и контактный способы при обработке зерна агентом сушки в плотном подвижном и падающем слоях. Этот способ применяют на хлебоприемных предприятиях в сушилках типа «Целинная» и РД-2×25-70.

Конвективная сушка в плотном неподвижном слое получила широкое распространение для сушки сортовых семян кукурузы в початках и другого зерна семенного назначения в камерных зерносушилках типа СКП с толщиной продуваемого слоя от 1,5 до 3,5 м с расходом агента сушки 500...1000 м³/(ч · т) при его скорости 0,2...0,3 м/с.

При необходимости для сушки зерна (с влажностью до 18 %) и его охлаждения применяют активное вентилирование зерна, которое используют в складах, элеваторах и на площадках.

В плотном неподвижном слое контакт зерен и поверхность,

И/5616

продуваемая агентом сушки, постоянны. Сушка в неподвижном слое зависит от внешнего тепловлагообмена между зерном и агентом сушки, и в первую очередь от температуры и количества подаваемого агента сушки.

При сушке зерна в плотном неподвижном слое применяют низкие температуры агента сушки, которые близки к допустимой температуре нагрева зерна. Продолжительность сушки в плотном неподвижном слое достигает 100 ч для сушки кукурузы в початках и до 10...20 ч для сушки кукурузы в зерне.

Сушка зерна в малоподвижном гравитационном плотном слое получила наибольшее распространение в технике зерносушения — это шахтные зерносушилки с подводящими и отводящими коробами, расположенными в шахматном порядке. В шахтных зерносушилках зерно движется сверху вниз, проходя последовательно большое число чередующихся подводящих и отводящих коробов, образующих прямоточное, противоточное или перекрестное продувание движущегося потока зерна агентом сушки.

При продувании агентом сушки зерна образуются зоны его активного воздействия на зерно. Это зоны, расположенные возле подводящих коробов, на которые агент сушки действует с максимальной температурой, и зоны затухающего воздействия — это зоны, расположенные возле отводящих коробов, на которые агент сушки действует с минимальной температурой примерно равной температуре зерна. Благодаря расположению подводящих и отводящих коробов в шахматном порядке эти зоны сглаживаются в результате перемешивания зерна. Максимально зерно нагревается в зоне подводящих коробов. Разность между температурами в зонах отводящих и подводящих коробов достигает 20 °С.

Сушку в малоподвижном гравитационном плотном слое осуществляют агентом сушки — чистым нагретым воздухом и смесью воздуха с топочными газами. Агент сушки выполняет роль как теплоносителя, так и влагоносителя. Температура агента сушки не должна падать ниже определенных пределов, так как с понижением температуры его относительная влажность увеличивается, а влагоемкость уменьшается.

После сушки в сушильной шахте зерно охлаждается в охладительной шахте, конструкция которой не отличается от сушильной шахты.

В охладительной зоне зерно продувается атмосферным воздухом. При прохождении воздуха через слой зерна возрастают его температура и влагоемкость, кроме охлаждения зерна происходит дополнительное испарение из него влаги.

При сушке зерна конвективным способом можно осуществлять процесс обеззараживания зерна от вредителей хлебных запасов, а также ускорить процесс послеуборочного дозревания.

Качество сушки зависит от правильного контроля за температурой агента сушки и температурой зерна.

Наибольшее распространение получил конвективный способ сушки смесью топочных газов с воздухом. Однако в последние годы в связи с увеличением КПД теплогенераторов, работающих на чистом воздухе, их применяют больше. Сушка чистым воздухом сохраняет качество зерна и обеспечивает противопожарную безопасность, так как при этом исключен непосредственный контакт топочных газов с зерном. Кроме того, получение агента сушки в виде нагретого воздуха в теплогенераторах позволяет сжигать низкосортное топливо — мазут, уголь, торф, различные отходы производства.

При сушке смесью топочных газов с воздухом попадания искр несгоревшего топлива может вызвать загорание зерна и пожар. В этом случае необходим дополнительный контроль за пожарной безопасностью.

Комбинированный способ сушки включает в себя конвективный (при малоподвижном плотном слое и падающем слое) и контактный при обеспечении рециркуляции между сырым холодным зерном и нагретым сухим зерном.

При сушке в падающем слое зерно движется сверху вниз, а агент сушки снизу вверх — в зерносушилках типа «Целинная» и РД-2×25-70, У2-УЗБ-50 или перпендикулярно к падающему зерну — в зерносушилках А1-УЗМ, А1-УСШ. Падающее зерно находится в подогревателе незначительный промежуток времени (1,5..5 с), в связи с чем используют агент сушки с высокой температурой (250...350 °С для зерносушилок типа «Целинная», РД-2×25-70 и У2-УЗБ-50 и 60...200 °С для зерносушилок А1-УЗМ и А1-УСШ). Нагрев зерна за один проход в камере нагрева составляет 9...22 °С, а снижение влажности зерна 0,3...0,5 %.

Небольшой объем влаги при сушке в падающем слое не позволяет использовать данный способ как самостоятельный при создании сушильных агрегатов. Для обеспечения большого съема влаги применяют комбинированный способ сушки — конвективно-сорбционный с использованием (в качестве сорбента) сухого зерна, циркулирующего вместе с сырым зерном в сушилке по замкнутому контуру. Теплота в комбинированном способе передается зерну конвективным путем, но в дальнейшем происходит ее перераспределение контактным способом при взаимодействии нагретого рециркулирующего и холодного сырого зерна.

Рассмотрим три основных варианта рециркулярной сушки зерна.

Первый вариант. Он заключается в следующем (зерносушилка типа «Целинная»): 1) кратковременный нагрев и поверхностное испарение влаги из смеси сырого и рециркулирующего зерна при воздействии на него высокотемпературного агента

сушки; 2) контактный теплообмен и контактный (сорбционный) влагообмен между сырым и рециркулирующим сухим зерном; 3) промежуточное (частичное) охлаждение рециркулирующего зерна.

Сырое холодное зерно, поступающее в зерносушилку, смешивается с сухим рециркулирующим предварительно нагретым зерном. Смесь зерна поступает в нагревательное устройство, где происходит испарение влаги с поверхности зерна и нагрев зерна до допустимой температуры. После нагревательного устройства зерно поступает в тепловлагообменник, где влага между сырым и сухим зерном частично перераспределяется, выравнивается температура зерна. В тепловлагообменнике происходит перераспределение влаги и температуры в отдельных зерновках. Основная масса зерна из тепловлагообменника поступает в зону промежуточного (частичного) охлаждения, где зерно продувается наружным атмосферным воздухом. В зоне промежуточного охлаждения происходит самоиспарение влаги за счет теплоты зерна. Из зоны промежуточного охлаждения зерно возвращается на рециркуляцию. Часть просушенного зерна с заданной конечной влажностью направляют в зону охлаждения, после чего его выпускают из зерносушилки и направляют на хранение.

Процесс сушки в рециркуляционных зерносушилках состоит из циклов, которые включают следующее: кратковременный нагрев с частичной поверхностной сушкой, контактный тепловлагообмен между сырым и рециркулирующим зерном и частичное охлаждение зерна. Все циклы повторяются многократно в зависимости от начальной и конечной влажности зерна. За один цикл снимается небольшое количество влаги (0,8...1,5 %). Чередование циклов нагрева, отлежки, охлаждения предотвращает перегрев и ухудшение качества зерна. Однако его охлаждение приводит к снижению скорости сушки и увеличению расхода топлива, поэтому снижение температуры зерна должно быть небольшим.

Второй вариант. Он отличается от первого тем, что сначала происходит предварительный нагрев сырого зерна до предельно допустимой температуры с частичной сушкой, контактный влагообмен между сухим рециркулирующим и сырым зерном, затем зерно поступает в зону сушки с воздействием на него агента сушки с температурой ниже, чем предусмотрено в инструкции по сушке для прямоточных шахтных зерносушилок.

Процесс сушки включает несколько циклов. Однако за один цикл удаляется значительно больше влаги, чем в первом варианте, и в связи с этим сокращается число циклов.

При втором варианте рециркуляционной сушки зерно не подвергается промежуточному охлаждению, что исключает непроизводительные потери теплоты. Сушка в рециркуляционной шахте

происходит интенсивно с использованием теплоты нагретого зерна. В дальнейшем по мере удаления зоны испарения от поверхности зерновки скорость сушки замедляется, а температура зерна начинает возрастать и достигает предельно допустимой. Равенство температур в начале и в конце процесса сушки позволяет условно называть этот режим изотермическим.

Третий вариант. Процесс сушки по этому варианту (зерносушилки А1-УЗМ) отличается тем, что сырое зерно нагревается контактным способом нагретым до предельно допустимой температуры зерном. Дополнительный нагрев зерна в подогревателе происходит при его перекрестном пронизывании агентом сушки. Тепловлагообменник расположен между первой и второй зонами сушки, тепловлагообмен регулируется частичным охлаждением зерна, дополнительный нагрев зерна осуществляется при более низких температурах агента сушки (140...200 °С), чем в первом и втором вариантах (250...350 °С) и при числе рециркуляции от 2 до 5.

Изотермический режим сушки обеспечивает максимальную производительность зерносушилки при высоких технико-экономических показателях. При изометрическом режиме проводят нагрев зерна до предельно допустимой температуры уже на первой стадии сушки, а на следующих стадиях поддерживают температуру зерна постоянной, что обеспечивает максимальную скорость испарения влаги из зерна. Такой способ называют рециркуляционно-изотермическим.

При рециркуляционно-изотермическом режиме сырое зерно направляют в камеру предварительного нагрева, где его нагревают в падающем слое при восходящем потоке агента сушки, имеющего температуру около 100 °С и прошедшего камеру основного нагрева, в которую он поступает с температурой 300... 350 °С. Затем зерно попадает в камеру основного нагрева, где происходит его дальнейший нагрев и смешивание с рециркулирующим зерном. После тепловлагообменника часть зерна поступает в шахту окончательного охлаждения, а остальное зерно — в шахту изотермической сушки, где оно сушится при температуре 100—120 °С.

§ 5. ОСОБЕННОСТИ СУШКИ ЗЕРНА РАЗЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

Сушка зерна различных культур зависит от строения, консистенции ядра и оболочек, их химического состава. При сушке пшеницы прежде всего необходим контроль предельно допустимой температуры нагрева зерна. Величину максимальной температуры выбирают в зависимости от биохимических изменений, происходящих в белковом комплексе зародыша и эндосперма и

характеризующих степень денатурации белка. Денатурация белков зависит от температуры нагрева, продолжительности сушки и влажности пшеницы. Скорость денатурации пропорциональна влажности пшеницы и температуре нагрева.

Основной фактор сохранения качества зерна — правильный выбор режимов сушки. Он связан с экономическими показателями процесса (производительностью, удельными расходами топлива и электроэнергии). Основные параметры, характеризующие режим работы зерносушилок, — температура агента сушки, температура нагрева зерна и продолжительность сушки.

При выборе режима сушки следует учитывать скорость агента сушки в зерновой массе, которая определяет количество подаваемого агента сушки (количество подаваемой теплоты в зерновую массу, необходимой для испарения влаги). Процесс сушки характеризуется производительностью зерносушилки при снижении влажности с 20 до 14 % (плановая производительность — пл. т/ч); температурой агента сушки (°С); влажностью зерна до и после сушки (%); температурой зерна после сушильной и охладительной шахт (°С).

Зависимость между физической производительностью зерносушилки G (т/ч), массой зерна M (т) и продолжительностью сушки τ (ч) выражают следующей формулой:

$$G = M/\tau.$$

С увеличением экспозиции сушки уменьшается физическая производительность зерносушилки и, наоборот, с уменьшением продолжительности производительность увеличивается.

Плановая производительность G (пл. т/ч) зависит от физической производительности зерносушилки, от начальной и конечной влажности, которая исчисляется по формуле

$$G_{пл} = GK_в K_к,$$

где $K_в$ — переводной коэффициент, учитывающий количество удаленной влаги в процессе сушки зерна (приложение 3).

Кроме того, коэффициент сушки зависит от культуры и назначения (продовольственное, семенное). Для продовольственного зерна коэффициент сушки, зависящий от культуры ($K_к$), для пшеницы, овса и ячменя равен 1, для пшеницы ценных сортов и сильной, а также для проса 0,8; для ржи 1,1; ячменя пивоваренного 0,6; гороха 0,5; гречихи 1,25; кукурузы 0,65; зерна риса 0,4. Для семенного зерна коэффициент сушки, зависящий от культуры, в 2 раза меньше, чем для продовольственного зерна. При сушке высокомасличных семян подсолнечника коэффициент сушки ($K_к$), учитывающий культуру, для влажности семян более 18 % равен 1, а для влажности семян менее 18 %—0,5.

При сушке зерна влажностью более 20 % в шахтных зерносушилках зерно пропускают 2 раза, а в рециркуляционных — один. При сушке пшеницы учитывают качество ее клейковины (крепкая, хорошая, слабая) и в зависимости от этого выбирают температурный режим. При сушке зерна в шахтных зерносушилках во второй зоне сушки применяют температуры агента сушки на 10...30 °С выше, чем в первой зоне.

Температуру агента сушки снижают при сушке пшеницы сильных, твердых и ценных сортов для того, чтобы сохранить качество зерна. Зерно, поступающее непосредственно от комбайнов в первые дни уборки, высокой влажности и недозрелое необходимо сушить при семенных режимах. Сушку зерна риса проводят при съеме влаги за один проход не более 3 %, а для остальных культур — до 6 %, а в рециркуляционных зерносушилках съем влаги составляет до 10...12 %.

В шахтных зерносушилках режимы сушки семенного зерна пшеницы, ржи, ячменя, овса, подсолнечника и других культур влажностью 14 % могут составлять максимальный нагрев до 45 °С, а температура агента сушки — 70 °С. При сушке зерна риса, гороха, фасоли, люпина, вики, чечевицы предельные температуры нагрева — до 35 °С, а температура агента сушки 60 °С. На выходе из охладительных шахт температура просушенного зерна не должна превышать температуру наружного воздуха более чем на 10 °С. При сушке семенного зерна контролируют энергию прорастания, всхожесть и т. д.

Сушка зерна может быть также использована в борьбе с зараженностью его вредителями хлебных запасов и микроорганизмами, при сочетании температуры нагрева и продолжительности сушки. Режимы термического обеззараживания зерна даны в инструкции по сушке продовольственного, кормового зерна и семян масличных культур.

При сушке сортовых семян кукурузы в початках в камерных зерносушилках температура агента сушки должна быть в пределах 35...50 °С. В зависимости от влажности продолжительность сушки может составлять от 20 до 120 ч при максимальной высоте насыпи початков в камере от 2 до 4 м. Для обеспечения равномерного просушивания початков в камере осуществляют реверсивание агента сушки при подаче его сверху вниз и снизу вверх, продолжительность цикла 12...24 ч. Конечная влажность зерна культур. Так как гидравлическое сопротивление зерна намного

В камерных зерносушилках также проводят сушку семян пшеницы, ячменя, гороха, подсолнечника и других зерновых культур. Так как гидравлическое сопротивление зерна намного выше, чем початков кукурузы, высоту насыпи ограничивают пределами 0,5...0,85 м. Температура агента сушки в зависимости от влажности зерна и культуры может быть от 33 до 60 °С, а

характеризующих степень денатурации белка. Денатурация белков зависит от температуры нагрева, продолжительности сушки и влажности пшеницы. Скорость денатурации пропорциональна влажности пшеницы и температуре нагрева.

Основной фактор сохранения качества зерна — правильный выбор режимов сушки. Он связан с экономическими показателями процесса (производительностью, удельными расходами топлива и электроэнергии). Основные параметры, характеризующие режим работы зерносушилок, — температура агента сушки, температура нагрева зерна и продолжительность сушки.

При выборе режима сушки следует учитывать скорость агента сушки в зерновой массе, которая определяет количество подаваемого агента сушки (количество подаваемой теплоты в зерновую массу, необходимой для испарения влаги). Процесс сушки характеризуется производительностью зерносушилки при снижении влажности с 20 до 14 % (плановая производительность — пл. т/ч); температурой агента сушки (°С); влажностью зерна до и после сушки (%); температурой зерна после сушильной и охладительной шахт (°С).

Зависимость между физической производительностью зерносушилки G (т/ч), массой зерна M (т) и продолжительностью сушки τ (ч) выражают следующей формулой:

$$G = M/\tau.$$

С увеличением экспозиции сушки уменьшается физическая производительность зерносушилки и, наоборот, с уменьшением продолжительности производительность увеличивается.

Плановая производительность G (пл. т/ч) зависит от физической производительности зерносушилки, от начальной и конечной влажности, которая исчисляется по формуле

$$G_{пл} = GK_в K_к,$$

где $K_в$ — переводной коэффициент, учитывающий количество удаленной влаги в процессе сушки зерна (приложение 3).

Кроме того, коэффициент сушки зависит от культуры и назначения (продовольственное, семенное). Для продовольственного зерна коэффициент сушки, зависящий от культуры ($K_к$), для пшеницы, овса и ячменя равен 1, для пшеницы ценных сортов и сильной, а также для проса 0,8; для ржи 1,1; ячменя пивоваренного 0,6; гороха 0,5; гречихи 1,25; кукурузы 0,65; зерна риса 0,4. Для семенного зерна коэффициент сушки, зависящий от культуры, в 2 раза меньше, чем для продовольственного зерна. При сушке высокомасличных семян подсолнечника коэффициент сушки ($K_к$), учитывающий культуру, для влажности семян более 18 % равен 1, а для влажности семян менее 18 %—0,5.

При сушке зерна влажностью более 20 % в шахтных зерносушилках зерно пропускают 2 раза, а в рециркуляционных — один. При сушке пшеницы учитывают качество ее клейковины (крепкая, хорошая, слабая) и в зависимости от этого выбирают температурный режим. При сушке зерна в шахтных зерносушилках во второй зоне сушки применяют температуры агента сушки на 10...30 °С выше, чем в первой зоне.

Температуру агента сушки снижают при сушке пшеницы сильных, твердых и ценных сортов для того, чтобы сохранить качество зерна. Зерно, поступающее непосредственно от комбайнов в первые дни уборки, высокой влажности и недозрелое необходимо сушить при семенных режимах. Сушку зерна риса проводят при съеме влаги за один проход не более 3 %, а для остальных культур — до 6 %, а в рециркуляционных зерносушилках съем влаги составляет до 10...12 %.

В шахтных зерносушилках режимы сушки семенного зерна пшеницы, ржи, ячменя, овса, подсолнечника и других культур влажностью 14 % могут составлять максимальный нагрев до 45 °С, а температура агента сушки — 70 °С. При сушке зерна риса, гороха, фасоли, люпина, вики, чечевицы предельные температуры нагрева — до 35 °С, а температура агента сушки 60 °С. На выходе из охладительных шахт температура просушенного зерна не должна превышать температуру наружного воздуха более чем на 10 °С. При сушке семенного зерна контролируют энергию прорастания, всхожесть и т. д.

Сушка зерна может быть также использована в борьбе с зараженностью его вредителями хлебных запасов и микроорганизмами, при сочетании температуры нагрева и продолжительности сушки. Режимы термического обеззараживания зерна даны в инструкции по сушке продовольственного, кормового зерна и семян масличных культур.

При сушке сортовых семян кукурузы в початках в камерных зерносушилках температура агента сушки должна быть в пределах 35...50 °С. В зависимости от влажности продолжительность сушки может составлять от 20 до 120 ч при максимальной высоте насыпи початков в камере от 2 до 4 м. Для обеспечения равномерного просушивания початков в камере осуществляют реверсивание агента сушки при подаче его сверху вниз и снизу вверх, продолжительность цикла 12...24 ч. Конечная влажность зерна культур. Так как гидравлическое сопротивление зерна намного

В камерных зерносушилках также проводят сушку семян пшеницы, ячменя, гороха, подсолнечника и других зерновых культур. Так как гидравлическое сопротивление зерна намного выше, чем початков кукурузы, высоту насыпи ограничивают пределами 0,5...0,85 м. Температура агента сушки в зависимости от влажности зерна и культуры может быть от 33 до 60 °С, а

продолжительность сушки — от 3,5 до 30 ч. Конечная влажность большинства зерновых культур 13...14 %, семян подсолнечника 6,5...7,0 %.

Высоту насыпи в камерах и температуру агента сушки устанавливают в зависимости от начальной влажности семян. Так же, как и при сушке сортовых семян кукурузы, осуществляют поочередное направление агента сушки то в нижний, то в верхние коридоры для подачи то снизу вверх, то сверху вниз в каждую камеру с зерном.

Режимы работы зерносушилок на мукомольных заводах согласовывают с технологическими требованиями процесса переработки зерна. После моечных машин влажность зерна возрастает на 1...4 %, и его сушку осуществляют в шахтных зерносушилках, расположенных в технологической схеме после моечной машины. Сушку зерна крупяных культур проводят в шахтных паровых зерносушилках. Перед направлением зерна крупяных культур на сушку необходимо тщательно очищать сушильную и охладительную шахты, а также загрузочные и разгрузочные транспортные механизмы.

Во избежание впитывания зерном запаха дыма и сернистого газа сушку крупяных культур осуществляют чистым воздухом, а нагрев зерна кондуктивным способом (паровыми калориферами).

Вопросы для самоконтроля. 1. От чего зависит скорость испарения воды со свободной поверхности? 2. Зависит ли скорость сушки от температуры зерна, температуры и относительной влажности атмосферного воздуха? 3. Как перемещается влага в зерне при наличии перепада по влажности и температуре? 4. Влияет ли скорость агента сушки на интенсификацию процесса сушки? 5. Какой воздух находится в природе — сухой или влажный? 6. Основные свойства атмосферного воздуха. 7. Что такое относительная и абсолютная влажность воздуха и что такое влагосодержание и влагоемкость? Чем они отличаются? 8. Чем отличается удельный объем воздуха от удельной массы? 9. Что такое энтальпия (теплосодержание) воздуха и от чего она зависит? 10. Какие основные параметры воздуха нанесены на диаграмме? 11. Достоинство сушки чистым нагретым воздухом и недостатки сушки смесью топочных газов с воздухом? 12. Как изменяется влагосодержание при нагреве воздуха? 13. Какие отличительные особенности схем работы зерносушилок на чистом нагретом воздухе и на смеси топочных газов с воздухом? Их достоинство и недостатки? 14. Что такое равновесная влажность зерна и как она зависит от относительной влажности воздуха и его температуры? 15. Что такое скважистость зерна и как она используется в процессе сушки? 16. От чего зависит аэродинамическое сопротивление слоя зерна? 17. Что такое сыпучесть зерна и от каких параметров она зависит? 18. Что такое скорость витания зерна? 19. Какие вы знаете наиболее распространенные способы сушки зерна? 20. Чем отличается конвективный способ от кондуктивного? 21. Чем отличаются режимы сушки продовольственного зерна от семенного? 22 От чего зависит высота насыпи зерна в камерах и температура агента сушки? 23. Почему зерно крупяных культур сушат чистым воздухом?

Глава II. ШАХТНЫЕ ПРЯМОТОЧНЫЕ ЗЕРНОСУШИЛКИ

Шахтные прямоточные зерносушилки по режиму работы — непрерывного действия, и применяют их для сушки пшеницы, ржи, ячменя, кукурузы, семян подсолнечника и других культур продовольственного и семенного назначения. В сушильной шахте под действием силы тяжести зерно движется сверху вниз и пронизывается агентом сушки. Зерно движется в шахте сплошной массой со скоростью, определяемой работой выпускного механизма периодического или непрерывного действия. Шахтные зерносушилки наиболее удобны, просты и нашли широкое распространение для сушки зерна. Производительность шахтных зерносушилок колеблется от 1 до 50 т/ч.

Наиболее распространены шахтные конвективные зерносушилки: стационарные ДСП-16, ДСП-32, ДСП-24, ДСП-32-ОТ, А1-ДСП-50 и передвижные К4-УСА и К4-УС2-А, работающие на смеси топочных газов с воздухом, и А1-УСШ, ЛСО-11, М-819, работающие на чистом нагретом воздухе. Для сушки крупяных культур применяют кондуктивно-конвективные шахтные сушилки ВС-10-49М.

§ 1. УСТРОЙСТВО ШАХТНЫХ ЗЕРНОСУШИЛОК

Принципиальные схемы работы шахтных зерносушилок, работающих на смеси топочных газов с воздухом, представлены на рисунке 1 и на чистом нагретом воздухе — на рисунке 2, где показано условно движение зерна и агента сушки.

Шахтная прямоточная зерносушилка состоит из сушильных и охладительных шахт, вентиляционного оборудования, напорно-распределительной камеры, выпускных механизмов, над- и подсушильных бункеров.

Основные узлы шахтной прямоточной зерносушилки — сушильная и охладительная шахты, которые по устройству и конструкции аналогичны.

Сушильная и охладительная шахты (рис. 3) имеют прямоугольное сечение, внутри них установлены короба рядами в шахматном порядке, подводящие и отводящие агент сушки, между коробами располагается зерно. Агент сушки поступает с одной стороны шахты в подводящие короба, проходит слой зерна и выходит с противоположной стороны шахты через отводящие короба.

Стенки шахт изготавливают из стали, а также из монолитного или сборного железобетона. Для подвода свежего и отвода отработавшего агента сушки внутри шахты по всей ее высоте устанавливают систему подводящих и отводящих коробов или стальные стенки делают перфорированными (жалюзийными). В сушилках

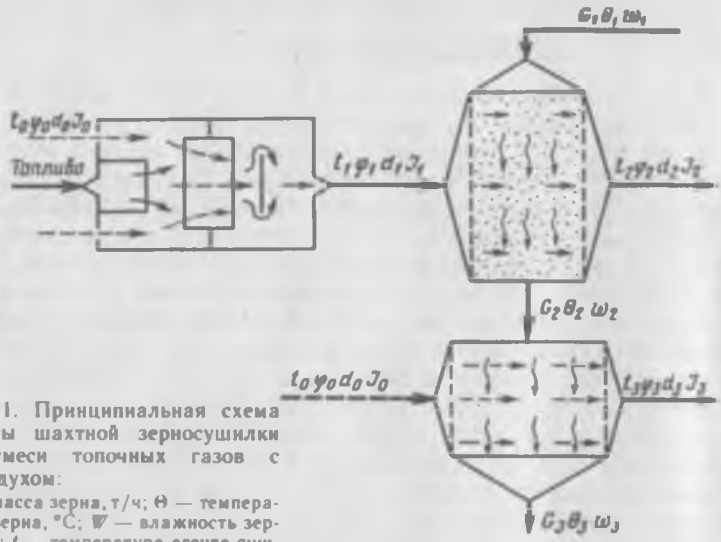


Рис. 1. Принципиальная схема работы шахтной зерносушилки на смеси топочных газов с с воздухом:

G — масса зерна, т/ч; Θ — температура зерна, °С; *W* — влажность зерна; %; *t* — температура агента сушки, °С; φ — относительная влажность, %; *d* — влагосодержание, г пара/кг с. в.); *I* — энтальпия, кДж/кг с. в. (ккал/кг с. в.); индексы: *О* — соответствуют параметрам на входе в топку и охладительную шахту; *1* — на входе в сушильную шахту; *2* — на выходе из сушильной шахты; *3* — на выходе из охладительной шахты.

с сетчатыми или жалюзийными стенками толщину продуваемого зернового слоя определяют расстоянием между стенками, обычно оно 200...500 мм. При заполнении шахты зерно располагается слоями между коробами. Толщина каждого слоя равна расстоянию между подводящими и отводящими коробами. В современных зерносушилках это расстояние принимают 100...200 мм.

Короб представляет собой канал с открытой нижней стороной, через которую агент сушки входит в зерновой слой или выходит из него. Под нижней открытой стороной короба зерно располагается под углом естественного откоса. Для более интенсивного продувания зернового слоя стенки коробов иногда делают жалюзийными.

Одна из торцевых сторон каждого короба открыта, другая заглушена. Подводящие короба открыты со стороны входа агента сушки и заглушены со стороны его выхода из шахты. Отводящие короба, наоборот, закрыты со стороны входа и открыты со стороны выхода агента сушки из шахты. Короба изготавливают из листовой стали толщиной 1,5...2 мм. Стенки отводящих коробов с внутренней стороны покрывают антикоррозийным лаком, так как на них может конденсироваться водяной пар отработавшего агента сушки.

Наиболее распространены короба пятигранной формы; приме-

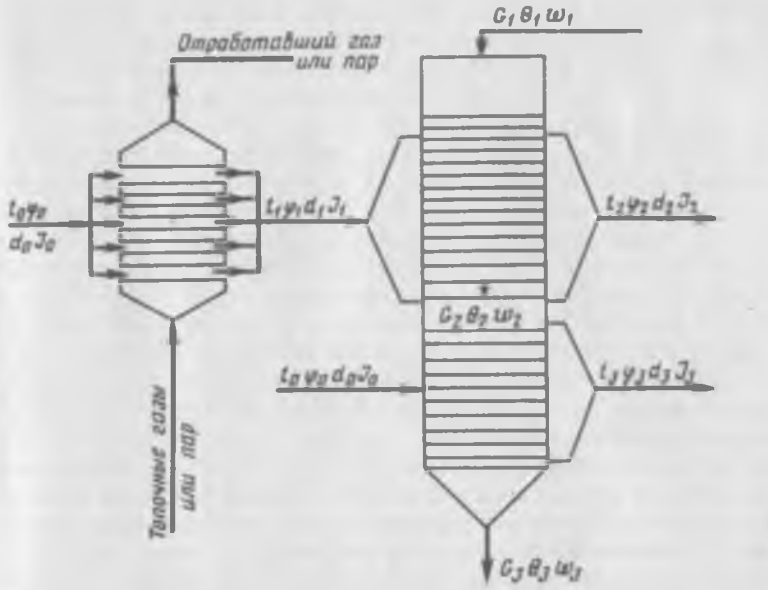


Рис. 2. Принципиальная схема работы шахтной зерносушилки на чистом нагретом воздухе (обозначения аналогичны рис. 1)

няют треугольные короба, а в некоторых зерносушилках используют многогранные короба более сложной формы. Широкое распространение получили короба с жалюзи. Для лучшего скольжения зерна по коробу угол между его верхними гранями должен быть не более 70°. Радиус закругления верхнего ребра короба делают не более 5 мм во избежание задержки зерна и скопления сора на коробе. Короба пятигранной формы обычно имеют ширину 100 мм, общая высота 125...232 мм. Схемы коробов различных типов зерносушилок представлены на рисунке 4.

Число коробов в шахте определяют с учетом скорости отработавшего агента сушки при выходе из отводящих коробов, которая ограничена выносом зерна из коробов и должна быть не более 6 м/с. Число подводящих и отводящих коробов одинаково. Подводящие и отводящие короба чередуют-

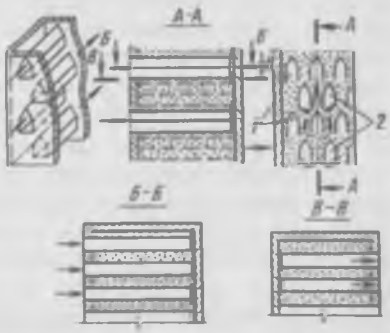


Рис. 3. Шахта зерносушилки:
1 — подводящие короба; *2* — отводящие короба

ся между собой рядами. На рисунке 5, *а* показано вертикальное направление движения агента сушки вверх и вниз, а на рисунке 5, *б, в* горизонтальное направление движения агента сушки вправо и влево. При горизонтальном направлении движения агента сушки толщина продуваемого слоя в 2 раза меньше, чем при вертикальном, что обеспечивает снижение сопротивления сети и увеличение производительности вентиляторов и зерносушилки.

Для более интенсивного продувания агентом сушки слоя зерна между подводящими и отводящими коробами в зерносушилках К4-УСА, К4-УС2-А, А1-УЗМ, А1-ДСП-50 и других в вертикальных стенках коробов выдавливают отверстия в виде жалюзи. Учитывая то, что жалюзи замедляют движение зерна около стенок коробов, наклон жалюзи к горизонту делают под углом не менее 75°.

Для сбора отработавшего агента сушки или воздуха и вывода его из шахты, а также для перемешивания зерна у стенок шахты устанавливают полукороба, которые изготовляют отводящими во избежание перегрева зерна. В процессе сушки необходимо учитывать, что стальные короба имеют высокий коэффициент теплопроводности, поэтому теплота агента сушки быстро передается через стенки коробов соприкасающемуся с ними зерну, которое при длительном соприкосновении может перегреться, что приведет к ухудшению качества зерна. Это явление наблюдается при большой продолжительности сушки.

Для равномерного прохождения зерна по шахте необходимо, чтобы расстояние между стенкой (боковой) и коробом было не меньше, чем расстояние между коробами. Расстояние между коробами должно быть не менее 100 мм, а на выходе из выпускного механизма — не менее 65 мм.

В зерносушилках К4-УСА, К4-УС2-А, СЗС-8, СЗШ-16 и других при сравнительно небольшой высоте шахты (до 5 м) со стальными стенками короба устанавливают через верх шахты концами на опоры, которые имеют форму поперечного сечения короба и приварены к стенкам шахты (рис. 6, *а*). К концам коробов приваривают жесткие фиксаторы в виде полоски, при помощи которых короб прижимается к опорам и обеспечивает их крепление. Полукороба крепят к стенке шахты при ее изготовлении.

В зерносушилках с шахтами высотой более 5 м замена коробов нижних рядов представляет большие трудности (замена нижнего короба ведет к демонтажу всех коробов, расположенных выше заменяемого). В шахтах зерносушилок типа ДСП, А1-УЗМ, А1-ДСП-50, А1-УСШ и других короба устанавливают с торцевой части шахт, как показано на рисунке 6, *б*. Для этого с одного конца короба отбортовывают грани под прямым углом к его стенке, а с другой стороны короба приваривают одну шпильку с резьбой и гайкой, прижимаемой к стенке короба (зерносушилка ДСП-32-ОТ, рис. 6, *в*), или две шпильки с гайками (короб зерносушилки

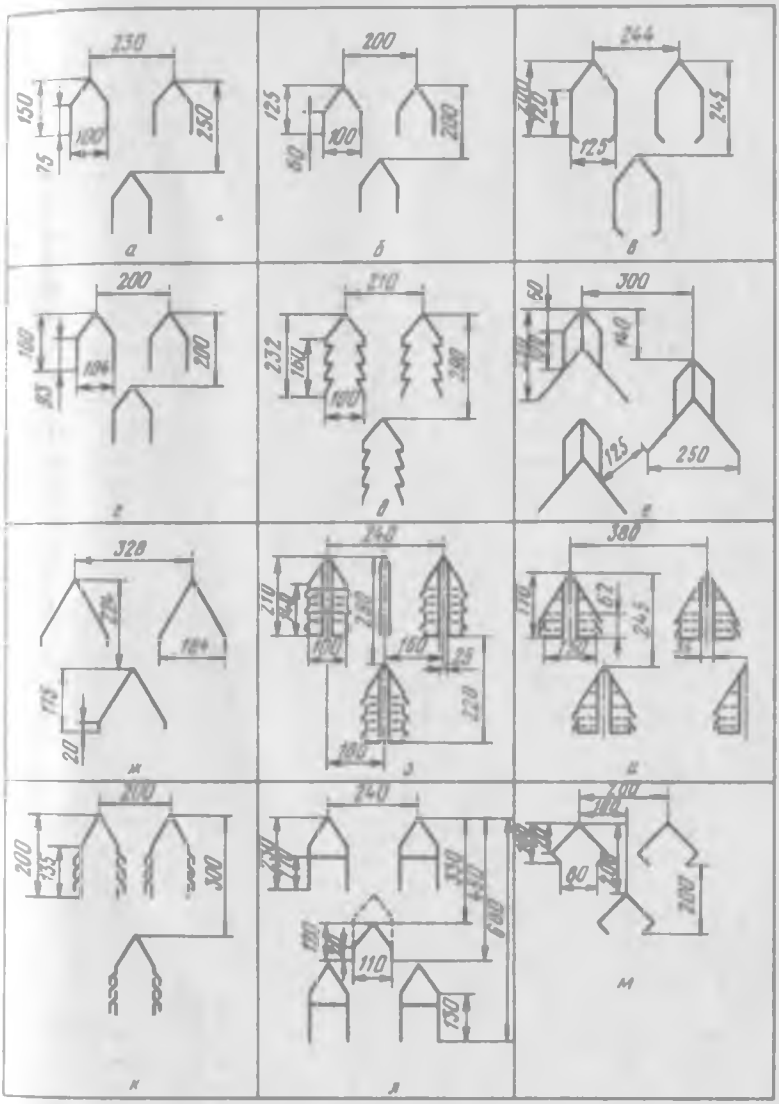


Рис. 4. Расположение и конструкции воздухораспределительных коробов в различных типах зерносушилок:
а — ВТИ; *б* — ДСП; *в* — СЗШ-16; *г* — СЗС-8, *д* — ЗСПЖ-8, К4-УСА; *е* — РД-2×25, У2-УЗБ-50; *ж* — СЗШ-16М; *з* — УЗМ; А1-ДСП-50, А1-УСШ; *и* — К4-УС2-А; *к* — ЛСО; *л* — ЛАВ; *м* — М-819

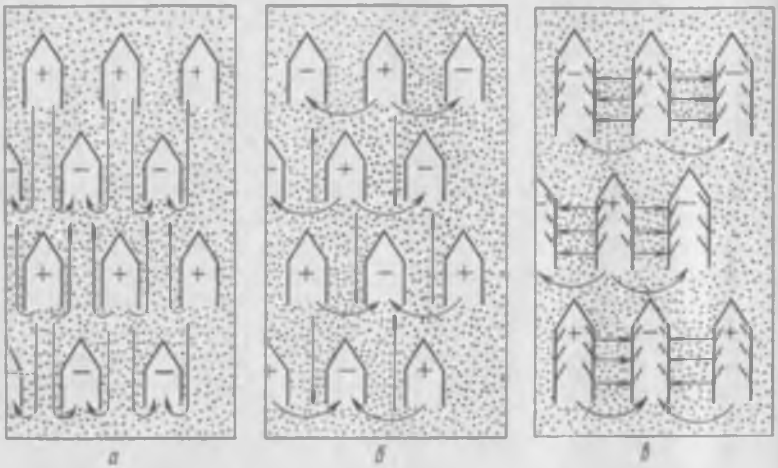


Рис. 5. Размещение подводящих и отводящих коробов:
а — в разных рядах; *б* и *в* — через один в каждом ряду

А1-УЗМ, А1-ДСП-50, А1-УСШ показан на рисунке 7, его крепление — на рисунке 8.

Короба вставляют в шахту через имеющиеся в ее стенке отверстия так, чтобы отбортованные стенки прилегали к стенке шахты, а шпильки, имеющиеся на другом конце короба, попадали в отверстие в противоположной стенке шахты и закреплялись гайками.

В зерносушилках типа ДСП с шахтами из железобетонных стенок короба устанавливают сбоку шахты в заранее приготовленные при изготовлении стенки шахты отверстия, имеющие форму

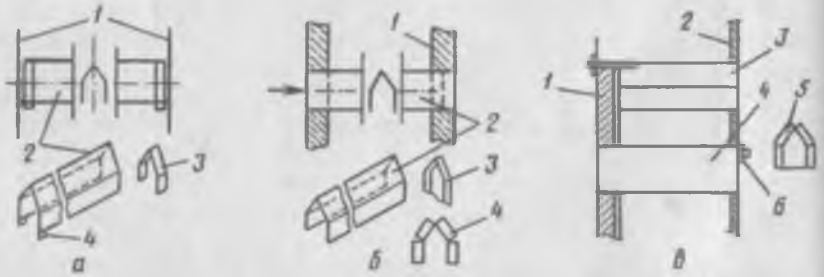


Рис. 6. Установка коробов в шахте зерносушилок:
а — СЗС-8, К4-УСА; *1* — металлические стенки шахт; *2* — короб; *3* — опоры короба; *4* — крепеж короба; *б* — типа ВТИ, ДСП; *1* — железобетонные стенки шахт; *2* — короб; *3, 4* — крепление коробов; *в* — ДСП-32-ОТ; *1* — теплоизоляция; *2* — стенки шахты; *3* — подводящий короб; *4* — отводящий короб; *5* — отбортовка короба; *6* — шпилька для крепления короба

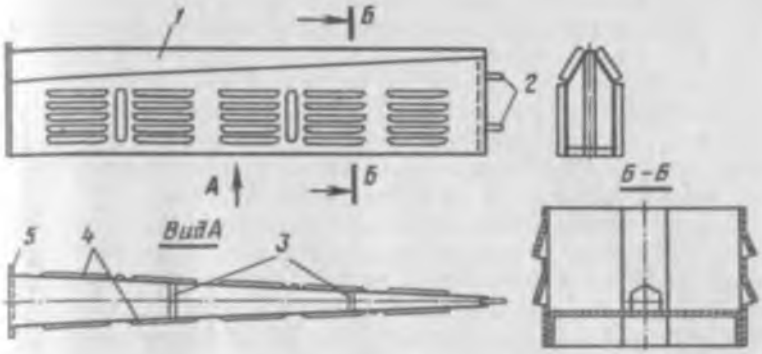


Рис. 7. Короба зерносушилок А1-УЗМ, А1-ДСП-50 и А1-УСШ:
1 — верхняя часть короба; *2* — шпильки для крепления короба; *3* — перемычки; *4* — боковые жалюзийные стенки короба; *5* — отбортовка короба

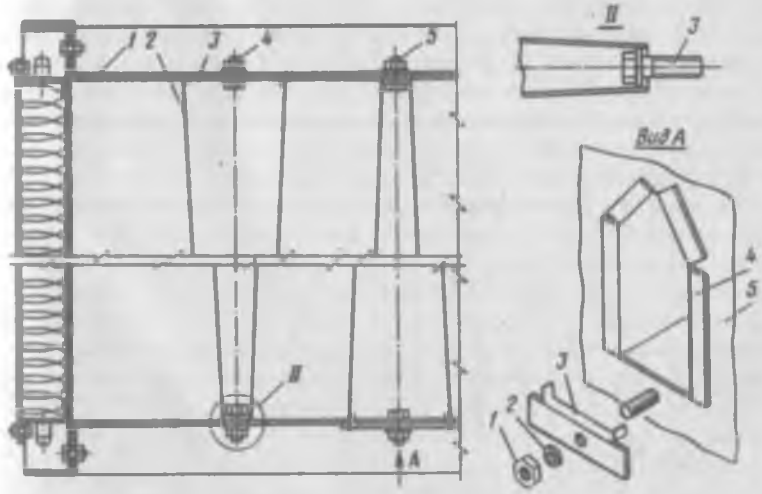


Рис. 8. Крепление коробов к стенкам сушильной секции зерносушилок А1-УЗМ, А1-ДСП-50 и А1-УСШ:
1 — стенка секции; *2* — короб; *3* — планка для крепления короба с широкой стороны; *4* — болт с гайкой для крепления короба к секции, *5* — шпильки с гайками для крепления короба с узкой стороны; вид *А* — крепление короба с широкой стороны, *1* — гайка; *2* — шайба, *3* — крепежная планка; *4* — короб; *5* — стенка секции

поперечного сечения короба с небольшим запасом по ширине и высоте. Одну торцевую сторону подводящего и отводящего короба закрывают донышком и обмазывают раствором-смесью порошка асбеста с цементом (см. рис. 6, *б*).

В зерносушилках А1-УЗМ, А1-ДСП-50, А1-УСШ крепление коробов осуществляют с одной стороны двумя шпильками с гайками, а с другой — пластиной, прижимающей короб к стенке шахты при помощи болта с гайкой. Устанавливают и обмазывают короба (см. рис. 7), начиная с верхнего ряда.

Для обеспечения равномерного выпуска зерна из шахтных зерносушилок и регулирования производительности шахтных зерносушилок под охладительными шахтами устанавливают выпускные механизмы. В зерносушилках ДСП применяют выпускной механизм периодического действия (рис. 9). Верхняя неподвижная рама сварная и изготовлена из листовой стали толщиной 6 мм, имеет размеры в плане 3200 × 1105 мм, высоту 585 мм.

Внутри рамы установлены и приварены рассекатели из стали толщиной 8 мм, образующие выпускные отверстия шириной 90 мм. Нижняя подвижная рама состоит из двух частей, соединенных между собой пластинами (полочками). Рама сварная из полосовой стали толщиной 16 мм. Подвижная рама опирается четырьмя парами роликов на пластины длиной 300 мм, толщиной 60 мм. Изменяя число пластин, можно регулировать зазор между подвижной и неподвижной рамами. Для возврата рамы в исходное положение по бокам механизма устанавливают две цилиндрические пружины. Ширину полок выбирают с таким расчетом, чтобы в закрытом положении выпускного устройства зерно с них не ссыпалось. Зазор между верхней и нижней рамами 3...5 мм.

Подвижная рама приводится в движение при помощи тяг *6* и *8* и кривошипа *7* от специального электропривода. При открытии затвора выпускные отверстия открываются полностью. Количество выпускаемого из шахты зерна, производительность зерносушилки регулируют при помощи командоаппарата КЭП-12У или реле времени (числом открытий затвора). Периодический выпуск большого количества зерна приводит к быстрому опусканию зерна в шахте и лучшему его смешиванию, однако продолжительность между открытиями затвора более 60 с приводит к тому, что часть зерна неподвижно лежит на нагретых плоскостях коробов, и это может привести к ухудшению его качества.

В зерносушилках СЗС-8, К4-УСА, К4-УС2-А и других марок применяют выпускные механизмы непрерывного действия (рис. 10). Его устанавливают под рассекателями зерна *3*, укрепленными в нижней части охладительной шахты, образуя отверстия (щели) для выпуска зерна. Число выпускных отверстий обычно равно числу коробов в нижнем ряду.

Выпускной механизм состоит из двух частей: верхней непод-

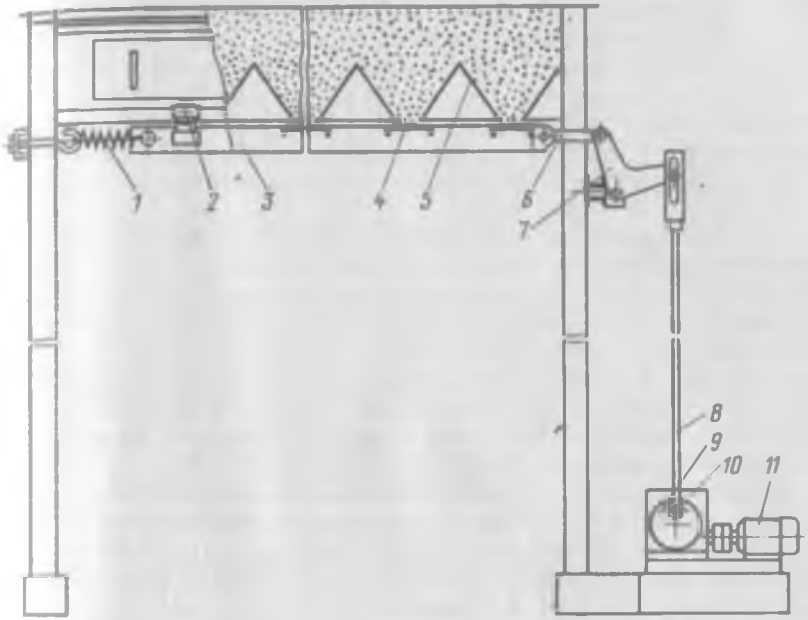


Рис. 9. Выпускной механизм периодического действия:
1 — пружины возврата (2 шт.); *2* — ролики; *3* — подвижная рама; *4* — полочки подвижной рамы; *5* — неподвижная рама; *6* — горизонтальная тяга; *7* — кривошип; *8* — вертикальная тяга; *9* — эксцентрик; *10* — редуктор; *11* — электродвигатель

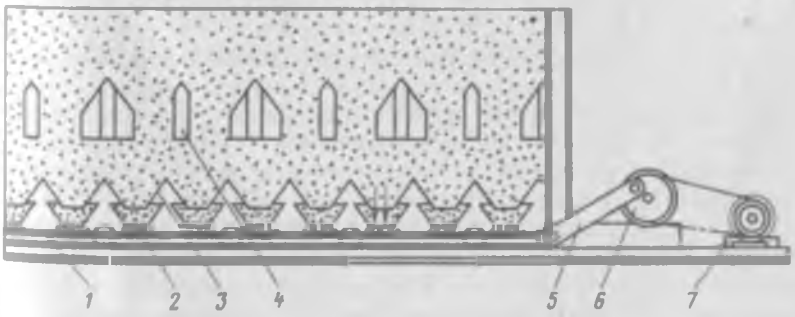


Рис. 10. Выпускной механизм непрерывного действия:
1 — подвижная рама; *2* — лотковая рама; *3* — рассекатели зерна; *4* — нижний ряд коробов охладительной шахты; *5* — шатун; *6* — эксцентрик; *7* — привод

вижной рамы и расположенной под ней подвижной рамы. Верхняя рама представляет собой набор параллельно установленных лотков с наклонными боковыми стенками. Лотки расположены под каждым выпускным отверстием и связаны общей рамой, перемещаемой в вертикальном направлении по прорези в швеллерных стойках, благодаря чему можно регулировать расстояние между неподвижной и подвижной рамами. Уменьшая или увеличивая расстояние, изменяют количество выпускаемого зерна, таким образом регулируют физическую производительность зерносушилки (один из способов).

Первый способ регулирования производительности осуществляется в результате изменения величины зазора между неподвижной лотковой и подвижной рамами. Нижняя рама (подвижная) состоит из горизонтальных полок (площадок), расположенных непосредственно под каждым лотком. На них выпускаемое зерно расположено под углом естественного откоса. Ширину полок принимают несколько больше ширины нижнего отверстия лотка, чтобы при остановке подвижной рамы в любом положении зерно на полках не могло пересыпаться через их края.

Подвижная рама на роликах приводится в возвратно-поступательное движение по стальным направляющим от эксцентрикового механизма с шатуном и приводом. При возвратно-поступательном движении нижней рамы зерно небольшими порциями ссыпается через края полок в нижний бункер.

Второй способ регулирования производительности зерносушилки с выпускным механизмом непрерывного действия — изменение величины эксцентриситета привода, а следовательно, величины хода рамы.

Третий способ регулирования производительности зерносушилки — изменение числа оборотов вала привода.

Конструкция выпускного механизма непрерывного действия зерносушилок К4-УС2-А дана на рисунке 11.

В зерносушилках с механизмами непрерывного действия между нижними гранями лотков и полками подвижной рамы накапливается сор, который препятствует ссыпанию зерна, а следовательно, приводит к торможению движения зерна и его неравномерному движению. Выпускные механизмы непрерывного действия требуют периодической очистки, осуществляемой вручную.

Достоинства выпускных механизмов периодического и непрерывного действия учтены при создании выпускного механизма комбинированного действия. Комбинированный выпускной механизм снабжен двумя приводами (рис. 12), которые обеспечивают периодический и непрерывный выпуск зерна. При этом один привод обеспечивает непрерывный выпуск зерна в результате возвратно-поступательного движения подвижной рамы затвора с небольшой

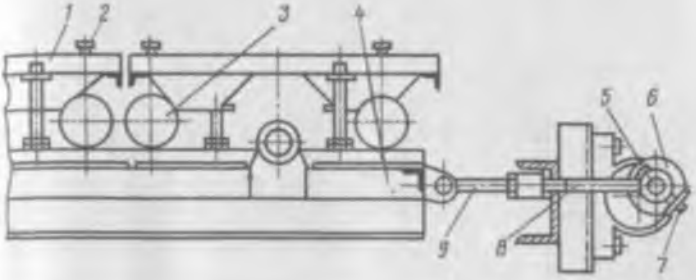


Рис. 11. Конструкция выпускного механизма сушилки К4-УС2-А:
1 — насадка; *2* — стопорный винт; *3* — регулятор подъема; *4* — каретка; *5* — вал; *6* — эксцентрик; *7* — регулировочный винт; *8* — тяга эксцентрика; *9* — тяга каретки

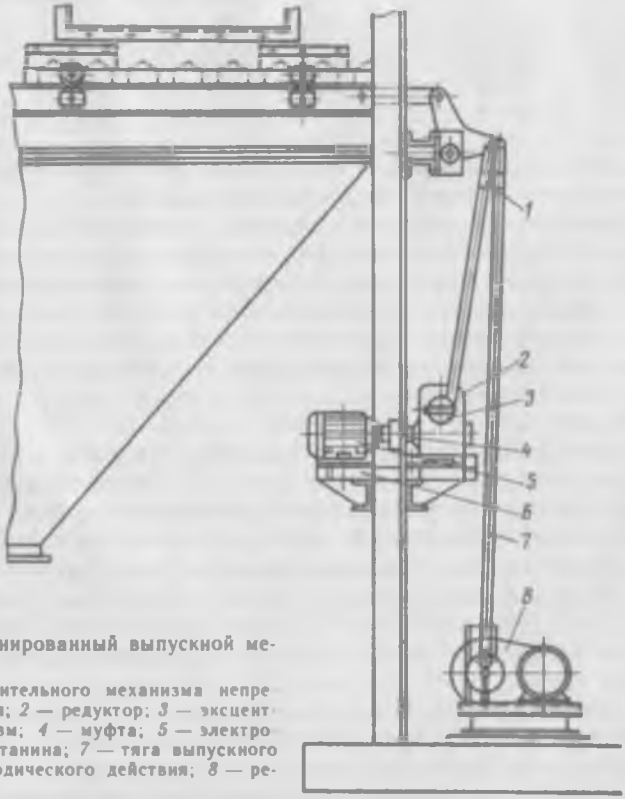


Рис. 12. Комбинированный выпускной механизм:
1 — тяга исполнительного механизма непрерывного действия; *2* — редуктор; *3* — эксцентриковый механизм; *4* — муфта; *5* — электродвигатель; *6* — станина; *7* — тяга выпускного механизма периодического действия; *8* — редуктор

вижной рамы и расположенной под ней подвижной рамы. Верхняя рама представляет собой набор параллельно установленных лотков с наклонными боковыми стенками. Лотки расположены под каждым выпускным отверстием и связаны общей рамой, перемещаемой в вертикальном направлении по прорези в швеллерных стойках, благодаря чему можно регулировать расстояние между неподвижной и подвижной рамами. Уменьшая или увеличивая расстояние, изменяют количество выпускаемого зерна, таким образом регулируют физическую производительность зерносушилки (один из способов).

Первый способ регулирования производительности осуществляется в результате изменения величины зазора между неподвижной лотковой и подвижной рамами. Нижняя рама (подвижная) состоит из горизонтальных полок (площадок), расположенных непосредственно под каждым лотком. На них выпускаемое зерно расположено под углом естественного откоса. Ширину полок принимают несколько больше ширины нижнего отверстия лотка, чтобы при остановке подвижной рамы в любом положении зерно на полках не могло пересыпаться через их края.

Подвижная рама на роликах приводится в возвратно-поступательное движение по стальным направляющим от эксцентрикового механизма с шатуном и приводом. При возвратно-поступательном движении нижней рамы зерно небольшими порциями ссыпается через края полок в нижний бункер.

Второй способ регулирования производительности зерносушилки с выпускным механизмом непрерывного действия — изменение величины эксцентриситета привода, а следовательно, величины хода рамы.

Третий способ регулирования производительности зерносушилки — изменение числа оборотов вала привода.

Конструкция выпускного механизма непрерывного действия зерносушилок К4-УС2-А дана на рисунке 11.

В зерносушилках с механизмами непрерывного действия между нижними гранями лотков и полками подвижной рамы накапливается сор, который препятствует ссыпанию зерна, а следовательно, приводит к торможению движения зерна и его неравномерному движению. Выпускные механизмы непрерывного действия требуют периодической очистки, осуществляемой вручную.

Достоинства выпускных механизмов периодического и непрерывного действия учтены при создании выпускного механизма комбинированного действия. Комбинированный выпускной механизм снабжен двумя приводами (рис. 12), которые обеспечивают периодический и непрерывный выпуск зерна. При этом один привод обеспечивает непрерывный выпуск зерна в результате возвратно-поступательного движения подвижной рамы затвора с небольшой

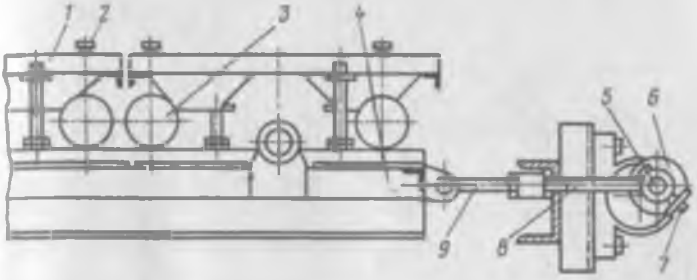


Рис 11. Конструкция выпускного механизма сушилки К4-УС2-А:
1 — насадка; *2* — стопорный винт; *3* — регулятор подъема; *4* — каретка; *5* — вал; *6* — эксцентрик; *7* — регулировочный винт; *8* — тяга эксцентрика; *9* — тяга каретки

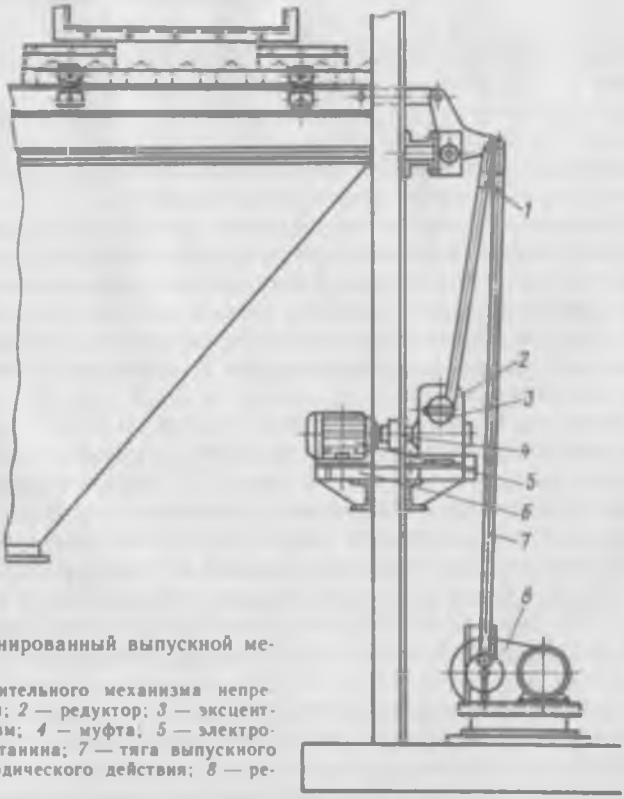


Рис 12. Комбинированный выпускной механизм:
1 — тяга исполнительного механизма непрерывного действия; *2* — редуктор; *3* — эксцентриковый механизм; *4* — муфта; *5* — электродвигатель; *6* — станина; *7* — тяга выпускного механизма периодического действия; *8* — редуктор

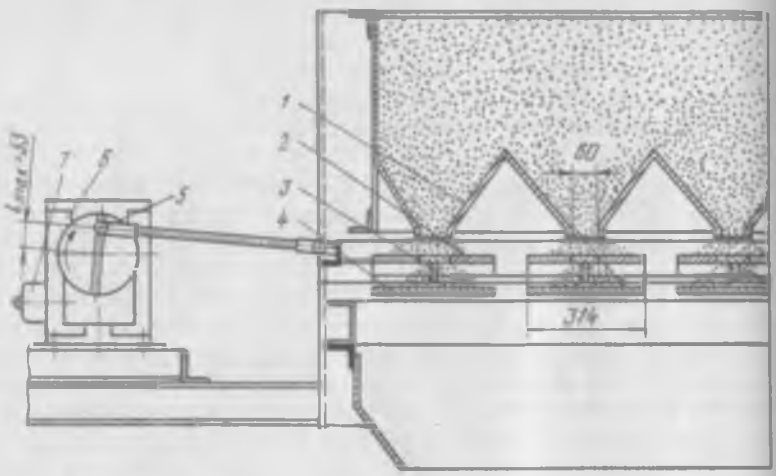


Рис. 13. Выпускной механизм зерносушилки А1-УЗМ:
1 — неподвижные скаты; *2* — верхняя подвижная полочка; *3* — скребок; *4* — нижняя полочка; *5* — эксцентрик; *6* — редуктор; *7* — электродвигатель

амплитудой, а второй периодически (по команде реле времени) полностью открывает выпускной механизм.

При полном открытии затвора происходит выпуск зерна с большой скоростью и напором, который увлекает за собой крупный сор — очищает выпускной механизм, что обеспечивает в дальнейшем (при непрерывной работе выпускного механизма) равномерный выпуск зерна из шахт зерносушилки. Комбинированный выпускной механизм использован в некоторых зерносушилках типа ДСП и СЗШ-16.

Выпускной механизм зерносушилки А1-УЗМ непрерывного действия выполнен в виде этажерки и состоит из двух рам, расположенных одна под другой (рис. 13). Верхняя подвижная рама имеет горизонтальные полочки со щелями и скребки, расположенные под этими щелями и жестко соединенные с рамой. Нижняя неподвижная рама представляет собой ряд горизонтальных полочек. Выпуск зерна происходит одновременно с полочек обеих рам (рис. 14). Выпускной механизм выполнен таким образом, что выпуск зерна прекращается при остановке подвижной рамы в любом положении.

Производительность зерносушилки при наличии выпускного механизма непрерывного действия можно регулировать в зависимости от влажности зерна на выходе из шахты изменением величины эксцентриситета и продолжительностью работы выпускного механизма (регулируя реле времени). Максимальная производи-

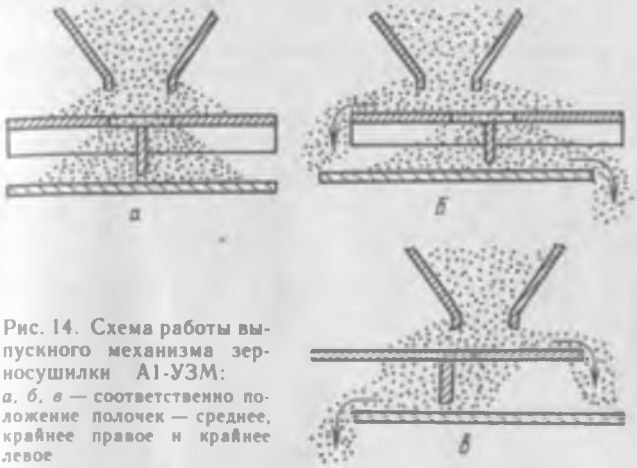


Рис. 14. Схема работы выпускного механизма зерносушилки А1-УЗМ:
а, б, в — соответственно положение полочек — среднее, крайнее правое и крайнее левое

тельность (при эксцентриситете 55 мм и непрерывной работе) 80... 100 т/ч.

Выпускной механизм приводится в возвратно-поступательное движение от электродвигателя (N=1,5 кВт, n=1000 об/мин) через редуктор с передаточным числом i = 16 и эксцентриковый механизм с эксцентриситетом l_{max} = 55 мм.

На рисунке 15 показана конструкция выпускного механизма роторного типа, установленного в зерносушилке А1-УСШ, который состоит из станины, восьми направляющих лотков, дном которых являются поворотные Г-образные полочки (при необходимости полочки поворачиваются вокруг оси посредством рычага подвески и фиксируются упором). Над Г-образными полочками установлены роторные устройства. Привод выпускного механизма крепится к станине.

Передача от привода к роторным устройствам осуществляется цепной передачей.

Работа выпускного механизма непрерывно-периодическая, ее регулируют вручную и автоматически. При автоматическом режиме работы выпускной механизм связан с влагомером зерна, который дает импульсы на изменение продолжительности его работы.

Выпускное устройство зерносушилки ЛСО-11 роторного типа устроено следующим образом. Под каждой шахтой установлено по четыре выпускных воронки, образуемые тремя рассекателями и боковыми наклонными плоскостями. Под каждой воронкой установлен валик с приваренными к нему ребрами, образуя устройство роторного типа. Привод валиков осуществляется при помощи цепной передачи, причем число оборотов валиков может изменять-

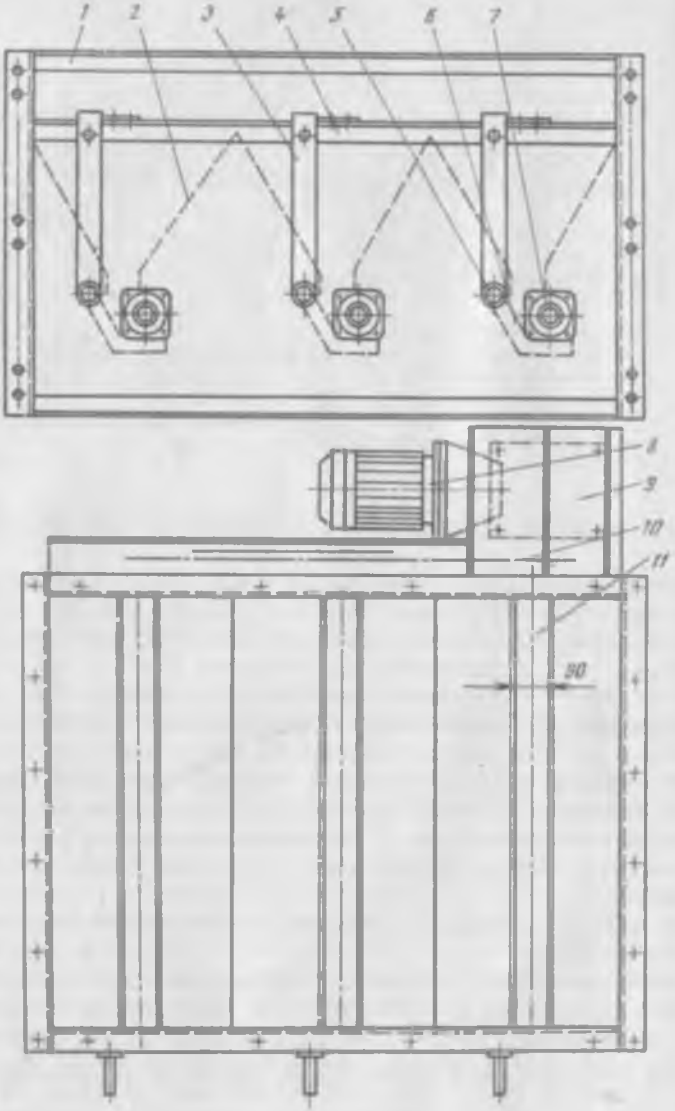


Рис. 15. Выпускной механизм роторного типа:
1 — станина; *2* — лотки; *3* — рычаги-подвески; *4* — продольный уголок с упорами; *5* — ось; *6* — Г-образные полочки; *7* — роторы; *8* — электродвигатель; *9* — редуктор; *10* — цепная передача; *11* — щель для выхода зерна

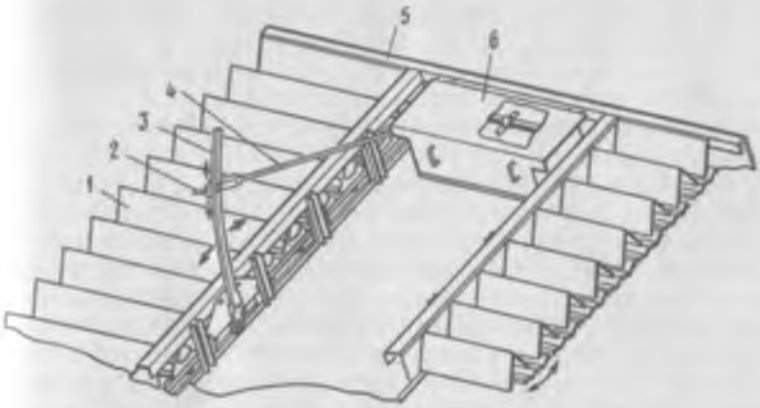


Рис. 16. Выпускной механизм лоткового типа:
1 — рассекатели; *2* — регулировочный механизм; *3* — коромысло; *4* — шатун; *5* — рама; *6* — привод

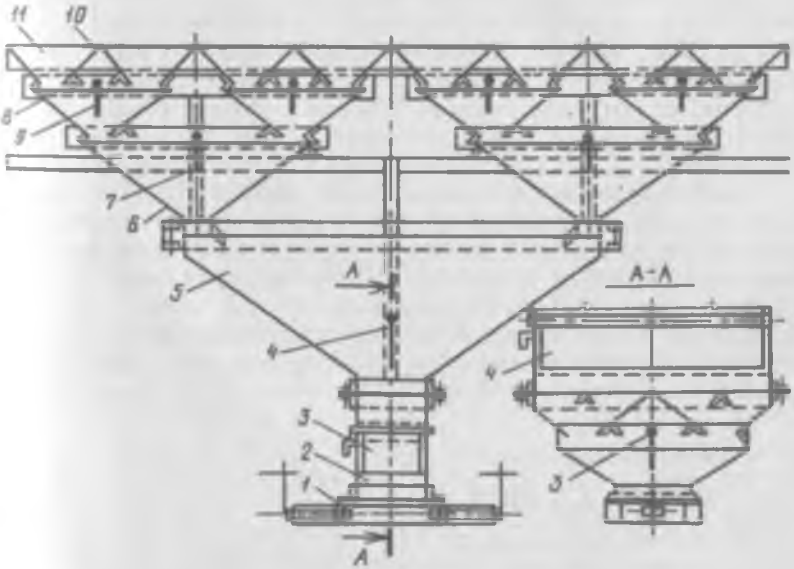


Рис. 17. Бесприводное выпускное устройство:
1 — задвижка; *2* — нижний бункер; *3, 4, 7, 9* — клапаны; *5* — средний бункер; *6, 8, 10* — рассекатели; *11* — верхний бункер

ся в диапазоне 1,16...6,96 об/мин, что соответствует пропускной способности шахты — 3,5...21,0 т/ч, при этом сам вариатор числа оборотов работает в диапазоне 8,2...49,2 об/мин. Управление вариатором — дистанционное, с пульта управления.

Схема выпускного механизма зерносушилок М819 и М820 дана на рисунке 16, основные узлы механизма — лотки, подвешенные под рассекатели зерна и приводной механизм. При работе лотки приводятся в движение с помощью эксцентрика (расположенного на валу мотор-редуктора) привода, шатуна и коромысла. Угол отклонения лотков, а следовательно, и количество выгружаемого зерна зависят от положения ползуна шатуна на коромысле (чем выше ползун, тем меньшая пропускная способность сушилки). Перемещение ползуна по коромыслу осуществляют вручную. После выключения привода лотки устанавливаются в положение «Закрыто». Такое положение осуществляется за счет конечного выключателя, расположенного в зоне кривошипного механизма.

В качестве выпускных механизмов для выпуска зерна из шахт в зерносушилках РД-2 × 25-70, У2-УЗБ-50 и А1-УЗМ применяют бесприводное выпускное устройство (рис. 17).

Бесприводное выпускное устройство представляет собой металлический пирамидальный бункер, установленный у основания в нижней части сушильной шахты. Внутри бункера размещены конусные рассекатели, под каждым из которых установлена заслонка, позволяющая изменить скорость движения зерна на отдельных участках шахты. Выпускное устройство имеет восемь выпускных отверстий, образуемых конусными рассекателями, а по высоте имеет четыре ряда лотков. Зерновые потоки с каждых двух лотков вышележащего ряда объединяются в одном лотке, расположенном ниже.

Аэрогравитационное выпускное устройство (рис. 18) состоит из корпуса, двух аэрожелобов, решетки, приемника зерна, задвижки, диффузора и конфузора соответственно для подвода и отвода воздуха. Диффузор соединяют с вентилятором, а конфузор с циклоном при помощи воздуховодов.

Зерно из шахты через щели неподвижной рамы распределяется на воздухораспределительной решетке аэрожелобов. Воздух, подан-

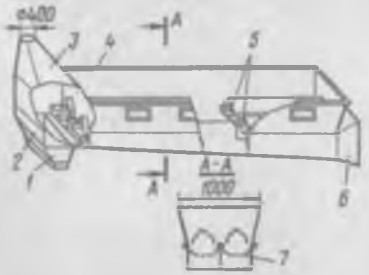


Рис. 18. Бесприводное выпускное устройство аэрогравитационного действия:
1 — задвижка; *2* — приемник зерна; *3* — отводящий конфузор; *4* — корпус; *5* — аэрожелоб; *6* — подводящий диффузор решетки; *7* — решетка

ваемый под решетку, начинает перемещать зерно к выходному отверстию бункера. За время его движения по решетке зерно дополнительно охлаждается.

Решетку с жалюзийными отверстиями изготавливают из стали толщиной 1...1,5 мм и шириной 600 мм, прокатывают специальными валками-фрезами шириной 200 мм, а затем по шаблону делают желоб. Высота щели жалюзи для подвода воздуха 1,5 мм, шаг отверстий 8 мм. Короб над аэрожелобом выполнен из листовой стали толщиной 2 мм. На боковых стенках аэрогравитационного выпускного устройства смонтированы по длине четыре смотровых окна из оргстекла.

На боковых стенках размещены также люки для визуального наблюдения за заполнением бункера.

С торцевой стороны приемника зерна размещен лазовый люк размером 700 × 700 мм. Корпус выпускного устройства прямоугольного сечения изготовлен съемным. Приемник зерна заканчивается задвижкой с винтовым приводом. Сечение выпускного отверстия 800 × 200 мм. Приемник зерна предназначен для отделения зерна от воздуха, его размеры: длина 1000 мм, ширина 1000 мм и высота 800 мм. Выпуск зерна регулируют рамкой, высота планки 60 мм.

Выпускное устройство работает по принципу самоторможения, при уменьшении производительности выпуска зерна из бункера автоматически снижается производительность аэрожелоба. Электропривод вентилятора блокируют с электроприводом транспортного оборудования, принимающего зерно с аэрогравитационного устройства.

§ 2. ЗЕРНОСУШИЛКИ ТИПА ДСП

Зерносушилка ДСП-32-ОТ. Зерносушилки (рис. 19) открытого типа применяют на хлебоприемных предприятиях и устанавливают их на поточных линиях по приемке, очистке, сушке, складированию и отгрузке зерна, а также непосредственно возле элеваторов и складов. Зерносушилку устанавливают вне здания в привязке к силосным корпусам или рабочему зданию элеватора, а также в механизированных технологических линиях послеуборочной обработки в привязке к складам.

Зерносушилка ДСП-32-ОТ в отличие от других зерносушилок типа ДСП имеет металлические шахты. Она получила наибольшее распространение в нашей стране из-за компактности, надежности, низкой стоимости, возможности сушки всех зерновых культур. Изготавливают ее в заводских условиях в виде отдельных секций и узлов. Сборку секций между собой и узлами проводят на месте стоительства. Топку размещают в отдельном двухэтажном здании, примыкающем к зерносушилке.

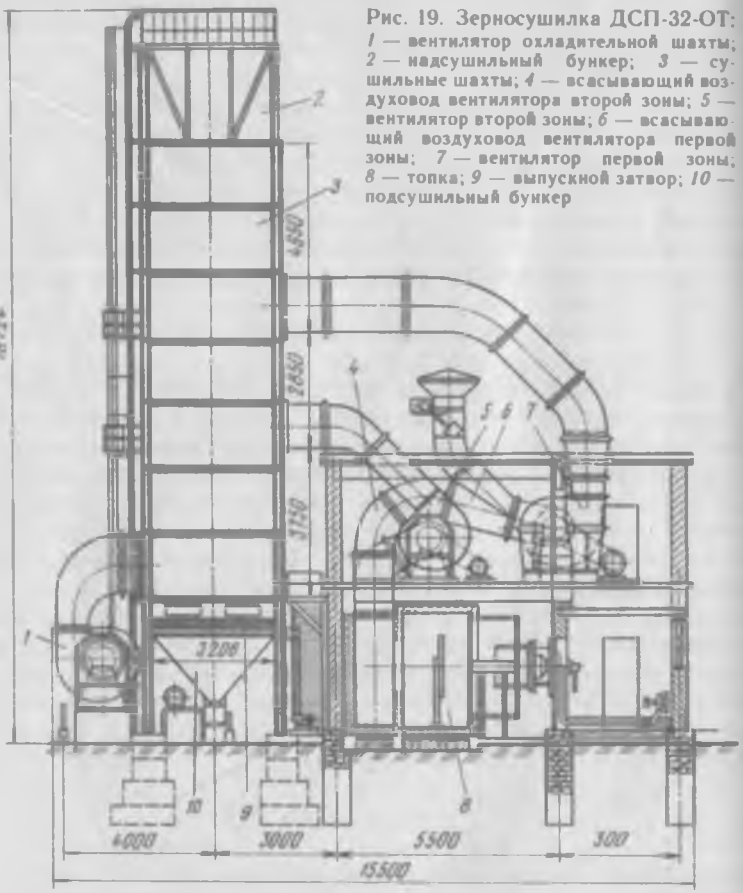


Рис. 19. Зерносушилка ДСП-32-ОТ: *1* — вентилятор охладительной шахты; *2* — надсушильный бункер; *3* — сушильные шахты; *4* — всасывающий воздуховод вентилятора второй зоны; *5* — вентилятор второй зоны; *6* — всасывающий воздуховод вентилятора первой зоны; *7* — вентилятор первой зоны; *8* — топка; *9* — выпускной затвор; *10* — подсушильный бункер

Зерносушилка представляет собой установку открытого типа с двухступенчатым режимом сушки, состоящую из двух параллельно работающих шахт (рис. 20) высотой 11570 мм. Каждая шахта состоит из семи секций и по высоте делится на три зоны: первая зона сушки высотой 495 мм расположена на верхней части шахты; вторая зона сушки высотой 285 мм в средней части шахты; третья зона охладительная. Высота секции 1650 мм. В каждой секции расположено 8 рядов коробов по 16 шт. в каждом ряду.

Шахта по высоте имеет 27 рядов подводящих и 29 рядов отводящих коробов, из них в первой зоне 24, во второй — 14 и в охладительной камере — 18. Агент сушки и воздух подают в напорно-распределительные камеры зон сушки и охлаждения вен-

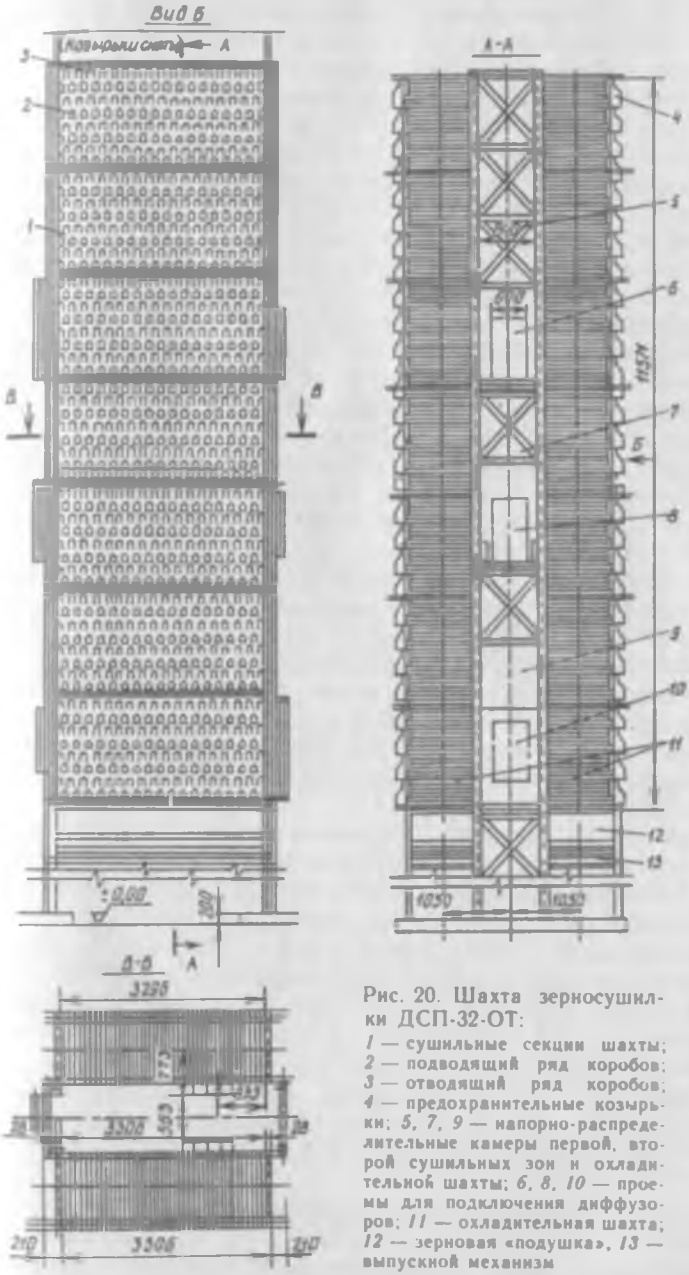


Рис. 20. Шахта зерносушилки ДСП-32-ОТ:

1 — сушильные секции шахты; *2* — подводящий ряд коробов; *3* — отводящий ряд коробов; *4* — предохранительные козырьки; *5, 7, 9* — напорно-распределительные камеры первой, второй сушильных зон и охладительной шахты; *6, 8, 10* — проемы для подключения диффузоров; *11* — охладительная шахта; *12* — зерновая «подушка», *13* — выпускной механизм

тиляторами. Напорно-распределительная камера, расположенная между шахтами, разделена горизонтальными перегородками на три части, образуя две зоны сушки и зону охлаждения.

Сушильные и охладительные секции снабжены подводящими и отводящими коробами, изготовляемыми из оцинкованной стали и покрытия внутри антикоррозийным лаком. Поперечное сечение коробов и схема их взаимного расположения в шахте такие же, как и во всех сушилках типа ДСП (см. рис. 4, *б*). Для защиты шахт от попадания атмосферных осадков над открытыми торцами отводящих коробов устанавливают предохранительные козырьки, изготовленные из оцинкованной стали.

Стенки шахты теплоизолированы минеральной ватой и снаружи обшиты стальными листами. Надшахтный бункер высотой 2500 мм, вместимостью около 20 м^3 (15 т зерна объемной массой 750 кг/м^3) выполнен из листовой стали толщиной 3 мм.

Под каждой шахтой устанавливают выпускной механизм периодического действия и подсушильный бункер. Из подсушильного бункера зерно поступает на конвейер и далее в норию и склад или элеватор. Регулирование производительности зерносушилки осуществляется командоаппаратом КЭП-12У.

Технологическая схема работы зерносушилки ДСП-32-ОТ представлена на рисунке 21. Сырое зерно по самотечной трубе *1* поступает в норию *2*, а затем по самотечной трубе *3* в надсушильный бункер *4* и далее равномерно распределяется по сушильным шахтам *5* и *6* (соответственно первой и второй зон сушки) и охладительной шахте *9*. Выпуск зерна из шахт осуществляется выпускным механизмом *11* периодического действия. Сухое охлажденное зерно из зерносушилки направляется в элеватор или склад конвейером и норией *13*.

Агент сушки из топки *10* вентиляторами *7* и *8* подают в напорно-распределительные камеры первой и второй зон сушки *15* и *16*. Атмосферный воздух вентилятор *12* подает в напорно-распределительную камеру *14* охладительной шахты *9*. В данной технологической схеме зерносушилки ДСП-32-ОТ применена конвективная сушка, при которой теплота передается к зерну от агента сушки. При этом агент сушки выполняет роль как теплоносителя, так и влагоносителя (испаренная влага из зерна поглощается агентом сушки и выносится в атмосферу).

Сушка зерна в зерносушилке ДСП-32-ОТ осуществляется агентом сушки — смеси топочных газов с воздухом, подаваемым вентиляторами ВЦ-4-76 № 12; 10 и 12 соответственно по зонам сушки и охлаждения.

Топливо подается в топку через форсунку Ф-1, в которой образуется горючая смесь топлива и воздуха. В качестве распылителя используется сжатый воздух, подаваемый в форсунку высоконапорным вентилятором АВД-3,5.

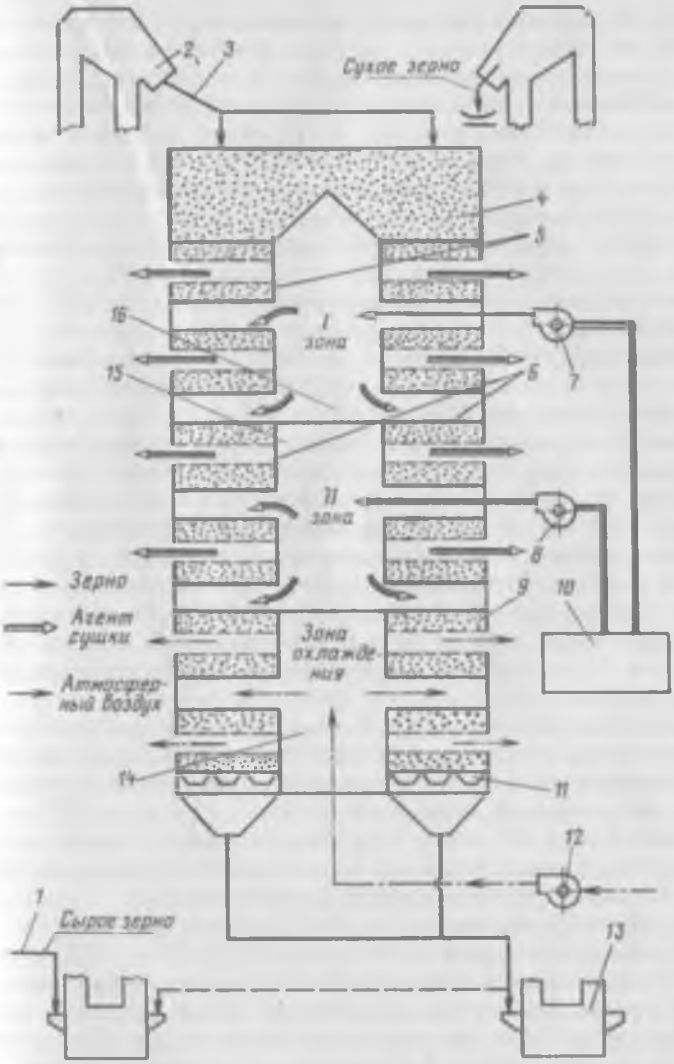


Рис. 21 Технологическая схема зерносушилки ДСП-32-ОТ:
1, 3 — самотечные трубы; *2* — нория сырого зерна; *4* — надсушильный бункер; *5, 6* — сушильные шахты; *7, 8* — вентиляторы соответственно первой и второй сушильных зон; *9* — охладительные шахты; *10* — топка; *11* — выпускные механизмы; *12* — вентилятор охладительных шахт; *13* — нория сухого зерна; *14, 15, 16* — напорно-распределительные камеры соответственно охладительной, второй и первой сушильных шахт

Для стабилизации количества подаваемого топлива и воздуха в форсунку смонтированы микрометрический клапан и дроссельная заслонка с маховичком. Изменяют количество горючей смеси, одновременно регулируя подачу воздуха и топлива.

Для автоматизации процесса горения, защиты и аварийной сигнализации на пульте имеется специальное устройство. Автоматическое устройство обеспечивает: запуск зерносушилки; поддержание заданных температур агента сушки; постоянное давление топлива перед форсункой; восстановление факела при его обрыве.

Техническая характеристика зерносушилки ДСП-32-ОТ дана в приложении 4.

Зерносушилки ДСП-16 и ДСП-32. Зерносушилки ДСП-16 устанавливают в элеваторах М-2×100, М-3×175, а также в портовых элеваторах П-5×350.

Шахты зерносушилок ДСП-16 и ДСП-32 имеют железобетонную конструкцию. Размеры шахты в плане 3250×1000 мм.

Шахта собрана из 11 панелей с толщиной стенки 70 мм и высотой 1028 мм. В панели по пять рядов коробов.

Схема расположения подводящих и отводящих коробов дана на рисунке 5, *а*. Чередование подводящих и отводящих коробов чередуется с рядом отводящих коробов. Таким образом, агент сушки продувает зерно в двух направлениях. Толщина продуваемого слоя в среднем составляет 200 мм. Крепление коробов дано на рисунке 7.

Шахта по высоте разделена на две сушильные и одну охладительную зоны, в которых применяют агент сушки с различными температурами. По высоте сушильные зоны имеют 37 рядов коробов, из них в первой зоне 23, во второй — 14 рядов. Охладительная зона имеет 18 рядов коробов. В каждом ряду находится 16 коробов. Каждая зона снабжена индивидуальным вентилятором (ВРС-12, ВРС-10) с электродвигателями.

Сушилки устанавливают в отдельно стоящем здании, связанном со зданием элеваторов. Сушилки ДСП-16 и ДСП-32 состоят из шахт, напорно-распределительных и осадочных камер, топки, вентиляторов, выпускных механизмов периодического действия и диффузоров. Топки зерносушилок работают на жидком топливе (дизельном или керосине). Подача топлива осуществляется через форсунку Ф-1 с автоматическим регулированием (см. описание конструкции топки зерносушилки ДСП-32-ОТ). Автоматика контролирует процесс горения топлива в топке, обеспечивая стабильный и экономичный режим сушки зерна с минимальными затратами труда. Напорно-распределительная и осадочные камеры шахты разделены перегородками по высоте соответственно размерам сушильной и охладительной зон.

Для сушки зерна используют смесь топочных газов с возду-

хом. Вентиляторы направляют агент сушки в напорно-распределительные камеры. Далее он через подводящие короба поступает в сушильную шахту, пронизывает зерновую массу и через отводящие короба выбрасывается в осадочные камеры, а затем через жалюзийные окна в атмосферу.

Охлаждение зерна осуществляется аналогично сушке, только вместо агента сушки подается атмосферный воздух. Зерно поступает в сушильную шахту сверху и, проходя между коробами в зоне нагрева, сушится и нагревается агентом сушки, а затем в зоне охлаждения продувается атмосферным воздухом. Затвор периодического действия регулирует выпуск зерна из сушилки. Использован такой же механизм, как и в зерносушилке ДСП-32-ОТ. Техническая характеристика зерносушилок ДСП-16, ДСП-32 дана в приложении 4.

Зерносушилка ДСП-24-СН. Зерносушилку ДСП-24-СН устанавливают в сушильно-очистительных башнях (СОБ-МК и СОБ-1С). Зерносушилка ДСП-24-СН имеет две параллельно установленные шахты из сборных панелей высотой 8600 мм и размерами в плане 3250 × 1000 мм.

Шахта собрана из восьми панелей с толщиной стенки 70 мм и высотой 1028 мм. В панелях, примыкающих к надсушильному бункеру, два ряда коробов заглушены для увеличения его объема. Форма и размеры коробов и сама их установка аналогичны зерносушилкам ДСП-16 и ДСП-32.

Шахта по высоте разделена на две сушильные зоны с 24 коробами, из них в первой зоне 16 рядов и 8 рядов во второй зоне, и охладительную зону, которая имеет 14 рядов коробов. Толщина продуваемого слоя зерна и расстояние между рядами коробов 200 мм. Каждая зона снабжена индивидуальным вентилятором с электродвигателем.

Зерносушилка ДСП-24-СН состоит из сушильных и охладительных шахт; напорно-распределительных и отводящих осадочных камер; топки, работающей на жидком топливе; выпускных механизмов периодического действия; вентиляционного оборудования, приборов контроля температуры агента сушки и др.

Работа сушильных и охладительных шахт, выпускных механизмов, автоматика топки и контроль за температурой агента сушки аналогичны зерносушилке ДСП-32. Техническая характеристика представлена в приложении 4.

§ 3. ЗЕРНОСУШИЛКИ ТИПА СЗШ

Зерносушилки СЗШ-8, СЗШ-16, СЗШ-16Р. Предназначены для сушки как продовольственного, так и семенного зерна различных сельскохозяйственных культур. Зерносушилки устанавливают на токах и возле складов колхозов и совхозов, а также на неболь-

ших хлебоприемных предприятиях. Производительность зерносушилок зависит от числа сушильных секций: в сушилке СЗШ-8 — две, а в сушилках СЗШ-16 и СЗШ-16Р — четыре.

Зерносушилка СЗШ-16 состоит из двух параллельно расположенных сушильных шахт, установленных на общей станине; двух выносных охладительных камер; вентиляторов сушильных шахт; диффузоров. Подачу сырого зерна в сушильные и охладительные шахты осуществляют четыре нории последовательно.

Сушильная шахта состоит из двух однотипных секций, установленных одна на другую. В шахте расположено 14 рядов коробов, по восемь коробов в ряду. Конструкция коробов, схема их расположения и основные размеры даны на рисунке 7, *в*.

Каждая сушильная шахта имеет по одному вентилятору Ц4-70 № 8, которые соединены с ней диффузорами со всасывающим коробом. Зерносушилка СЗШ-16 работает под разрежением. Топка с сушильными шахтами соединяется воздуховодом и диффузором.

Над каждой шахтой расположены надсушильные бункера. Излишек зерна из бункеров ссыпается через сливную самотечную трубу в башмак нории для сырого зерна. В надсушильных бункерах установлены датчики верхнего и нижнего уровня зерна. Зерносушилка снабжена выпускными механизмами комбинированного действия.

Выпускной механизм зерносушилки СЗШ-16 совершает как непрерывное движение с амплитудой колебания 4...20 мм, так и периодическое движение с амплитудой 135 мм (через каждые 4 мин).

Шахты зерносушилки СЗШ-16 и СЗШР могут работать как параллельно, так и последовательно с дальнейшим охлаждением его. Зерносушилка СЗШ-16Р в основном аналогична зерносушилке СЗШ-16, отличается только устройством топки, которая имеет теплообменник, что позволяет сушить зерно чистым нагретым воздухом. Теплообменник представляет собой кольцевой канал, расположенный концентрично к камере сгорания и соединенный с ней шестью радиальными патрубками. Для закручивания потока газа в кольцевом канале установлены винтовые направляющие лопасти. В передней части теплообменника смонтирована дымовая труба, а в задней части камеры сгорания устанавливают заглушку, которая перекрывает доступ топочных газов в зерносушилку и направляет их в дымовую трубу.

Зерносушилка СЗШ-8 отличается от зерносушилки СЗШ-16 тем, что в ней одна сушильная шахта. Размеры охладительной шахты уменьшены. Мощности электродвигателей у этих сушилок тоже разные.

Охладительная шахта зерносушилок СЗШ-16 и СЗШ-16Р выполнена из двух перфорированных цилиндров (∅ 760 мм —

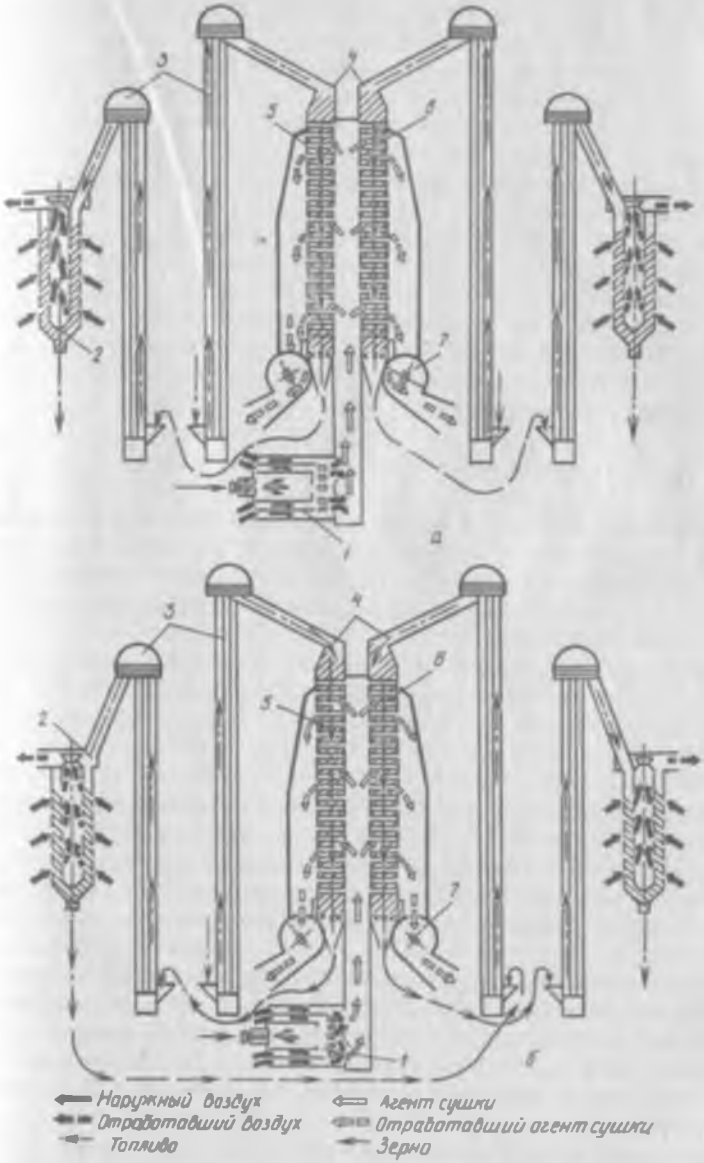


Рис. 22. Технологическая схема зерносушилки СЗШ-16:
а — при параллельной работе шахт; *б* — при последовательной работе шахт; *1* — топка; *2* — охладительная колонка; *3* — нория; *4* — надшахтный бункер; *5, 6* — шахты; *7* — вентиляторы

внутренний и ∅ 1260 мм — внешний). Высота охладительной шахты 2750 мм. В нижней части наружного цилиндра, заканчивающегося конусным днищем, установлен шлюзовой затвор для выпуска охлажденного зерна. Зерно находится в кольцевом пространстве между наружным и внутренним цилиндрами и охлаждается проходящим через него атмосферным воздухом. Отработавший воздух из внутреннего цилиндра выбрасывается вентилятором наружу.

Вентилятор включается после заполнения шахты зерном. В шахте установлены датчики уровня зерна, которые включают или выключают вентилятор и шлюзовой затвор.

Технологическая схема работы зерносушилки представлена на рисунке 22. Зерносушилка СЗШ-16 может работать как при параллельной, так и последовательной подаче зерна в шахты. Техническая характеристика дана в приложении 4.

§ 4. ЗЕРНОСУШИЛКИ ЛСО-11 И М-819

Зерносушилка ЛСО-11. Сушилка производства ЧССР открытого типа, в металлическом исполнении (рис. 23). Габариты сушилки: длина 30 000 мм, ширина 11 000 мм, высота (не включая общую для обоих теплогенераторов дымоотводную трубу высотой 26 000 мм) 24 000 мм. Предназначена для сушки всех основных зерновых культур, включая кукурузу и ячмень пивоваренный. Включает две шахты, смонтированные на общей станине. Каждая из шахт, в свою очередь, состоит из надсушильного бункера (с конусом-рассекателем для равномерного распределения зерна по сечению бункера), первой и второй сушильных и охладительной зон (сушильные зоны и охладительная разделены зерновой подушкой), выпускного устройства и подсушильного бункера.

Надсушильный бункер смонтирован при помощи фланцевых соединений из пяти одинаковых по высоте секций, соответствующих в плане размерам шахты. Сушильные и охладительные шахты состоят из 18 одинаковых по высоте секций. Первая сушильная шахта включает семь секций, вторая сушильная шахта четыре секции, зона отлежки между первой и второй сушильными шахтами — две секции, нейтральная зона между второй сушильной зоной и охладительной зоной по высоте составляет примерно половину высоты секции и служит для установки в ней датчиков температуры зерна, охладительная — пять секций.

В каждой секции находится два (по высоте) ряда чередующихся между собой (в каждом ряду) жалюзийных подводящих и отводящих коробов. Высота короба 200 мм, в том числе в верхней рассекающей части 65 мм; ширина 100 мм; длина короба 1500 мм; шаг коробов: по горизонтали 200 мм, по вертикали 300 мм. Причем короба каждого последующего по высоте ряда

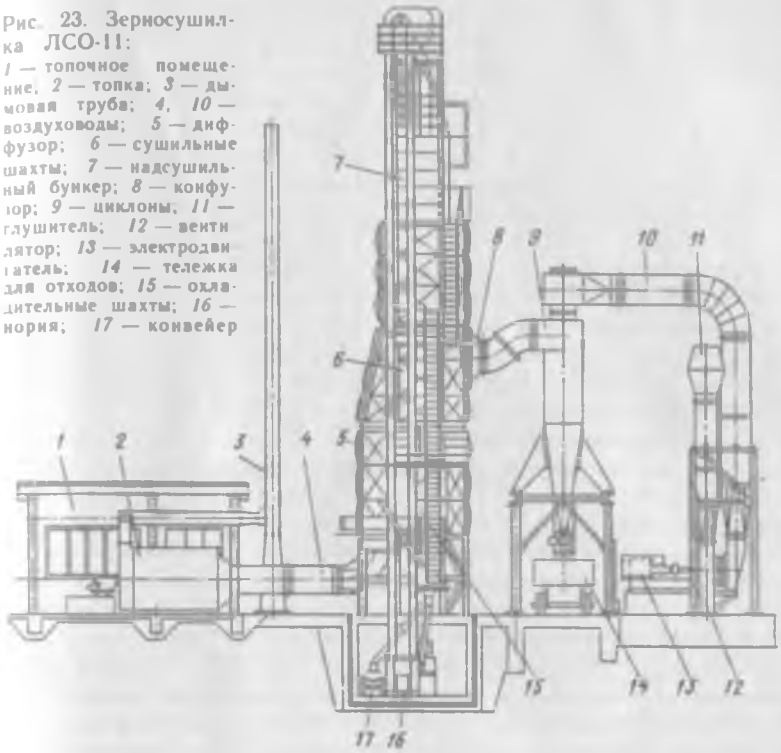


Рис. 23. Зерносушилка ЛСО-11:
1 — топочное помещение, *2* — топка; *3* — дымовая труба; *4*, *10* — воздуховоды; *5* — диффузор; *6* — сушильные шахты; *7* — надсушильный бункер; *8* — конфузор; *9* — циклоны; *11* — глушитель; *12* — вентилятор; *13* — электродвигатель; *14* — тележка для отходов; *15* — охладительные шахты; *16* — нория; *17* — конвейер

смещены относительно предыдущего на 100 мм. В каждой шахте установлено 414 коробов и 36 полукоробов.

Для предотвращения попадания агента сушки и воздуха в зону отлежки отверстия подводящих коробов последнего ряда заглушены. Сушилка снабжена выпускным механизмом роторного типа.

Сушилка работает (рис. 24) по принципу всасывания на чистом подогретом воздухе. Воздух нагревается в теплогенераторе, а каждая шахта обслуживается своим теплогенератором и своим вентилятором.

Часть атмосферного воздуха проходит последовательно (в результате разрежения, создаваемого вентилятором) теплогенератор (где нагревается в теплообменнике), каналы для подвода агента сушки в первую и вторую зоны сушки, слои зерна между подводящими и отводящими коробами, канал для отработавшего агента сушки, два параллельно расположенных циклона и выбрасывается вентилятором наружу. Другая часть атмосферного воздуха также проходит последовательно канал для

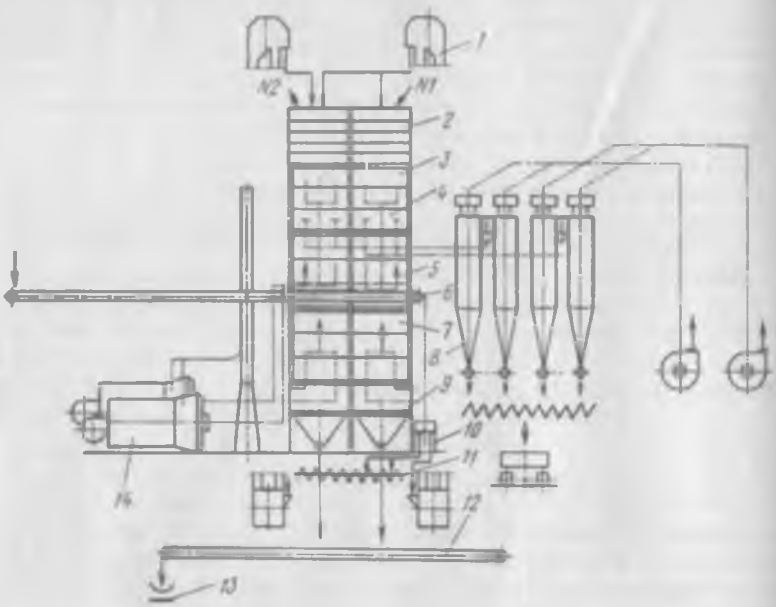


Рис. 24. Технологическая схема зерносушилки ЛСО-11:
1 — нория; *2* — надсушильный бункер; *3* — первая сушильная зона; *4* — нейтральная зона; *5* — вторая сушильная зона; *6* — конвейер сырого зерна; *7* — зона охлаждения; *8* — циклоны; *9* — выпускное устройство; *10* — распределительный шкаф; *11* — шнек; *12* — конвейер сухого зерна; *13* — подсилосный конвейер; *14* — топка

подвода воздуха в охладительную зону, слои зерна между подводящими и отводящими коробами, канал для отработавшего воздуха и смешивается с отработавшим агентом сушки, затем выбрасывается в атмосферу. Вентиляторы сушилки — центробежные РВЕ-2000 с установленной мощностью 110 кВт (каждый).

Работает сушилка следующим образом. Зерно после предварительной очистки поступает в распределительный бункер, где делится на две части и нориями подается в надсушильные бункера. При этом из надсушильного бункера, в который поступает большая часть сырого зерна, излишки сливаются в оперативный бункер, чем достигается постоянство уровня в надсушильных бункерах. Уровень зерна в бункере поддерживается с помощью датчиков.

При необходимости (в случае поступления на сушку зерна влажностью выше 19 %) схема сушилки позволяет осуществить переход с параллельного режима работы шахт на последовательный. При этом зерно последовательно проходит вначале первую шахту, а затем — вторую.

При последовательной работе зерносушилки зерно также поступает в распределительный бункер, откуда в одну из норий. Она подает его в надсушильный бункер первой сушилки. После сушки зерна в первой сушилке зерно после выпускного механизма второй норией подается во вторую сушилку, где зерно досушивается и охлаждается, после чего направляется в склад или элеватор.

Теплогенератор сушилок чешского производства может работать как на жидком (дизельное, тракторный керосин, мазут), так и на газообразном топливе.

Зерносушилка М-819 (рис. 25). Сушилка производства ПНР открытого типа, в металлическом исполнении. Она состоит из топки с дымовой трубой, загрузочного скребкового конвейера, нории, двух параллельно расположенных на станине шахт с напорно-распределительной камерой между ними и общим надсушильным бункером, диффузором и конфузором, выпускного устройства с общим для обеих шахт подсушильным бункером и устройства для очистки отработавшего агента сушки и воздуха. Над надсушильным бункером установлен скребковый конвейер (рис. 26), который размещен в специальном желобе с ситовым дном. Ситовая поверхность обеспечивает возможность предотвращения попадания в шахты крупных примесей (размером свыше 30 × 30 × 30 мм), которые выводятся из конвейера скребками через специальное отверстие. Для предотвращения перегрузки и завала нории в бункере установлен сигнализатор уровня. Он расположен ниже разравнивающего устройства и позволяет поддерживать постоянный уровень зерна в надсушильном бункере. Принцип действия сигнализатора — нажимной от давления зерна.

Каждая из шахт состоит по высоте из зон: сушильной, промежуточной и охладительной. Причем сушильная зона включает пять одинаковых по высоте секций с подводящими и отводящими коробами, а охладительная зона — две аналогичные по конструкции секции. Промежуточная зона (не продуваемая ни воздухом, ни агентом сушки) оснащена датчиками для контроля температуры нагрева зерна и задвижкой с ручным приводом.

Выгрузка зерна и регулирование производительности осуществляется выпускным устройством, расположенным под каждой шахтой самостоятельно.

Для очистки отработавшего агента сушки и воздуха зерносушилка снабжена пылеотделительными устройствами (рис. 27). Очистка производится в инерционниках и мультициклонах. Инерционники расположены с двух сторон от шахт. Из мультициклонов пыль попадает в бункер, а из него в мешок, который закреплен держателем. Техническая характеристика зерносушилки М-819 дана в приложении 4.

Технологическая схема зерносушилок М-819 представлена

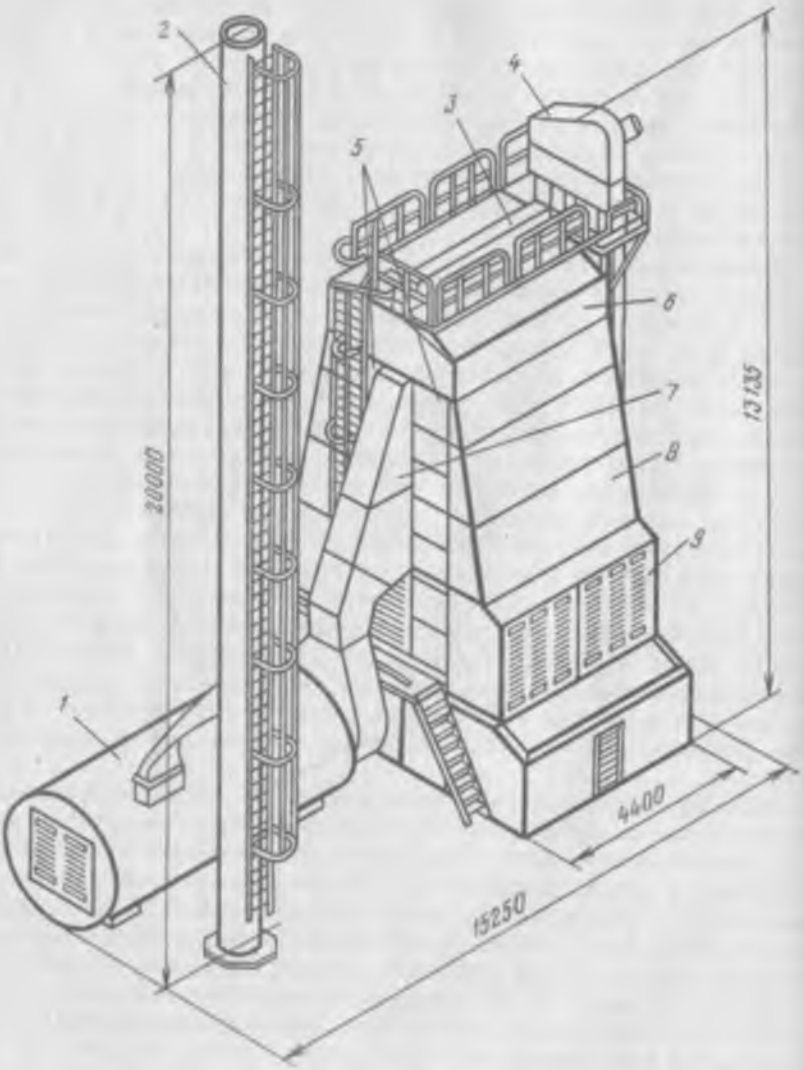


Рис. 25. Зерносушилка М-819:
1 — теплогенератор; *2* — труба; *3* — конвейер; *4* — нория; *5* — сушильные шахты; *6* — надсушильный бункер; *7* — диффузор; *8* — конфузор; *9* — очистительное устройство

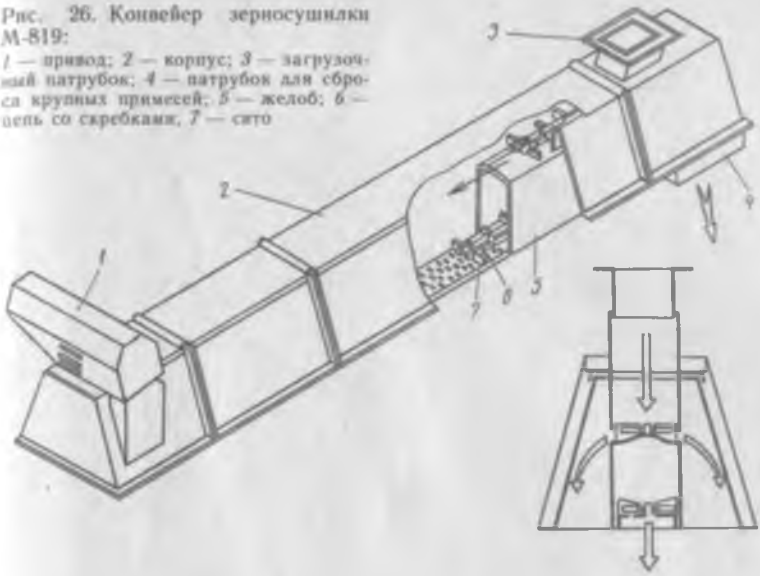


Рис. 26. Конвейер зерносушилки М-819:
1 — привод; *2* — корпус; *3* — загрузочный патрубок; *4* — патрубок для сброса крупных примесей; *5* — желоб; *6* — цепь со скребками; *7* — сито

на рисунке 28. Работа сушилки осуществляется следующим образом: предварительно очищенное зерно норией подается в надсушильный бункер. Из надсушильного бункера зерно поступает в сушильные шахты. Из сушильных шахт зерно направляют в охладительные шахты. В сушильных и охладительных шахтах зерно соответственно сушится и охлаждается. Затем оно поступает в подсушильный бункер, откуда зерно транспортируется в склад; если оно не досушено, возвращается на повторную сушку.

Агент сушки засасывается вентиляторами из топки через напорно-распределительную камеру и сушильные шахты (наполненные зерном), конфузоры и подается в инерционный пылеотделитель с мультициклонами, откуда отработавший очищенный агент сушки выбрасывается в атмосферу.

Для отсоса из сушилки агента сушки (из сушильных шахт) и наружного воздуха (из охладительных шахт) используют одни и те же вентиляторы. Конструкция конфузора вентилятора позволяет регулировать расход агента сушки и наружного воздуха в сушильных и охладительных шахтах. Вентиляторы, пылеотделители, конвейеры — все расположено внутри корпуса сушилки. Норию для подачи сырого зерна устанавливают рядом с сушилкой.

Воздух нагревается в теплогенераторе, работающем на жидком топливе. Сушилка оснащена четырьмя вентиляторами

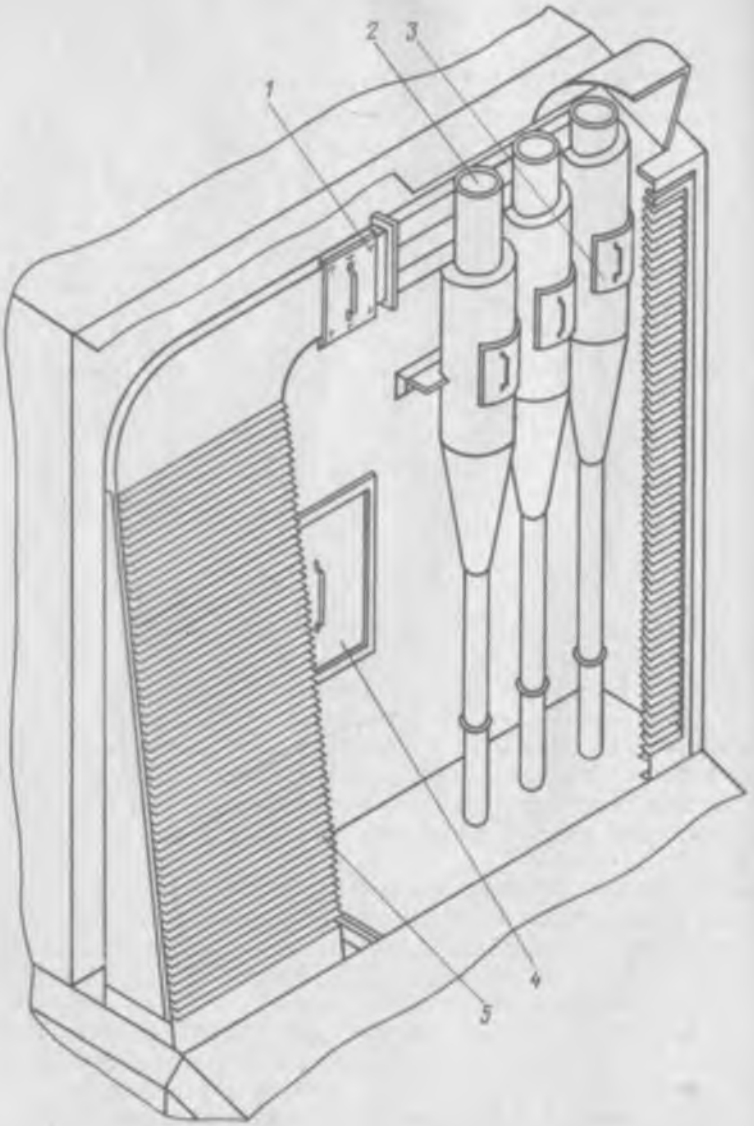


Рис. 27. Пылеотделительные устройства зерносушилки М-819: *1* — крышка для очистки инерционного фильтра; *2* — мультициклоны; *3* — люки очистки мультициклонов; *4* — крышка; *5* — инерционный фильтр (осадитель)

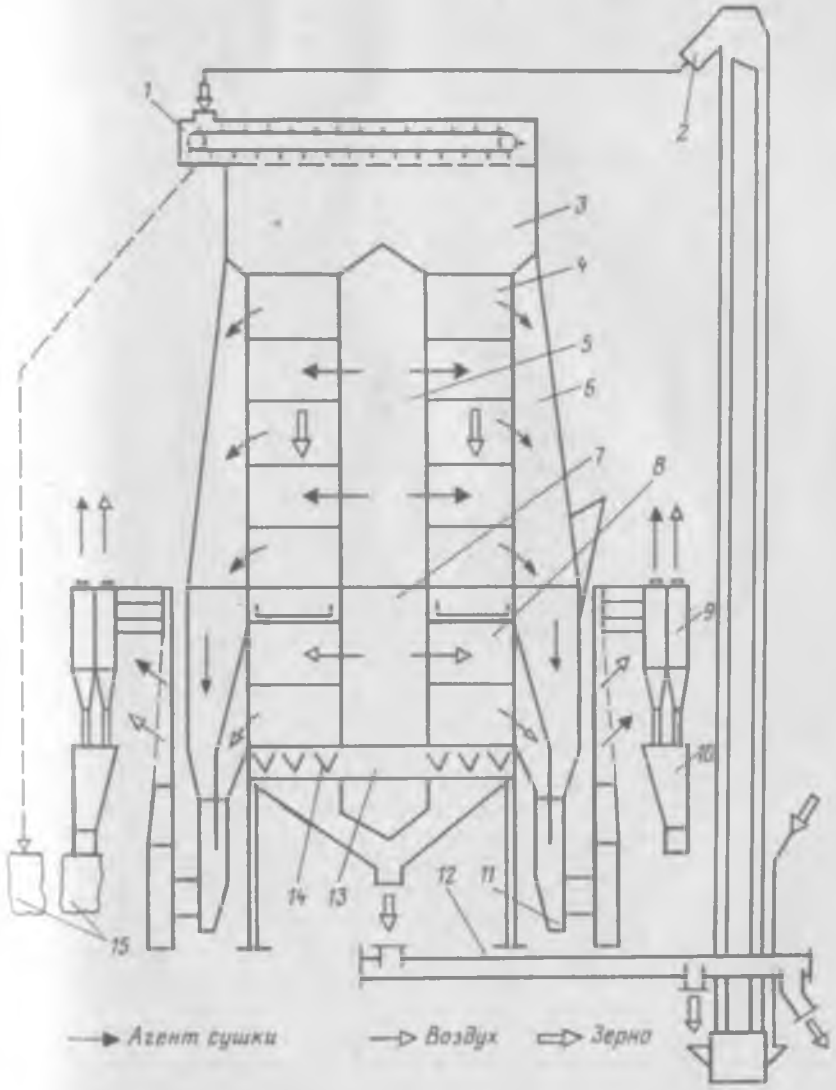


Рис. 28. Технологическая схема зерносушилки М-819:
1 — надсушильный конвейер; *2* — нория; *3* — надсушильный бункер; *4* — сушильные шахты; *5, 7* — напорно-распределительные камеры; *6* — диффузор; *8* — охладительные шахты; *9* — мультициклоны; *10* — сборник пыли; *11* — вентиляторы; *12* — конвейер просушенного зерна; *13* — подсушильный бункер; *14* — выпускные механизмы; *15* — мешки с пылью

производительностью 24 000 м³/ч каждый, давлением 2250 Па, частотой вращения рабочего колеса 1460 об/мин, мощностью электродвигателя привода 18,5 кВт. Техническая характеристика зерносушилки М-819 дана в приложении 4.

§ 5. ПЕРЕДВИЖНЫЕ ЗЕРНОСУШИЛКИ

Зерносушилка К4-УСА. Зерносушилка непрерывного действия шахтного типа предназначена для сушки сравнительно небольших партий зерна, размещенного в зерноскладах и на асфальтовых площадках. Сушилка рассчитана на сушку сырого и влажного зерна пшеницы, ржи, овса, ячменя, риса, кукурузы и подсолнечника, кроме семенного зерна указанных культур, рапса и мелкозернистых культур. Передвижная зерносушилка К4-УСА служит мобильным резервом сушильной мощности, которая легко перевозится как внутри области, так и внутри республики.

Зерносушилка включает топочную и сушильную части и смонтирована на шасси автомобильного прицепа МАЗ-8925. Топочная часть состоит из топки, форсунки, вентиляторов сушильных и охладительных зон, топливной системы, электророзжига и другого оборудования. Сушильная часть включает две параллельно расположенные шахты с напорно-распределительными камерами между ними, две нории, два выпускных механизма непрерывного действия, три шнека, два бункера сырого зерна. Шахты имеют размеры в плане 3360 × 1000 мм и высоту 1500 мм. Ширина напорно-распределительной камеры 400 мм.

В каждой шахте — две сушильные и одна охладительная зона. В первой сушильной зоне — два ряда коробов. В напорно-распределительной камере установлен клапан, позволяющий изменить число рядов коробов во второй сушильной и охладительной зонах от двух до одного ряда. Сушка зерна может быть организована на открытом воздухе при температурах от — 20 до + 40°С. Для сушки используют смесь топочных газов с наружным воздухом. Вместе с передвижной сушилкой поставляют топливный бак и вентилятор высокого давления ВВД-5, предназначенный для нагнетания воздуха в форсунку.

В зерносушилке для более интенсивного продувания зернового слоя применены короба-жалюзи. В каждом ряду размещено по 19 коробов и два полукороба, а в чередующемся ряду по 20 коробов. Подводящие и отводящие короба чередуются через один в каждом ряду. Форма, размеры и взаимное расположение коробов показаны на рисунках 4, *д* и 5, *в*.

Агент сушки подают в сушильные зоны вентилятором Ц9-57 № 6, а в охладительную зону — Ц9-57 № 5. Вентиляторы сушильных шахт расположены в передней части прицепа, а два вентилятора охладительных шахт установлены под рамой при-

цепа. Для предотвращения попадания в шахту атмосферных осадков выходные отверстия коробов защищены дверцами с жалюзи.

Наличие двух загрузочных Г-образных ковшовых конвейеров и трех разгрузочных шнеков позволяет сушить зерно как параллельно в двух шахтах, так и последовательно в одной, а затем в другой шахте. Сырое зерно загружается в приемный бункер, расположенный с задней торцевой стороны шахт. Из бункера его ковшовыми конвейерами подают в шахты. Излишек зерна через сливные самотечные трубы ссыпается в приемный бункер.

Зерносушилка К4-УСА имеет выпускной механизм непрерывного действия, который состоит из неподвижной лотковой рамы и расположенной под ней подвижной каретки. Подвижная каретка приводится в возвратно-поступательное движение от эксцентрикового механизма. Рама с лотками располагается между подвижной и неподвижной кареткой. Рама разделена на четыре части, каждую из которых устанавливают на определенной высоте от полок подвижной каретки, это позволяет регулировать производительность высыпаемого зерна на разных участках шахты. После выпускного механизма зерно поступает в подсушильные бункера, откуда продольными, а затем поперечными шнеками подается на передвижной конвейер и далее в склад сухого зерна.

Чтобы в сушилку не попадали посторонние предметы, приемные отверстия бункера закрыты сетками, которые необходимо периодически очищать. На передней стенке бункера сделаны смотровые окна для наблюдения за наполнением его зерном.

Для подачи топлива в форсунку устанавливают шестеренчатый насос, создающий давление $(1{,}5...1{,}7)\,10^5$ Па. Воздух для обеспечения процесса горения топлива подается вентилятором ВВД № 5.

Электрооборудование зерносушилки включает электророзжиг и аппаратуру управления и контроля. Электророзжиг состоит из заключенных в кожух двух электродов ∅ 6 мм, выполненных из окалиностойкой проволоки и проходящих через фарфоровые изоляторы. На электроды подается напряжение 10 000 В от высоковольтного трансформатора.

Аппаратура управления и контроля зерносушилки установлена в двух шкафах. Электропитание осуществляется кабелем КРПТ от сети переменного тока напряжением 380 В. Кабель подключается к распределительному ящику. Для подачи питания служит установленный в ящике пакетный выключатель. Пуск и остановка электродвигателей производятся кнопками управления и магнитными пускателями.

Для защиты электродвигателей от перегрузки и короткого замыкания установлены автоматические выключатели с тепловыми и электромагнитными расцепителями. При срыве факела или

отключении одного из электродвигателей вентиляторов автоматически отключаются все электродвигатели зерносушилки. Пуск их возможен только после включения электродвигателей вентиляторов первой и второй сушильных зон, а также после подключения электророзжига. Топливной бак устанавливают на расстоянии не менее 15 м от зерносушилки.

Зерносушилка К4-УС2-А. Это модернизированная сушилка К4-УСА. Для сушки используют смесь топочных газов с наружным воздухом. Зерносушилка (рис. 29) состоит из сушильных шахт, транспортного оборудования и топки, смонтированных на шасси автомобильного прицепа МАЗ-8925.

Сушильная часть машины состоит из двух шахт с воздухораспределительным устройством, двух ковшовых Г-образных конвейеров, двух выпускных механизмов, трех шнеков, бункера сырого зерна и ветиляторов с заслонками охладительной зоны.

Шахты представляют собой емкости прямоугольного сечения, приваренные к раме машины. На боковых стенках шахт выштампованы окна, смещенные на полшага друг относительно друга. Внутри шахт по контуру окон приварены заплечики. Соосно им приварены заплечики и к противоположным «глухим» участкам боковых стенок. На заплечики установлены и закреплены клиновые короба (рис. 30), а у торцевых стенок — полукороба, имеющие жалюзи на боковых стенках.

В нижней части шахт расположены рассекатели потока зерна, образующие прямоугольные выпускные отверстия. Для предотвращения выдувания рапса рассекатели снабжены коническими насадками, которые опускаются в крайнее нижнее положение при его сушке.

В каждой шахте по высоте имеется шесть рядов коробов, распределенных по двум сушильным и одной охладительной зонам по два ряда в каждой зоне. Между шахтами установлены горизонтальные перегородки, образующие три напорно-распределительные камеры, в которые соответственно подается агент сушки от вентиляторов сушильных зон и наружный воздух от вентиляторов охладительной зоны. При сушке зерна рапса один из вентиляторов охладительной зоны выключается и отсекается заслонкой.

Агент сушки и холодный воздух из напорно-распределительных камер через окна на внутренних стенках шахт подаются в подводящие мелкожалюзийные короба и далее, пронизывая слой зерна, поступают в смежные отводящие мелкожалюзийные короба и через окна на наружных стенках шахт отводятся в атмосферу. На наружных стенках шахт крепят два ряда щитов, предназначенных для отвода отработавшего агента сушки в сторону, чтобы предотвратить забор его всасывающими патрубками вентиляторов охладительной зоны. Щиты фиксируют с помощью

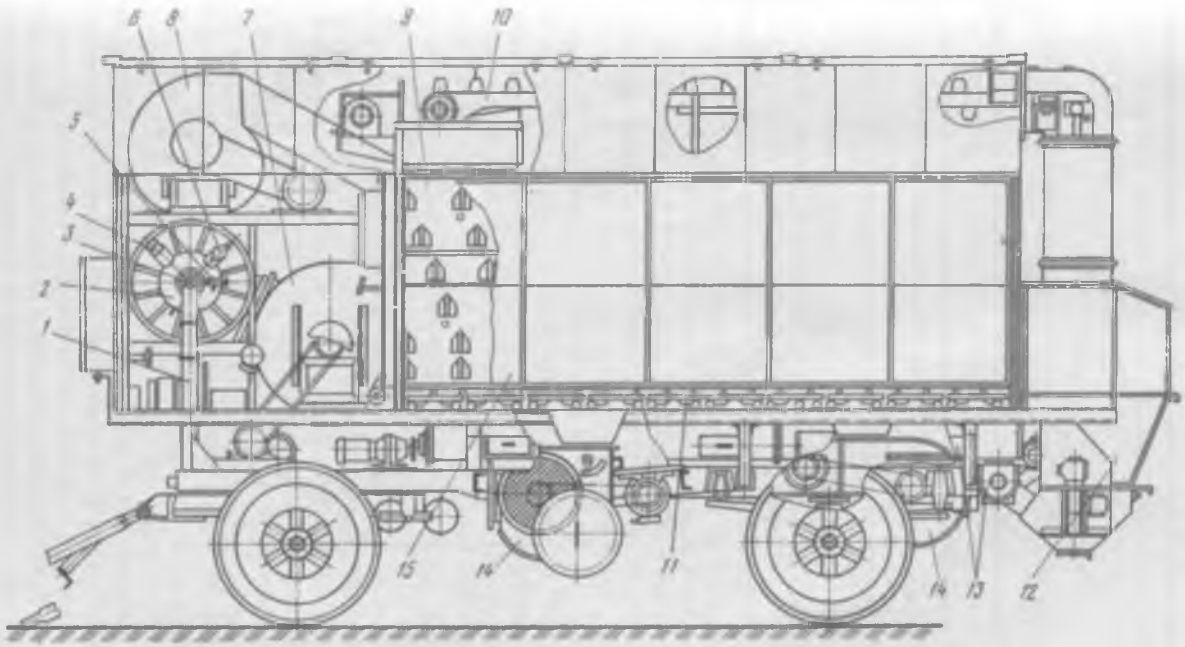


Рис. 29. Зерносушилка К4-УС2-А:

1 — вентилятор ВВД № 5; *2* — топка; *3* — форсунка; *4* — электророзжиг; *5* — топливопровод; *6* — прибор контроля пламени; *7* — вентилятор второй сушильной зоны; *8* — вентилятор первой сушильной зоны; *9* — шахта сушильная и охладительная; *10* — ковшовый конвейер; *11* — выпускной механизм; *12* — бункер; *13* — шнеки; *14* — вентиляторы охладительной шахты; *15* — крылья

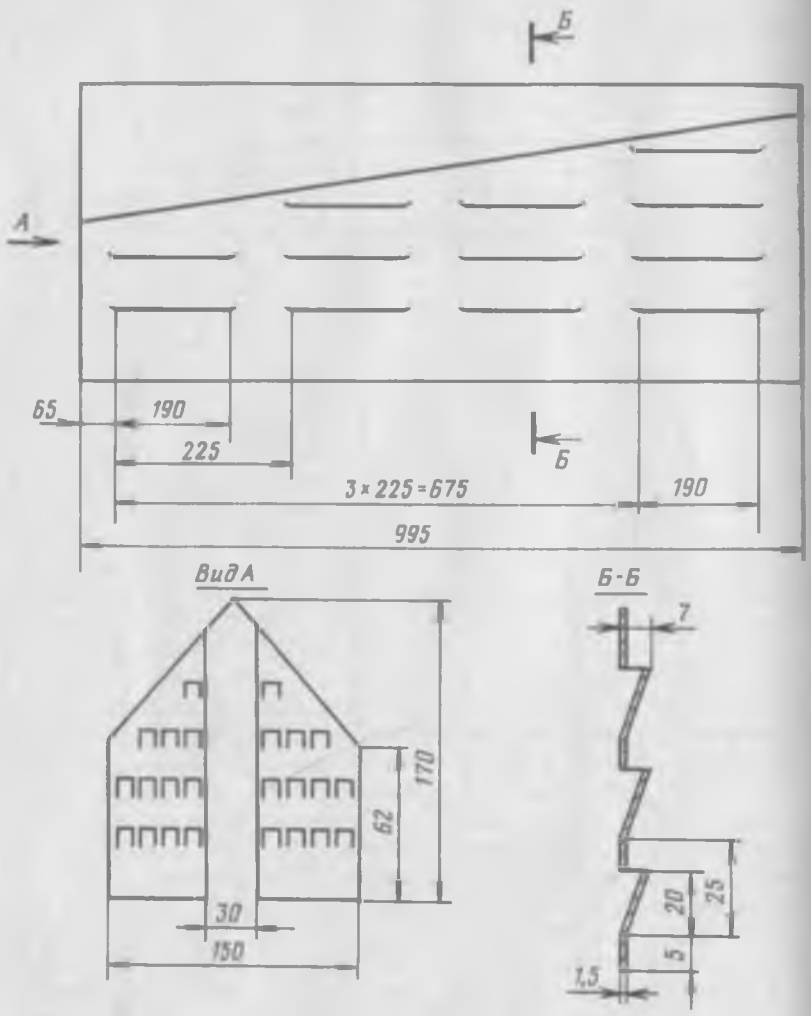


Рис. 30. Короб зерносушилки К4-УС2-А

съемных крючков за фигурные пазы в уголках, приваренных к стенкам шахт. При транспортировании зерносушилки щиты крепят к шахтам при помощи специальных замков.

Ковшовые конвейеры (нории), проходящие через приемный бункер, служат для заполнения шахт зерном. Каждая нория состоит из замкнутой прорезиненной ленты с закрепленными на ней норийными ковшами, имеет Г-образную форму и выполняет

функции подъема и равномерного заполнения шахт зерном. Нижняя горизонтальная ветвь ленты перегибается на консольных роликах, поддерживающих ленту по краям и установленных на приводе и в головке нории. Привод каждой нории индивидуальный, от мотор-редуктора. Регулируют натяжение ленты при помощи консольных роликов головок норий и винтов на поворотном и натяжном барабанах.

Выпускной механизм обеспечивает регулируемый выпуск просушенного зерна из шахт. Он состоит из насадок подвижных кареток и привода кареток. Насадки установлены под выпускными отверстиями шахт и включают рамки с лотками и осями. С торцов к оси приварены эксцентриковые шайбы, проворачивая которые, устанавливают нижнюю плоскость насадок на определенной высоте по отношению к полкам подвижной каретки.

Подвижная (выпускная) каретка перемещается на роликах по ланжеронам рамы, совершая возвратно-поступательное движение, которое передается регулируемой по длине тягой от эксцентрикового механизма. Последний приводится во вращение цепной передачей от мотор-редуктора. Скорость выпуска зерна зависит от величины хода каретки и может регулироваться изменением эксцентриситета специальным винтом на корпусе эксцентрика. Рекомендуемая величина хода каретки 10...15 мм.

Шнеки — два продольных и один поперечный — состоят из корыта, вала с перьями и приводного устройства. Продольные шнеки установлены под выпускными каретками и транспортируют зерно в поперечный шнек. В корытах продольных шнеков имеются окна для очистки шнеков и смазки шарикоподшипников промежуточных опор, а также окна над задними колесами прицепа, предотвращающие задевание колес за корыто при транспортировании зерносушилки. Валы продольных шнеков имеют промежуточные опоры с шарнирными муфтами, компенсирующими возможные перекосы. Валы шнеков выполнены из трубы с приваренными к ее концам стальными цапфами. Крайние и промежуточные опоры валов выполнены на шарикоподшипниках. Привод всех шнеков индивидуальный и осуществляется цепной передачей от мотор-редукторов для продольных шнеков и от электродвигателя для поперечного шнека.

Бункер служит для приемки сырого зерна. Сюда через самотечные трубы ковшами нижней ветви нории ссыпаются излишки зерна из шахт. Чтобы в нее не попадали комья земли, камни и прочие посторонние предметы, приемные отверстия бункера закрыты сетками, которые следует периодически очищать от сора. Сквозь бункер проходят две норийные трубы, в нижних боковых стенках которых имеются окна для очистки натяжных барабанов при налипании на них зерна. На передней стенке бункера сделаны смотровые окна для наблюдения за наполнением его зерном.

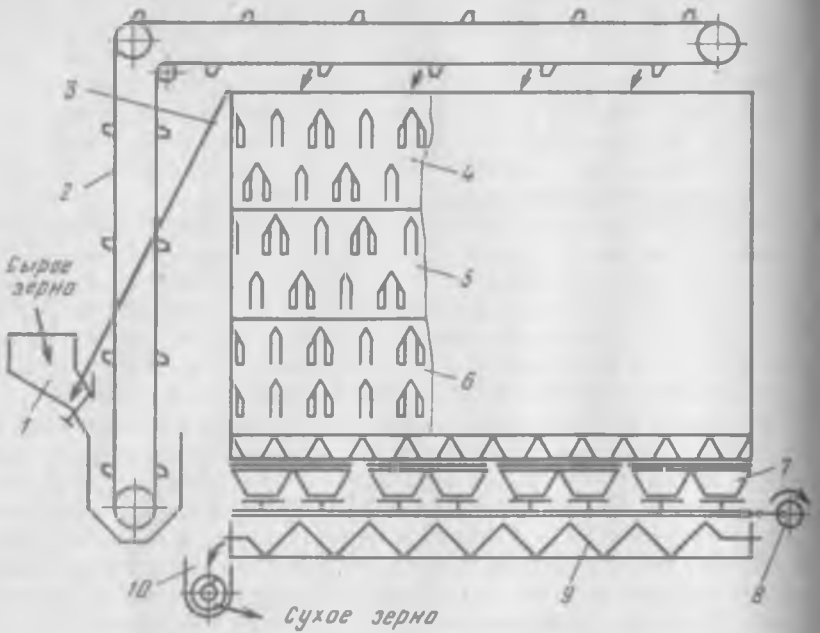


Рис. 31. Технологическая схема зерносушилки К4-УС2-А:
1 — приемный бункер; *2* — Г-образный конвейер; *3* — слив; *4, 5* — сушильные шахты; *6* — охладительная шахта; *7* — выпускной механизм; *8* — привод; *9, 10* — шнеки

Крышки приемных отверстий имеют боковые отражатели для предотвращения россыпи зерна. Между бункером и башмаками норий установлены реечные заслонки, служащие для регулирования подачи зерна в шахты. Вентиляторы охладительной зоны закреплены под шахтами на раме прицепа. Всасывающее отверстие вентилятора ограждено сеткой и имеет регулируемую заслонку.

Вентиляторы сушильных зон снабжены воздуховодами с устройством для подсоса холодного воздуха, что позволяет установить необходимый температурный режим в зонах в зависимости от просушиваемой культуры. Электродвигатели вентиляторов снабжены съемным комплектом шкивов, устанавливаемых в зависимости от сушки рапса или других зерновых культур. При сушке зерна рапса применяют шкивы меньшего диаметра (125 мм) вместо шкивов ∅ 155 мм.

Каждый воздуховод выполнен в виде тройника, у которого один патрубок соединяется с патрубком на кожухе топки, второй — со всасывающим патрубком вентилятора, а на третьем имеется поворотная заслонка, устанавливаемая в необходимое

положение относительно секторных щелей неподвижной крышки. Изменение положения поворотных заслонок осуществляется маховичками (через систему тяг), установленными на раме топки. Заслонки фиксируются в заданном положении при помощи гаек.

Температуру агента сушки, подаваемого в шахты, регулируют заслонками, установленными на нагнетательных патрубках вентиляторов. Положение ручки, приваренной к оси заслонки и зафиксированной в секторе, указывает положение самой заслонки в патрубке. К стенке нагнетательного патрубка каждой зоны сушки приварена специальная втулка для крепления в ней термобаллона электроконтактного термометра.

Работа автоматики и устройство топливной системы аналогичны зерносушилке К4-УСА. Технологическая схема работы зерносушилки К4-УС2-А приведена на рисунке 31. Техническая характеристика зерносушилки К4-УС2-А дана в приложении 4.

§ 6. ПАРОВЫЕ ЗЕРНОСУШИЛКИ

Шахтная сушилка ВС-10-49. Вертикальная паровая сушилка ВС-10-49 предназначена для сушки и поджаривания крупяных культур и готовой крупы. Сушилка — непрерывного действия с паротрубной системой подогрева — представляет собой сборную конструкцию шахтного типа с прямоугольным поперечным сечением и состоит из комплекта тепловых секций; основания с выпускным устройством и шнеком для вывода продукта; загрузочного короба и съемных металлических щитов, выполняющих роль ограждения и кожуха. В комплект могут входить 8; 10; 12 или 14 тепловых секций.

Тепловые секции выполнены из двух поперечных чугунных боковин, в которых установлено по девять труб ∅ 2″ и 1″. Одна из боковин имеет два канала: один — для подачи свежего пара, другой — для вывода отработавшего пара. Трубы установлены попарно, одна в другой, в шахматном порядке. Трубы ∅ 1″ одним концом соединены с каналом подачи свежего пара, другие их концы открыты. Трубы ∅ 2″ одним концом соединены с каналом отвода пара, другие их концы заглушены. Для предотвращения пригорания зерна к каждой наружной трубе сверху приварен отражательный козырек из листовой стали, согнутый в виде уголка, который обращен вершиной навстречу движению зерна. Канал подачи свежего пара верхней секции соединяется с паровой магистралью, а канал отвода пара нижней секции — с конденсатоотводящей магистралью. Секции попарно соединены между собой рамами и по бокам имеют ограждение в виде жалюзи для предотвращения сора зерна и обеспечения свободного доступа воздуха в сушилку.

Основание сушилки состоит из двух поперечных чугунных боковин, скрепленных между собой продольными связями и сборным корытом, внутри которого установлен шнек для вывода продукта. Над шнеком расположено выпускное устройство, состоящее из продольного лотка, регулирующей задвижки с рычагом и валика с лопастями.

Снаружи тепловые секции закрыты металлическими съемными щитами, которые снабжены люками с задвижками для засасывания в сушилку воздуха; в загрузочном коробе с противоположной стороны имеются отверстия для присоединения к вентилятору.

Работа сушилки осуществляется следующим образом. Продукт через загрузочный короб поступает в тепловые секции и под действием собственной массы медленно движется вниз, омывая горячие трубы и нагреваясь. В процессе движения по тепловым секциям слой продукта пронизывается в поперечном направлении воздушным потоком, который уносит выделяющуюся влагу. Высушенный продукт поступает на лоток выпускного устройства и лопастями валика сбрасывается в шнек, который выводит его из сушилки. Продолжительность пребывания продукта в сушилке регулируется задвижкой.

Для пуска сушилки нужно загрузить ее полностью продуктом, подать пар и пустить вентилятор и выпускной механизм. Продукт, поступивший в сушилку в начале ее загрузки, выходит недостаточно просушенным, поэтому его необходимо вторично пропустить через сушилку. Давление пара, а следовательно, и его температуру регулируют редукционным вентилем, установленным непосредственно перед впуском пара в сушилку. Техническая характеристика сушилки представлена в таблице 1.

1. Техническая характеристика сушилки ВС-10-49

Показатели	8	10	12	14
Площадь нагрева, $м^2$	36	45	54	63
Производительность, т/ч на:				
овсе и гречихе	0,5...0,65	0,6...0,8	0,7...0,95	0,85...1,1
горохе	1...1,3	1,3...1,6	1,4...1,9	1,7...2,2
Расход пара, кг/ч	180	225	270	300
Расход воздуха, $м^3$/мин	60	70	85	100
Потребляемая мощность, кВт	0,5	0,5	0,7	0,7
Габариты, мм:				
длина	3343	3343	3343	3343
ширина	760	760	760	760
высота	5620	6820	8020	9220
Масса, кг	5000	6000	7000	8000

Примечания: 1. Давление пара $4 \cdot 10^5$ Па. 2. Частота вращения, об/мин: приводного шкива 100, шнека 72, валика выпускного механизма 18.

Шахтная сушилка А1-БС2-П. Сушилка паровая А1-БС2-П предназначена для сушки зерна крупяных культур, прошедшего гидротермическую обработку. Она состоит из зерноприемника, десяти нагревательных секций и одной разгрузочной с приводом.

Разгрузочная секция служит основанием, на котором монтируют все нагревательные секции. Сушилку устанавливают на раме-основании. На раме имеются две чугунные опоры — это основание для всех нагревательных секций. Чугунные опоры соединены между собой стяжками, на которых укреплены бункера разгрузочной секции. На этой же раме монтируют цепной конвейер, состоящий из двух цепей, соединенных между собой скребками с шагом 76 мм. Конвейер приводится в движение с помощью электродвигателей через редуктор.

Под бункерами находится решетка, образованная пластинами, укрепленными на раме, на которую попадает зерно из бункеров. Между выпускными кромками бункеров и верхней кромкой скребков должен быть зазор 2 мм. Это достигается с помощью пластин, закрепленных на бункерах. Скорость движения конвейера регулируется с помощью клиноременного вариатора. Изменение скорости конвейера влечет за собой изменение производительности сушилки. Верхние и нижние ветви цепей конвейера движутся по направляющим. Дном скребкового конвейера являются три сварных поддона, которые могут выдвигаться с торца сушилки.

Нагревательная секция состоит из коллектора, укрепленного на двух чугунных опорах. Коллектор представляет собой сварную коробку, образующую паровую и конденсационную камеры, в которые вварены горизонтально расположенные в шахматном порядке цилиндрические и овальные нагревательные трубы. Цилиндрические бесшовные трубы связаны с паровой камерой, овальные — с конденсационной. В каждой нагревательной секции имеются с одной стороны дверки с жалюзи для подсоса воздуха, а с другой — воздухоотборник для отсоса увлажненного воздуха. Все секции со всех сторон закрыты дверками. Дверки предназначены для осмотра, очистки и ремонта деталей, находящихся внутри сушилки.

С обеих сторон внутри нагревательных секций расположены наклонные плоскости-скаты, которые предотвращают высыпание зерна из сушилки и одновременно образуют каналы для циркуляции воздуха. Коллекторы нагревательных секций связаны между собой патрубками-калачами, подающими пар и конденсат из верхних секций в нижние. Давление пара в трубах и его температуру регулируют при помощи редукционного клапана с манометром. Его устанавливают непосредственно перед впуском пара в сушилку. Отводящий канал соединен с конденсационным горшком.

Зерно проходит через два приемных патрубка в зерноприемник, в котором имеются распределительные плоскости, направляющие зерно по всей длине сушилки. Из приемника зерно поступает в нагревательные секции, где, пройдя между рядами овальных труб, нагреваемых сухим насыщенным паром, прогревается и испаряет влагу. Испарившаяся влага удаляется движущимся через сушилку воздухом, служащим также для выравнивания температуры нагрева отдельных слоев зерна. Из нагревательных секций зерно поступает в бункера нижней разгрузочной секции. Из бункеров зерно самотеком выходит на площадки, с которых оно снимается скребками цепного конвейера и им же, нижней ветвью, транспортируется к выходному отверстию.

Загрузка сушилки производится следующим образом: зерно пускают в сушилку при остановленном нижнем конвейере. Когда зерно дойдет до приемного бункера, пускают в сушилку пар и одновременно включают вентилятор и цепной конвейер, выводящий зерно из сушилки. После этого вариатором регулируется скорость выгрузки зерна, т. е. устанавливается необходимый режим сушки. Пуск и останов конвейера происходят в результате нажатия «Пуск» и «Стоп» на посте управления, установленном на чугунной опоре вблизи электродвигателя. В процессе работы необходимо наблюдать за показанием манометра, установленного на подводящем паропроводе, периодически проверять натяжение вариаторного ремня.

Техническая характеристика сушилки А1-БСП-П

Производительность (на зерне объемной массой 570 г/л при снижении влажности пропаренного овса на 7...9 %), т/ч	2,3...2,5
Агент сушки	Пар сухой, насыщенный
Расход пара, кг/ч	600
Давление пара, Па	350 000
Расход воздуха, $м^3/ч$	600
Скорость цепи конвейера, м/с	0,0288...0,0445
Электродвигатель привода конвейера:	
тип	АИР-100-S4
мощность, кВт	3
частота вращения ротора, об/мин	930
Редуктор:	
тип	Ч-80А
передаточное число	50
Габариты, мм:	
длина	3950
ширина	800
высота	8140
Масса, кг	6000

Вопросы для самоконтроля. 1. Какова принципиальная схема шахтной зерносушилки? 2. Какие схемы расположения коробов вы знаете? 3. Чем отличается подводящий короб от отводящего? 4. Схема движения зерна и агента сушки

в шахтных зерносушилках. 5. Каково устройство выпускного механизма периодического действия и как им регулируется производительность? 6. Основные достоинства и недостатки выпускных механизмов периодического и непрерывного действия. 7. Как предотвращается высыпание зерна при остановке выпускного механизма в крайнем левом или правом положении? 8. Конструкция бесприводного выпускного устройства, его достоинства и недостатки, как осуществляется регулирование производительности зерносушилки? 9. Конструкция аэрогравитационного выпускного механизма, его достоинства и недостатки. 10. Основные узлы зерносушилки ДСП-32-ОТ и сколько она имеет сушильных зон. 11. Принципиальная схема работы зерносушилки ДСП-32-ОТ. 12. Отличительная особенность зерносушилки СЗШ-16 от ДСП-32-ОТ. 13. Особенности работы и конструкции зерносушилки ЛСО-11. 14. Какова принципиальная технологическая схема работы зерносушилки М-819? 15. Каковы отличительные особенности зерносушилки К4-УС2-А от сушилки К4-УСА?

Глава III. ШАХТНЫЕ РЕЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ ЗЕРНОСУШИЛКИ

Шахтные рециркуляционные зерносушилки предназначены для сушки зерна как продовольственного, так и семенного назначения и отличаются от шахтных прямоточных зерносушилок способом подвода тепла (как правило, подвод тепла к зерну проводят в падающем состоянии в виде «дождя»), наличием рециркуляции зерна и конструкцией отдельных узлов зерносушилки.

Достоинства рециркуляционных зерносушилок состоит в следующем: возможность сушки зерна различной начальной влажности, в связи с этим отпадает необходимость формирования партий зерна по влажности; обеспечение конечной заданной влажности за один проход через зерносушилку (съем влаги за один проход достигает 12...14 %).

В рециркуляционных зерносушилках типа «Целинная» сушат пшеницу, рожь, ячмень и другие зерновые культуры. При сушке кукурузы и семян подсолнечника производительность зерносушилок снижается.

§ 1. ЗЕРНОСУШИЛКИ ТИПА РД

Зерносушилка РД-2×25-70 (рис. 32). Предназначена для сушки засоренного и с высокой влажностью зерна: пшеницы, ржи, овса, ячменя. Сушилка состоит из двух частей, что позволяет сушить одновременно две партии зерна. Зерносушилку устанавливают вне здания в привязке к силосному корпусу элеватора или в разрыве между рабочим зданием и силосным корпусом элеватора.

Зерносушилку РД-2×25-70 изготавливают в виде отдельных стальных секций. Каждая часть зерносушилки состоит из следующих основных узлов: камеры нагрева, вентилятора камеры нагрева, бункера над камерой нагрева, загрузочного устрой-

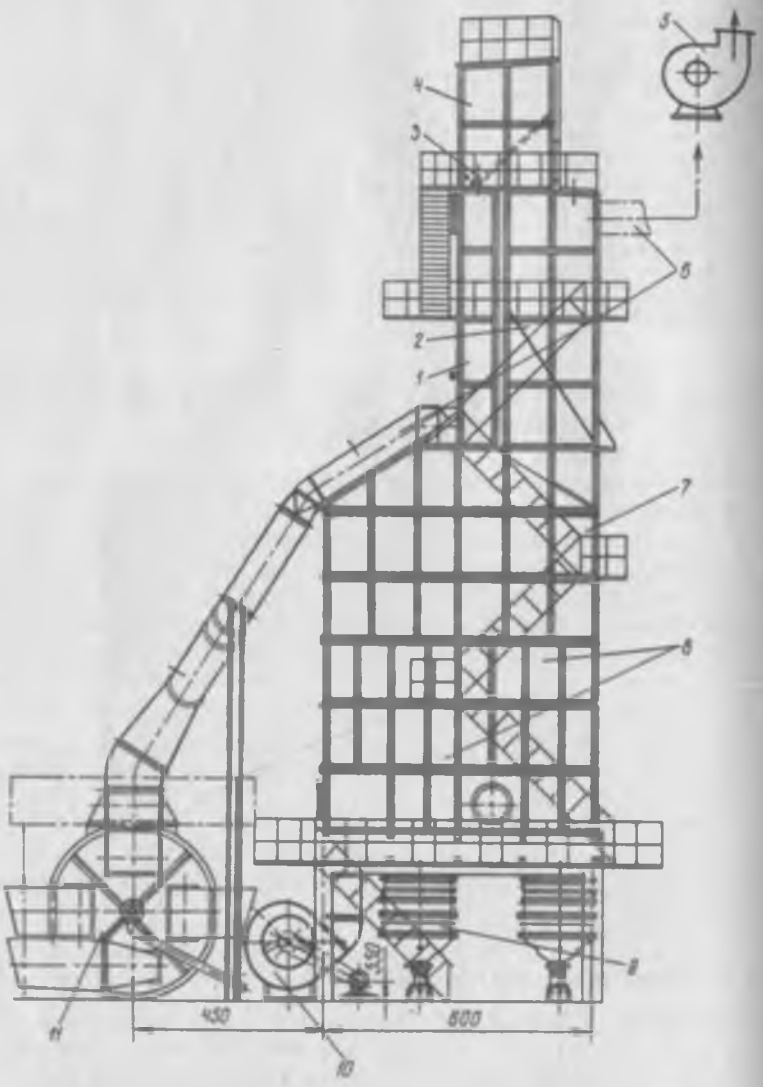


Рис. 32. Зерносушилка РД-2×25-70:
1 — камера нагрева; *2* — осадочная камера; *3* — загрузочное устройство; *4* — бункер; *5* — вентилятор камеры нагрева; *6* — воздуховоды; *7* — тепловлагообменник; *8* — шахты окончательного и промежуточного охлаждения; *9* — бесприводные выпускные устройства; *10* — вентиляторы; *11* — топка

ства, тепловлагообменника, шахт промежуточного и окончательного охлаждения, осадочной камеры с циклонами, бесприводных выпускных устройств, топки, диффузоров тепловентиляционной системы. Шахты охлаждения снабжены вентиляторами Ц4-70 № 12, а камера нагрева двумя вентиляторами Ц9-55 № 8. Зерносушилку обслуживают две нории (предназначенных для рециркуляции зерна) производительностью 175 т/ч каждая.

Бункера над камерой нагрева предназначены для накопления смеси зерна, подаваемого в него норией. Бункер сварной из листовой стали размером 3000×2000×2730 мм. Стенка одной секции над осадочной камерой имеет уклон 40°. Излишек зерна из бункера поступает в камеру нагрева через два переливных патрубка сечением 200×200 мм. В нижней части бункера установлено загрузочное устройство, которое служит для равномерной подачи зерна в камеру нагрева и образования зерновой подушки в бункере, что предотвращает подсос атмосферного воздуха в камеру нагрева.

Загрузочное устройство состоит из четырех воронок с выпускаемыми отверстиями размером 200×200 мм каждое (рис. 33) и двух горизонтально расположенных рам. В каждой раме находится шесть опорных роликов для горизонтального перемещения рамы по направляющим при помощи винтового механизма с приводом от электродвигателя. Для дистанционного управления задвижками загрузочного устройства установлен привод: редуктор РЧ-1, электродвигатель мощностью 0,6 кВт с частотой вращения ротора 910 об/мин.

Камера нагрева (рис. 34) предназначена для нагрева смеси рециркулирующего и сырого зерна агентом сушки. Она соединена с осадочной камерой и состоит по высоте из четырех секций. В качестве тормозящих элементов в камере нагрева установлено 19 рядов металлических труб ∅ 27 мм с вертикальным шагом 200 мм и горизонтальным 400 мм. В каждом ряду 6...7 стержней. Они расположены в шахматном порядке, что позволяет равномерно распределить зерно по камере нагрева. В последнее время в качестве тормозящих элементов применяют гирлянды из сво-

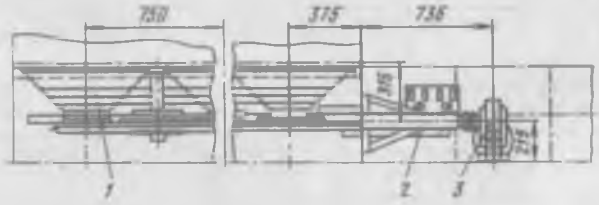


Рис. 33. Загрузочное устройство зерносушилки РД-2×25-70
1 — воронки; *2* — винтовой механизм задвижек; *3* — электродвигатель с редуктором

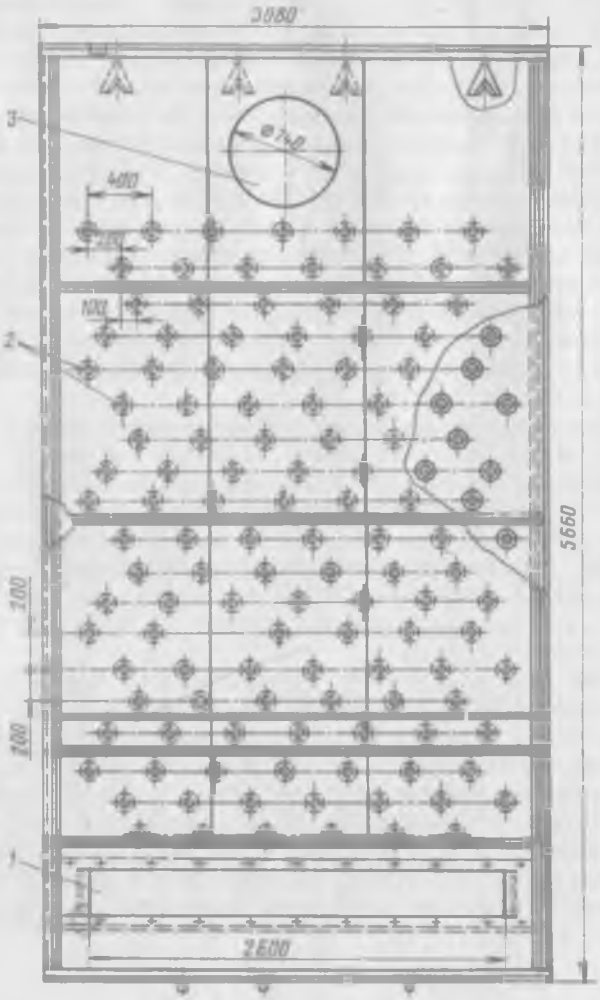


Рис. 34. Камера нагрева зерносушилки РД-2×25-70: *1* — диффузор; *2* — тормозящие элементы; *3* — вывод отработавшего агента сушки

бодно висящих конусов (рис. 35). Тормозящие элементы должны обеспечить пребывание зерна в камере нагрева не менее 2...3 с. Для уменьшения потерь теплоты в окружающую среду камера нагрева теплоизолирована стекловатой толщиной 50 мм, которая для предотвращения от механических повреждений обшита листовой сталью толщиной 1 мм.

Агент сушки в камеру нагрева подают через диффузор, расположенный в ее нижней части над тепловлагообменником. Отработавший агент сушки отводят из камеры нагрева через осадочную камеру. Температура агента сушки на входе в камеру нагрева составляет 250...350 °С, а на выходе — не более 80 °С.

Осадочная камера предназначена для отделения из отработавшего агента сушки легких примесей. Она состоит из четырех секций размером 3000 × 2000 × 5500 мм и представляет собой прямоугольный бункер, переходящий в усеченную пирамиду. Внутри осадочной камеры в верхней секции установлен отражательный щит и сделано отверстие для отвода отработавшего агента сушки. В верхней части камеры смонтированы люк для обслуживания и лестница.

Тепловлагообменник служит для выравнивания температуры и частичного перераспределения влаги между рециркулирующим и сырым зерном, поступающим на сушку, а также для выравнивания влаги и температуры в зерновке. Он состоит по высоте из

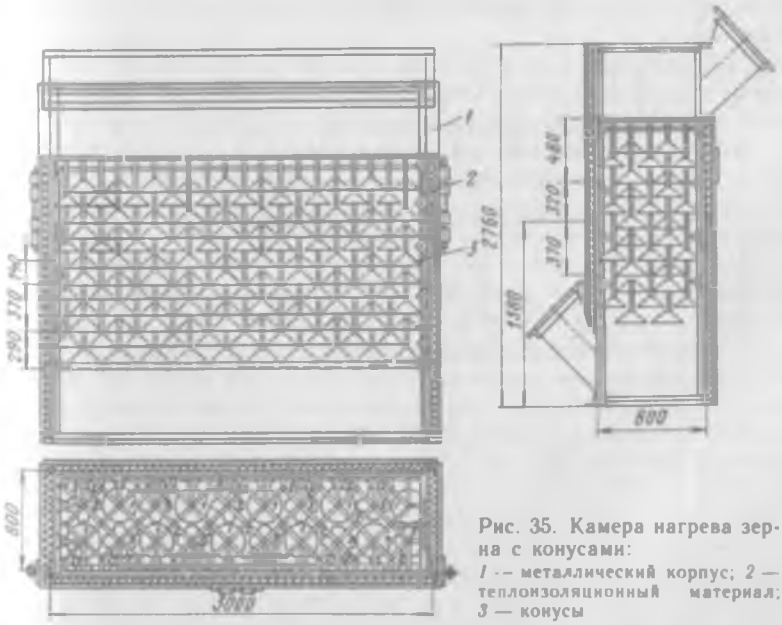


Рис. 35. Камера нагрева зерна с конусами:
1 — металлический корпус; *2* — теплоизоляционный материал; *3* — конусы

трех секций; размеры его в плане 6000×3000 мм, высота 4240, объем 60,4 м³. Верхняя секция выполнена с уклоном 30° в обе стороны от камеры нагрева. Во избежание переполнения тепловлагообменника зерном установлены сливные самотечные трубы, по которым излишек зерна поступает в рециркуляционную норию.

Для дистанционного контроля за температурой и уровнем зерна смонтированы терморезистор и два датчика (мембранных измерительных преобразователя) МДУ-3. В верхней части тепловлагообменника сделан люк для осмотра, очистки и ремонта, он покрыт слоем теплоизоляции.

Шахты охлаждения предназначены как для охлаждения нагретого зерна, так и для частичного испарения влаги из него. Одна их них служит для окончательного охлаждения при установившемся режиме сушки; вторая шахта — для частичного охлаждения зерна и испарения влаги из него (рециркуляционная). Шахты одинакового размера, мм: в плане 3000×1500, высота 4250. Каждая из шахт по высоте состоит из трех звеньев, их монтируют на железобетонных опорах. В каждой шахте размещено по 24 ряда коробов переменного сечения, установленных в шахматном порядке кассетами по два короба в каждой. Всего в шахте 52 подводящих короба и 14 полукоробов, 56 отводящих коробов и 8 полукоробов. Защитные козырьки, изготовленные из оцинкованной стали, предотвращают отводящие короба шахты промежуточного охлаждения от попадания в них атмосферных осадков.

Напорно-распределительная камера расположена со стороны шахты окончательного охлаждения. Атмосферный воздух продувают последовательно, первоначально через шахту окончательного охлаждения (охлаждая выпускаемое зерно из сушилки), а затем через рециркуляционную шахту. Внутри напорно-распределительной камеры размещен диффузор для равномерного распределения воздуха по коробам.

Для выпуска зерна из шахт установлены бесприводные выпускные устройства. Для регулирования пропускной способности сушилки в выпускном патрубке установлена двухстворчатая винтовая задвижка. Бесприводное выпускное устройство изготавливают из отдельных узлов, которые собирают на месте при установке сушилки. Воздух для охлаждения зерна нагнетают вентилятором в напорно-распределительную камеру. Отработавший агент сушки отводят по воздуховоду ∅ 640 мм в два циклона ЦОЛ-12. Аспирационные отходы из-под осадочных камер направляют безроликовым конвейером в бункер.

Технологическая схема работы зерносушилки РД-2×25-70 показана на рисунке 36. Работа зерносушилки осуществляется

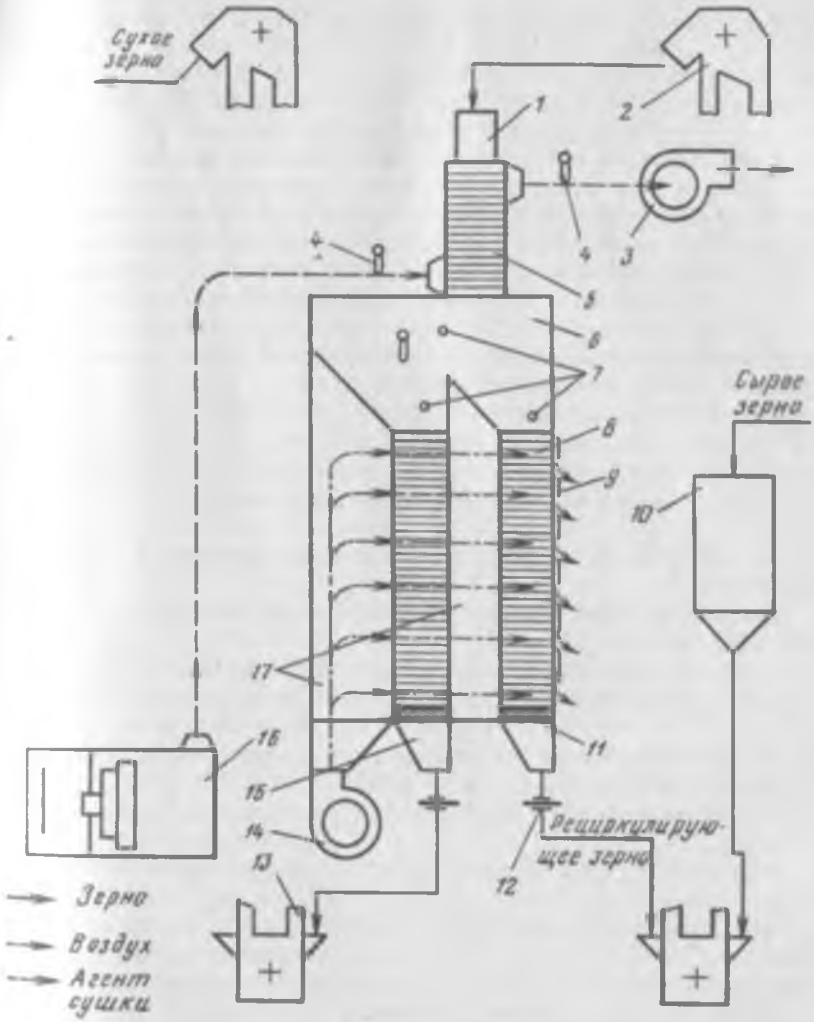


Рис. 36. Технологическая схема зерносушилки РД-2×25-70:
1 — бункер над камерой нагрева; *2* — рециркуляционная нория; *3, 14* — вентиляторы; *4* — термометры сопротивления; *5* — камера нагрева; *6* — тепловлагообменник; *7* — датчики уровня; *8* — охладительные шахты; *9* — защитные козырьки; *10* — оперативный бункер; *11* — выпускные устройства; *12* — заслонки; *13* — нория сухого зерна; *15* — подсушильные бункера; *16* — топка; *17* — напорно-распределительные камеры

следующим образом: сырое зерно из бункера (со складов, элеватора или непосредственно с автомобильного или железнодорожного транспорта), а рециркулирующее из охладительной шахты (промежуточного охлаждения) подают в норию. Нория смесь сырого и рециркулирующего зерна направляет в бункер, расположенный над камерой нагрева. При помощи впускного механизма зерно в виде «дождя» поступает в камеру нагрева с тормозящими элементами, где оно встречным потоком агента сушки нагревается и частично сушится. Из камеры нагрева зерно направляется в тепловлагообменник, где происходит выравнивание температуры зерна и частично перераспределяется влага как в отдельном зерне, так и во всей массе. Рециркулирующее сухое более нагретое зерно передает тепло сырому зерну, а сырое зерно передает влагу рециркулирующему зерну.

Из тепловлагообменника зерно поступает в шахты окончательного охлаждения и частичного. Из шахты частичного охлаждения зерно подают в норию, где смешивается с сырым зерном. Из шахты окончательного охлаждения зерно поступает в норию и далее в склад или элеватор.

В зерносушилке РД-2×25-70 автоматизированы следующие операции:

запуск сушилки — подачи зажигания и топлива, т. е. воспламенение факела;

контроль наличия факела посредством фотореле (при исчезновении факела автоматически отключается подача топлива и одновременно подается звуковой аварийный сигнал);

отключение подачи топлива при повышении температуры отработавшего агента сушки выше +80 °С;

отключение подачи топлива при прекращении подачи зерна в сушилку;

отключение подачи топлива при падении давления воздуха в форсунке;

контроль влажности зерна на выходе из сушилки и направление его на повторную сушку (при влажности выше заданной) с автоматическим звуковым и световым сигналом.

Предусмотрены также дистанционный пуск и останов всех электродвигателей зерносушилки, а также световая сигнализация о работе вентиляторов и состоянии всех механизмов и датчиков уровня зерна в бункерах сушилки. Система управления блокировки и сигнализации транспортных машин и механизмов, подачи сырого и уборки сухого зерна решается при привязке.

В зерносушилке предусмотрены особые меры по технике безопасности при сжигании жидкого топлива — автоматически прекращается подача топлива при исчезновении факела, понижении уровня в бункерах над камерой нагрева, понижении давления

воздуха в форсунке. Техническая характеристика зерносушилки РД-2×25-70 представлена в приложении 5.

Зерносушилка У2-УЗБ-50. Представляет собой усовершенствованную конструкцию зерносушилки РД-2×25-70 и выполнена с учетом опыта ее изготовления, монтажа, наладки и эксплуатации. Назначение и применение аналогично зерносушилке РД-2×25-70.

Зерносушилка представляет собой блок двух одинаковых половин производительностью по 25 пл. т/ч с общими топкой, воздуховодом агента сушки, а также системами управления, контроля, сигнализации, подачи электроэнергии и топлива.

Зерносушилка У2-УЗБ-50 (рис. 37) состоит: из надсушильных бункеров; двух камер нагрева; тепловлагообменников; шахт охлаждения (одна из которых рециркуляционная) в комплексе с напорно-распределительными камерами; выпускных устройств; нории, воздуховода для агента сушки (для подвода его от топки к камерам нагрева); топки для сжигания жидкого топлива; вентилятора агента сушки; конфузора; вентиляторов ВЦ-4-70 № 10 для охлаждения зерна.

Технологическая схема зерносушилки У2-УЗБ-50 дана на рисунке 38. Работа зерносушилки У2-УЗБ-50 после ее заполнения сырым зерном начинается с сушки его в режиме работы «на себя». Для заполнения зерносушилки требуется 90 т пшеницы. При режиме работы «на себя» зерно из сушилки подается в рециркуляционную норию, которая возвращает его на сушку до заданной влажности.

В каждую половину сушилки сырое зерно поступает из одного бункера. Для обеспечения необходимой оперативности работы зерносушилки бункера оборудуют дистанционно управляемыми задвижками *3-1а* и *3-1б*, которые настраивают на два положения: «Открыто» и «Закрыто». Под бункерами устанавливают задвижки *3-2а* и *3-2б* с ручным управлением для регулирования количества сырого зерна, подаваемого на сушку в башмаки рециркуляционной нории.

В каждый башмак сдвоенной рециркуляционной нории одновременно с сырым зерном подают зерно из рециркуляционной шахты и из сливного бункера, который предназначен для приемки излишков зерна из тепловлагообменников. Полученную смесь зерна транспортируют рециркуляционной норией в соответствующий бункер и камеру нагрева. Производительность истечения зерна из надсушильных бункеров в камеры нагрева регулируют приводными задвижками *3-3а* и *3-3б*.

В камерах нагрева зерно теряет скорость падения (продолжительность его пребывания в камере нагрева до 2...3 с), так как в них использованы тормозные элементы полусферической формы, и разбрызгивается в виде дождя. Это способствует лучшей

го из шахт охлаждения, регулируют задвижками с ручным управлением *3-4а, 3-5а, 3-4б, 3-5б.*

Из шахт окончательного охлаждения зерно направляют в бункера для сухого зерна либо в башмак рециркуляционной нории для возвращения в зерносушилку на досушку, если влажность его превышает заданную. Техническая характеристика зерносушилки дана в приложении 5.

§ 2. ЗЕРНОСУШИЛКИ А1-УЗМ, А1-ДСП-50, А1-УСШ

Шахтная рециркуляционная зерносушилка А1-УЗМ. Предназначена для сушки семян подсолнечника, кукурузы, пшеницы и других зерновых культур продовольственного назначения.

Зерносушилка А1-УЗМ (рис. 39) состоит из следующих основных частей: надсушильного бункера; двух сушильных шахт; тепловлагообменника; напорно-распределительной камеры с подогревателем; беспривода выпускного устройства, выпускного механизма с приводом; вентиляционного оборудования, включающего два вентилятора Ц4-76-10Ж-02; воздуховодов и газоходов; топки для сжигания жидкого топлива; шкафа управления; системы очистки отработавших агента сушки и охлаждающего воздуха; двух норий; площадок и лестниц, охладительной шахты.

Сырое зерно из складов или элеваторов подается в оперативный бункер *1* (рис. 40) и оттуда по самотечной трубе в норию № 1 (при переполнении бункера *1* задвижка на самотечной трубе сырого зерна закрывается). Необходимое количество зерна для заполнения зерносушилки составляет около 60 т.

Из нории № 1 по самотечной трубе зерно направляется в надсушильный бункер *4* и далее в сушильную шахту *5* и тепловлагообменник *2*. Через беспривод выпускное устройство *3* зерно поступает в норию № 2. Из нории зерно по самотечной трубе направляется в надсушильный бункер *6*, а слив зерна происходит через перегородку *7* в бункер *8* и подогреватель каскадного типа *9*. Из подогревателя зерно по основной самотечной трубе направляется в норию № 1, где оно смешивается с сырым зерном, поступающим из бункера *1*. Зерно, поступающее в надсушильный бункер *6*, проходит через сушильную шахту *10* и охладительную зону *14*. Выпуск зерна из шахты производится выпускным механизмом *16*, режим работы которого корректируется в зависимости от конечной влажности зерна. Из подсушильного бункера зерно с помощью нории № 3 подают в склад или силос элеватора.

Если влажность зерна на выходе из охладительной зоны выше нормы (контроль осуществляется влагомером), перекидной клапан

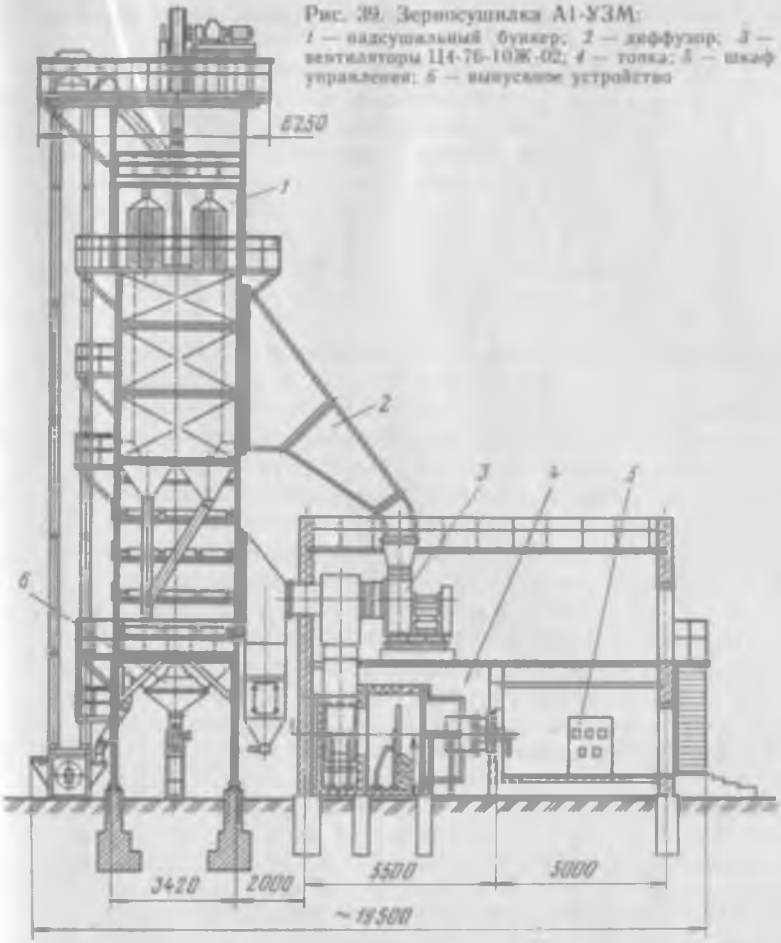


Рис. 39. Зерносушилка А1-УЗМ:
1 — надсушильный бункер; *2* — диффузор; *3* — вентиляторы Ц4-76-10Ж-02; *4* — топка; *5* — шкаф управления; *6* — выпускное устройство

перекрывает сливную самотечную трубу и недосушенное зерно возвращают в сушилку.

Агент сушки из топки *17* и параллельно из охладительной шахты *14* засасывается вентиляторами *11* и *12* и подается в напорно-распределительную камеру. Пройдя через подогреватель *9* каскадного типа, где осуществляется нагрев зерна в падающем слое, агент сушки поступает в сушильные шахты *5* и *10*. Здесь зерно сушится в плотном малоподвижном слое. Отработавший агент сушки очищается в осадочных камерах *13* и в инерционных пылеотделителях и выбрасывается в атмосферу.

Охлаждение зерна осуществляется в зоне *14* наружным воз-

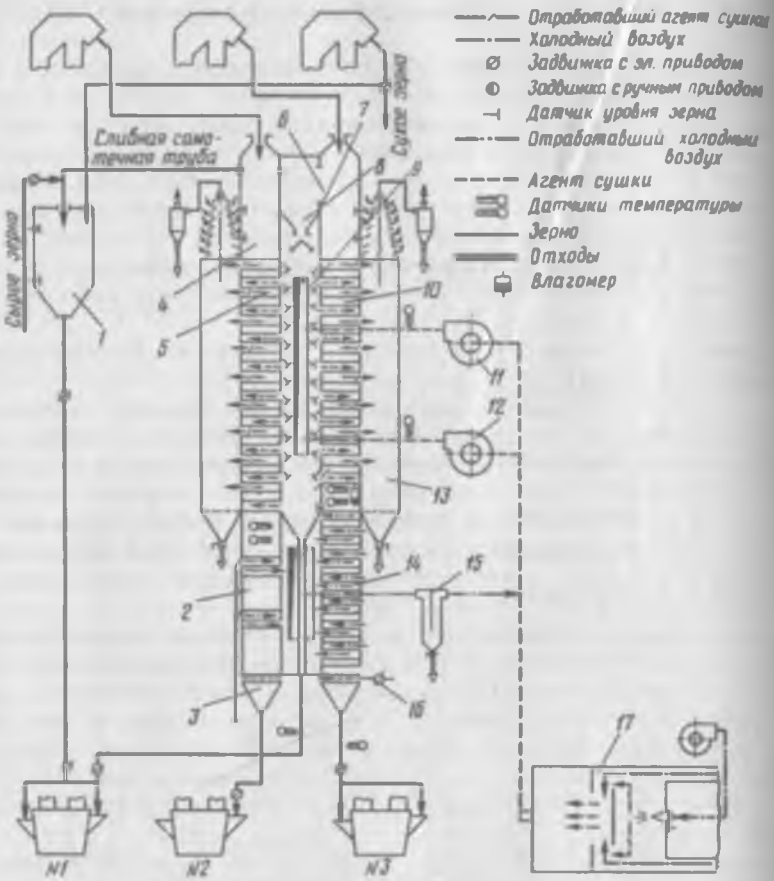


Рис. 40. Технологическая схема зерносушилки А1-УЗМ:

1 — оперативный бункер; *2* — тепловлагообменник; *3* — бесприводное выпускное устройство; *4* — надсушильный бункер первой шахты; *5* — первая сушильная шахта; *6* — надсушильный бункер; *7* — перегородка; *8* — средний бункер; *9* — подогреватель; *10* — вторая сушильная шахта; *11*, *12* — вентиляторы; *13* — осадочные камеры с инерционными пылеотделителями; *14* — охладительная шахта; *15* — осадочная камера; *16* — выпускной механизм с проводом; *17* — топка

духом, который засасывается вентиляторами *11* и *12* и, пройдя через осадочную камеру *15*, смешивается с агентом сушки.

Процесс сушки зерна в зерносушилке А1-УЗМ происходит следующим образом. Предварительно просушенное и нагретое до 45...48 °С в первой сушильной шахте зерно в течение 5...10 с нагревают в подогревателе каскадного типа до предельно допустимой температуры 35...50 °С. Температура агента сушки на входе в напорно-распределительную камеру составляет 140...

160 °С для зерна продовольственного назначения и 80...100 ° для семян.

После этого нагретое зерно смешивают с сырым и подают в надсушильный бункер первой сушильной шахты, где в течение 3 мин происходит тепловлагообмен. Здесь зерно в течение 4... 5 мин проходит через первую сушильную шахту и поступает в тепловлагообменник, где оно находится в течение 6...7 мин. Далее зерно направляют в надсушильный бункер второй сушильной шахты, где тепловлагообмен продолжается в течение 9...10 мин, после чего зерно досушивают во второй сушильной шахте 10... 12 мин. Температура агента сушки на входе в сушильные шахты составляет 110...130 °С, на выходе — 40...50 °С. Охлаждение зерна осуществляют в шахте в течение 10...12 мин атмосферным воздухом.

Сушильная шахта (рис. 41) является основной частью зерносушилки и состоит из пяти секций. Внутренние размеры каждой секции в плане составляют 3200×985 мм, высота — 1150 мм. В боковых стенках сушильных шахт имеются гнезда для коробов. Одни из них служат для подвода агента сушки к зерновой массе и называются подводящими. Другие короба предназначены для отвода агента сушки — отводящие. Короба изготавливают из стали толщиной 1,5 мм.

Короба устанавливают и крепят скобами открытым концом в окнах стенки сушильной секции со стороны напорно-распределительной камеры. Другим концом они упираются в глухую наружную стенку сушильной секции, где их закрепляют при помощи двух шпилек с гайками (каждый короб). Короба выпол-

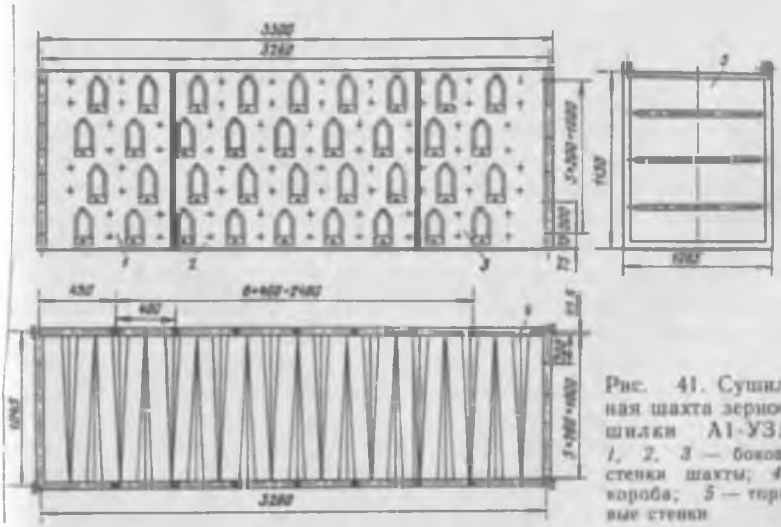


Рис. 41. Сушильная шахта зерносушилки А1-УЗМ: *1, 2, 3* — боковые стенки шахты; *4* — короба; *5* — торцевые стенки

нены в форме клина по длине с жалюзийными боковыми стенками. Подводящие и отводящие короба чередуются между собой в каждом ряду.

Агент сушки нагнетается двумя вентиляторами Ц4-76-10Ж-02 в напорно-распределительную камеру. Пройдя через слой зерна в подогревателе каскадного типа (рис. 42), расположенном по всей высоте напорно-распредительной камеры, агент сушки через открытые концы подводящих коробов поступает внутрь жалюзийных коробов и, выходя из них через жалюзи и под коробом, пронизывает слой зерна. Через отводящие короба отработавший агент сушки попадает в осадочные камеры, а затем в инерционные пылеотделители и выбрасывается в атмосферу.

Пронизывая слой зерна, агент сушки отдает бо́льшую часть теплоты на испарение влаги и нагрев зерновой массы, поглощает влагу и выносит ее из сушильных шахт. Во избежание перегрева зерна выше допустимой температуры в сушильных секциях со стороны напорно-распределительной камеры предусмотрена секция с механизмом отбора зерна, обеспечивающая быстрый проход его в пристенной зоне сушильной шахты. В этой секции установлен датчик влагомера (рис. 43) для определения влажности зерна на входе в охладительную зону и приборы, контролирующие температуру зерна.

Подводящие и отводящие короба охладительной шахты образуют клиновидные жалюзийные колонки. В горизонтальном направлении подводящие и отводящие колонки чередуются между собой. Зерно охлаждается атмосферным воздухом, который засасывают вентляторами. Сушильные и охладительные шахты монтируют на основании, которое опирается на фундаменты.

Под шахтами установлены устройства, предназначенные для выпуска зерна из шахт: под первой — бесприводное выпускное устройство, под второй — выпускной механизм непрерывного действия с приводом.

Для ремонта и монтажа, а также для доступа обслуживающего персонала в напорно-распределительные камеры в торцевых стенках стойки лазов имеются люки размером в свету 700 × × 1000 мм. Для обслуживания сушильных и охладительных шахт, а также загрузочных устройств установлена вертикальная металлическая лестница с ограждениями и площадками для входа в напорно-распределительные и осадочные камеры зерносушилки.

Сушилку А1-УЗМ привязывают к топке, работающей на жидком топливе. Оборудование ее состоит из форсунки Ф-1, форкамеры с отражателями, для лучшего смешивания топочных газов с атмосферным воздухом, вентилятора АВД, топливопровода и аппаратуры для автоматического регулирования и

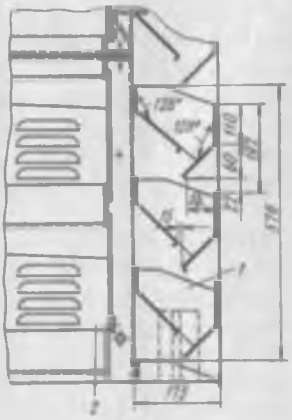
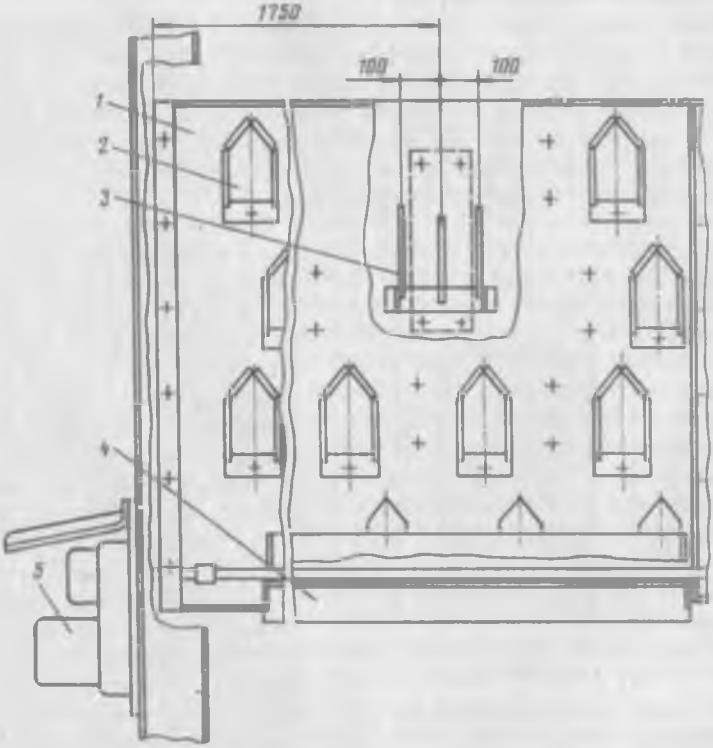


Рис. 42. Подогреватель зерносушилки А1-УЗМ:
1 — подогреватель, *2* — сушильная секция шахты

Рис. 43. Секция с отборником зерна и датчиком влагомера:
1 — секция; *2* — короб; *3* — датчик влагомера; *4* — отборник зерна; *5* — привод отборника зерна



контроля процесса горения. В здании топки предусмотрены специальные каналы для забора атмосферного воздуха.

Воздух, смешиваясь с продуктами горения, образует газовоздушную смесь с температурой 250...300 °С, которая затем смешивается с отработавшим воздухом охладительной зоны и образует агент сушки с температурой 60...160 °С. Количество подаваемого топлива регулируют с помощью микрометрического клапана, количество горючей смеси — путем одновременного изменения подачи воздуха и топлива в зависимости от требуемой температуры агента сушки.

Подают агент сушки и отсасывают воздух через зону охлаждения двумя центробежными вентиляторами Ц4-76-10Ж-02, $N = 55$ кВт, $n = 1500$ об/мин. Этими же вентиляторами осуществляют отсос воздуха из охладительной зоны, который затем смешивают с топочными газами и подают в напорно-распределительную камеру. Вентиляторы смонтированы на втором этаже топочного помещения. Диффузор от вентиляторов до сушильных шахт покрыт теплоизоляцией.

Очищенный агент сушки выбрасывают в атмосферу через жалюзи инерционных пылеотделителей (рис. 44), а 5...7 % агента сушки, имеющего высокую концентрацию пыли, направляют в микроциклоны, которые подсоединены непосредственно к инерционникам или устанавливаются на пылеотделительных бункерах. Привязка микроциклонов осуществляется на каждом хлебоприемном предприятии отдельно.

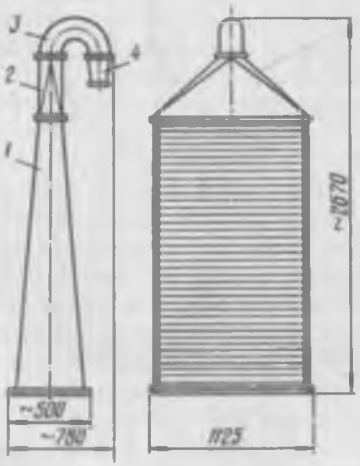


Рис. 44. Инерционный пылеотделитель зерносушилки А1-УЗМ:
1 — инерционник; *2* — конус; *3* — колено; *4* — соединительный патрубок с аспирационной сетью

Осадочные камеры крепят к сушильным секциям со стороны выхода отработавшего агента сушки. Бесприводное выпускное устройство первой сушильной шахты представляет собой металлический пирамидальный бункер, установленный около основания в нижней части шахты. Внутри бункера размещены конусные рассекатели, под каждым из которых установлена заслонка, позволяющая изменить скорость движения зерна на отдельных участках шахты. Выпускное устройство имеет восемь выпускных отверстий, образуемых конусными рассекателями, а по высоте че-

тыре ряда лотков. Зерновые потоки с каждых двух лотков вышележащего ряда объединяются в одном лотке, расположенном ниже. Производительность устройства соответствует производительности рециркуляционной нории.

Выпускной механизм второй сушильной шахты приводится в возвратно-поступательное движение от электродвигателя ($N = 1{,}5$ кВт, $n = 1000$ об/мин) через редуктор с передаточным числом $i = 16$ и эксцентриковый механизм с эксцентриситетом $l_{max} = 55$ мм. Он состоит из двух рам, расположенных одна под другой. Верхняя подвижная рама имеет горизонтальные полки со щелями и скребки, расположенные под этими щелями и жестко соединенные с рамой. Нижняя, неподвижная, рама представляет собой ряд горизонтальных полок.

Выпуск зерна осуществляется одновременно с полок обеих рам. Выпускной механизм выполнен таким образом, что выпуск зерна прекращается при остановке подвижной рамы в любом положении. Производительность выпускного механизма регулируется в зависимости от влажности зерна на выходе из шахты изменением циклограммы работы выпускного механизма и эксцентриситета. Максимальная производительность (при эксцентриситете 55 мм и непрерывной работе) — 100 т/ч.

Надсушильный бункер разделен двумя внутренними перегородками на три части и образует три самостоятельных бункера: первой сушильной шахты, подогревателя и второй сушильной шахты. Бункер подогревателя имеет приводное загрузочное устройство для равномерного распределения зерна в подогревателе.

Для равномерного заполнения бункеров сушильных шахт установлены рассекатели. При переполнении бункера первой сушильной шахты слив зерна происходит по самотечной трубе в оперативный бункер (при отсутствии оперативного бункера слив можно осуществлять в подогреватель через сливное отверстие).

Тепловлагообменник предназначен для выравнивания температуры и влажности зерна. Он выполнен в виде прямоугольной шахты, состоящей их пяти секций. Его располагают после первой сушильной шахты параллельно охладительной шахте. В каждой секции имеется один ряд подводящих и отводящих коробов для частичного регулируемого охлаждения зерна в зависимости от его нагрева после первой сушильной шахты. Интенсивность охлаждения зерна регулируют величиной открытия козырьков на подводящих коробах. Техническая характеристика зерносушилки А1-УЗМ дана в приложении 5.

Зерносушилка А1-ДСП-50. Предназначена для сушки различных зерновых культур, обеспечивая высокий съем влаги и очистку отработавшего агента сушки и воздуха от легких примесей и пыли. Сушильная шахта сушилки работает на нагнетание, охладительная — на всасывание. Зерносушилка А1-ДСП-50

открытого типа, изготавливают ее взамен зерносушилок ДСП-32-ОТ. Она может быть установлена на ее фундамент с использованием топочного агрегата. Зерносушилка работает на смеси топочных газов с воздухом и может быть снабжена топкой, работающей как на жидком, так и газообразном топливе.

Зерносушилка А1-ДСП-50 состоит из двух вертикальных сушильных шахт и составляет единую конструкцию из металлических секций, тепловлагообменника, тепловлагообменника с регулируемым охлаждением, охладителя, выпускных механизмов, надсушильных бункеров, вентиляторов, норий, топки и шкафа управления.

Технологическая схема зерносушилки А1-ДСП-50 представлена на рисунке 45. Сырое зерно подают из оперативного бункера и смешивают его с сухим нагретым зерном, которое поступает из второй сушильной шахты. Смесь направляют в первую рециркуляционную норию. Смесь зерна подают норией в надсушильный бункер (он же служит тепловлагообменником) и далее в первую сушильную шахту и тепловлагообменник с регулируемым охлаждением.

Затем зерно поступает во вторую рециркуляционную норию, которая подает его в надсушильный бункер второй сушильной шахты. Из надсушильного бункера зерно направляют во вторую сушильную шахту и далее в охладитель шахтного типа. Кроме того, часть зерна после второй зоны второй сушильной шахты отбирают на смешивание с сырым зерном. Выпуск просушенного и охлажденного зерна проводят выпускным механизмом периодического действия.

Агент сушки из топки и отработавший воздух из охладительной шахты засасывается вентиляторами Ц4-76-10Ж-02 первой и второй сушильной зон, смешивают и подают его через диффузор и напорно-распределительную камеру в подводящие короба сушильных шахт, далее он проходит через слой зерна и выходит из отводящих коробов в осадочную камеру и в атмосферу.

Зерносушилка А1-УСШ. Зерносушилка шахтная, рециркуляционная с двумя контурами сушки, производительность 50 пл. г/ч, работает на чистом нагретом воздухе. Зерносушилка открытого типа и может быть привязана к элеваторам или зерноскладам. Предназначена для сушки продовольственного и семенного зерна различных культур, обеспечивая очистку отработавшего агента сушки и воздуха от легких примесей и пыли.

Общий вид зерносушилки и ее технологическая схема представлены на рисунках 46 и 47. Основной отличительной особенностью конструкции и технологии сушки является наличие теплогенератора для получения нагретого чистого воздуха, автоматизации и контроля процесса сушки. Комплексный объемный блок полностью монтируется на заводе и поступает на место

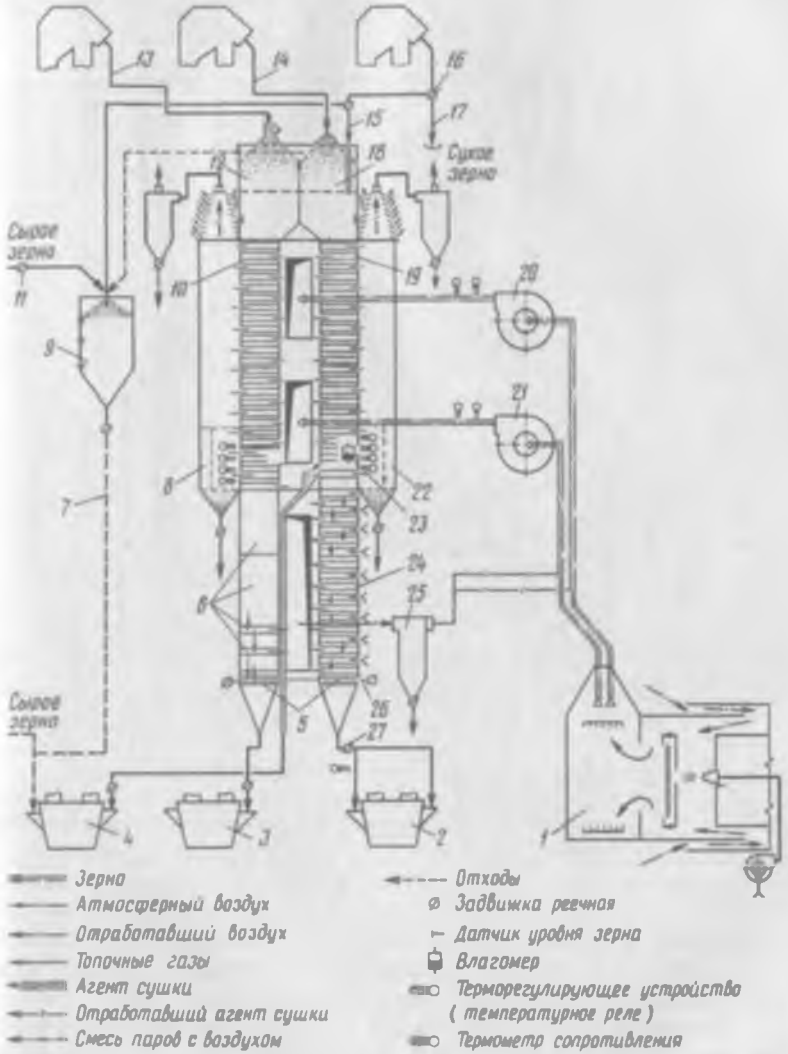


Рис. 45. Технологическая схема зерносушилки А1-ДСП-50:
1 — топка; *2, 3, 4* — нории; *5* — выпускные механизмы; *6* — тепловлагообменник; *7, 13, 17* — самотечные трубы; *8* — осадочная камера; *9* — оперативный бункер; *10* — первая сушильная шахта; *11, 27* — задвижки; *12* — надсушильный бункер первой сушильной шахты; *18* — надсушильный бункер второй сушильной шахты; *19* — вторая сушильная шахта; *20, 21* — вентиляторы; *22* — осадочная камера; *23* — влагомер; *24* — охладительная шахта; *25* — осадочная камера; *26* — привод выпускного механизма

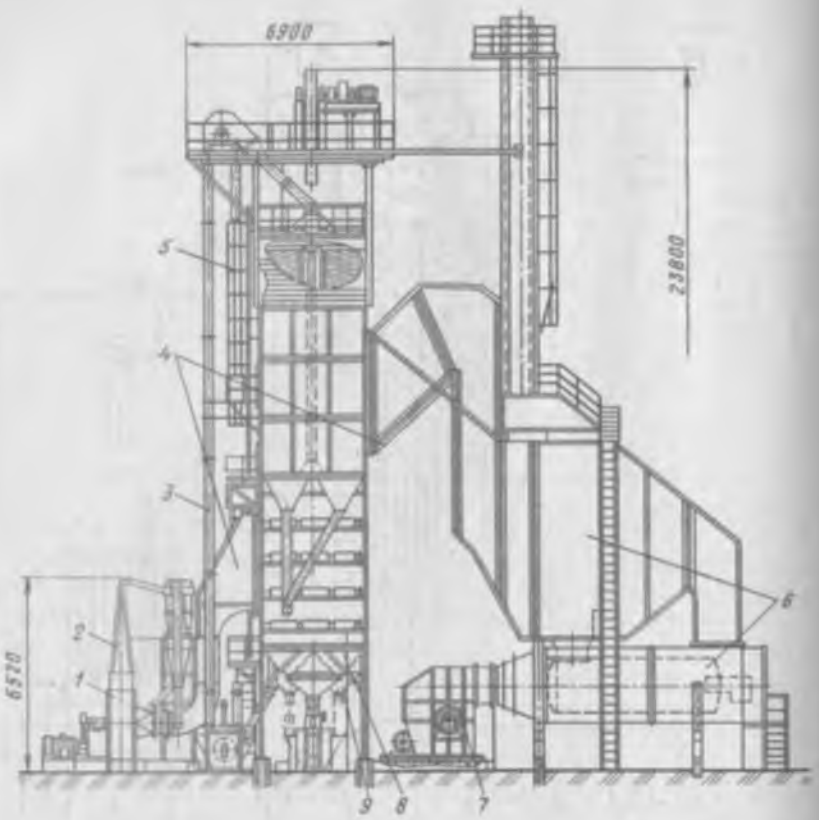


Рис. 46. Зерносушилка А1-УСШ:
1 — вентилятор; *2* — инерционный пылеочиститель; *3* — нория; *4* — диффузоры; *5* — лестница; *6* — теплогенератор; *7* — вентилятор; *8* — бесприводный выпускной механизм; *9* — подсушильный бункер

установки в полном сборе. На месте монтажа подготавливают фундамент, на который устанавливают объемный блок, присоединяют кабель, и монтаж закончен.

Электрический объемный блок укомплектован щитами: распределительным с релейным устройством для питания электродвигателей зерносушилки, с ключами управления, технологической схемой, приборами контроля температуры и влажности, приборами аварийной сигнализации, управления горелками, сжигающими природный газ или жидкое топливо (дизельное топливо или керосин); для отопления, освещения, вентиляции и электроснабжения во время ремонтных и т. п. работ. Наблюдает за

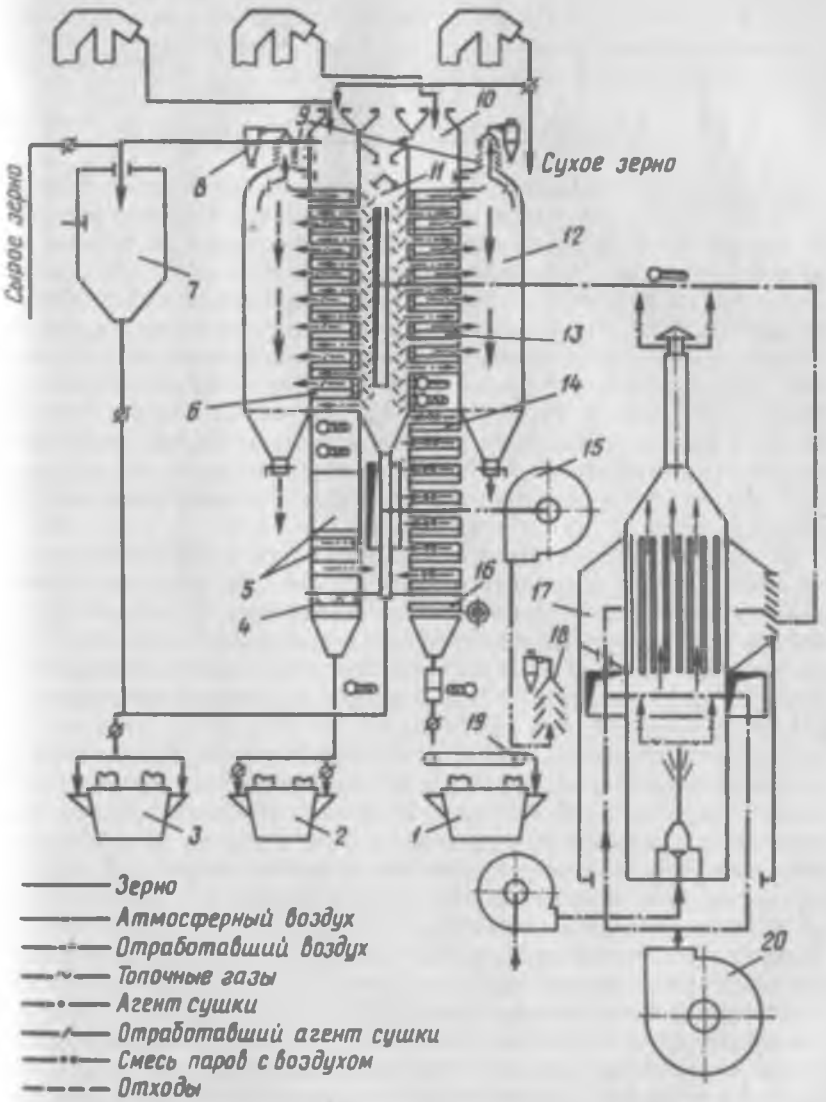


Рис. 47. Технологическая схема зерносушилки А1-УСШ:
1, 2, 3 — нории; *4* — бесприводный выпускной механизм; *5* — тепловлагообменник; *6* — первая сушильная шахта; *7* — оперативный бункер; *8* — мультициклоны; *9* — инерционные пылеотделители; *10* — надсушильный бункер; *11* — напорно-распределительная камера с подогревателем; *12* — осадочные камеры; *13* — вторая сушильная шахта; *14* — охладительная шахта; *15, 20* — вентиляторы; *16* — выпускной механизм с приводом; *17* — теплогенератор; *18* — инерционник; *19* — конвейер

Конструкция бункера выполнена так, что зерно из него самотеком через четыре отвода поступает в каждую шахту. Тепловлагообменник сделан из уголка размером 50×50 мм и листового железа толщиной 3 мм, а снизу обвязан швеллером № 16 и опирается на шесть колонн.

Камера нагрева специально спроектирована для этого типа зерносушилки. Сечение ее 750×1600 мм, общая высота 5100 мм. Корпус камеры нагрева изготовлен с двойными стенками, между которыми засыпан теплоизоляционный материал — асбозурит. Внутренние стенки выполнены из листового металла толщиной 3 мм, внешние — из металла толщиной 2 мм. Для удобства транспортирования и монтажа камера изготовлена из четырех. секций. Нижняя и верхняя секции высотой по 1550 мм изготовлены с подводящими и отводящими патрубками. Сечение патрубков 500×1500 мм. Они прикреплены к камере под углом 45 ° к горизонту. Две другие секции высотой по 1000 мм выполнены глухими. К подводящему патрубку подсоединены два воздуховода ∅ 500 мм от топок. Воздуховоды покрыты теплоизоляцией толщиной 80 мм.

В качестве тормозящих элементов использованы трубы ∅ 100 мм. Они набраны по определенной схеме через 400 мм по горизонтали и через 200 мм по вертикали. В отводящей секции размещено пять рядов труб, в двух средних секциях — десять, в подводящей секции — пять рядов труб. Всего в камере смонтировано 75 тормозящих элементов.

Для равномерной загрузки камеры служит бункер с бесприводным загрузочным устройством, который изготовлен из уголка размером 45×45 мм и листовой стали толщиной 2 мм. Основной бункер переходит в две воронки с отверстиями для выпуска зерна размером 200×200 мм. В бункере смонтирована сливная самотечная труба сечением 200×200 мм для предотвращения переполнения и поддержания определенного уровня зерна. Эта труба заканчивается грузовым клапаном, который открывается под действием зерна. Клапан не допускает подсоса атмосферного воздуха в камеру нагрева. Внутренние размеры бункера соответствуют размерам камеры, над которой он установлен. Для улавливания крупных примесей в бункере установлена решетка с ячейками размером 45×45 мм. Под каждым отверстием, через которые зерно из бункера поступает в камеру, сделан конус, разбивающий плотный поток зерна перед поступлением его в камеру нагрева.

Производительность выпуска зерна из бункера регулируют с помощью бесприводного загрузочного механизма, изменяя сечение выпускных отверстий. Камера нагрева внизу заканчивается бункером, в котором смонтирован грузовой клапан. Он предназначен для аварийного выпуска зерна из камеры при внезапной остановке рециркуляционной нории. Оперативный бункер и

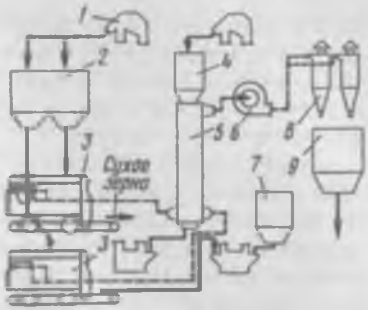


Рис. 49. Технологическая схема зерносушилки «Целинная-20»:
1 — нории; *2* — тепловлагообменник; *3* — сушилки; *4* — бункер под камерой нагрева; *5* — камера нагрева; *6* — вентилятор; *7* — бункер сырого зерна; *8* — циклоны, *9* — бункер отходов

бункер отходов изготовлены из листовой стали толщиной 3 мм и уголка размером 50 × 50 мм.

В зерносушилке ЗСПЖ-8 при реконструкции вносят некоторые изменения. Демонтируют Г-образные конвейеры, воздуховоды агента сушки, вентилятор охладительной зоны и перегородку в напорной камере между второй и охладительными зонами, отключают шнеки под шахтами. Шахты продувают атмосферным воздухом.

Зерносушилка «Целинная-20» работает по следующей технологической схеме (рис. 49). В рециркуляционную норию I-100 подают сырое зерно из бункера и рециркулирующее из шахты сушилки ЗСПЖ-8, затем смесь зерна поступает в бункер над камерой нагрева и далее в камеру. После нее нагретая смесь зерна другой рециркуляционной норией I-100 направляется в тепловлагообменник, после него — в шахты сушилки ЗСПЖ-8. После промежуточного охлаждения зерно из шахты конвейером подают в первую рециркуляционную норию, а после окончательного охлаждения со второй шахты другой конвейер направляет зерно в склад. Для управления зерносушилкой используют пульт.

Зерносушилка «Целинная-30». Она представляет собой отдельно стоящий агрегат с автономной технологической схемой приемки и сушки зерна. Устанавливают ее в торце типовых механизированных складов с приемными устройствами с автомобильного транспорта.

Зерносушилка состоит из надсушильного бункера, расположенного над камерой нагрева, загрузочного устройства, камеры нагрева, тепловлагообменника, охладительных шахт с воздухораспределительными коробами, бесприводного выпускного устройства, сливного бункера, норий: одной — рециркуляционной производительностью 175 т/ч и второй — сырого и уборки сухого зерна — сдвоенной по 100 т/ч, трех вентиляторов Ц4-70 № 10: один для камеры нагрева и два для охладительных шахт. Кроме того, зерносушилка снабжена пылеочистительными устройствами (два циклона ЦОЛ-15 и бункера для отходов) и воздуховодами.

В бункере над камерой нагрева в верхней части установлены решетки для предотвращения попадания в сушилку крупных посторонних предметов. В нижней части бункера смонтированы

четыре выпускных отверстия. В бункере смонтированы две перепускные самотечные трубы, которые позволяют, не регулируя загрузочное устройство, изменять поступление зерна в сушилку. Бункер и загрузочное устройство предназначены для обеспечения равномерной подачи зерна в камеру нагрева.

Загрузочное устройство устанавливают над камерой нагрева, оно снабжено четырьмя задвижками с кинематической схемой, позволяющей осуществлять работу всех задвижек от одного привода. Под задвижками загрузочного устройства установлены конусы-рассекатели.

Камера нагрева состоит из трех секций, внутри которых размещены тормозящие элементы. Они представляют собой металлические решетки, изготовленные из стержней ∅ 16 мм. В камере размещено 25 рядов решеток, причем устанавливают их так, чтобы ячейки первой решетки полностью перекрывали стержнями пять нижерасположенных рядов решеток.

Для подвода и отвода агента сушки в нижней и верхней секциях камеры нагрева смонтированы патрубки, расположенные под углом 45° к стенке камеры. Отработавший агент сушки отсасывается из камеры нагрева вентилятором Ц4-70 № 10 и направляется на очистку в циклоны.

Технологическая схема зерносушилки представлена на рисунке 50. Сырое зерно из склада конвейером подается в норию *3*, куда одновременно поступает рециркуляционное зерно из сушильной шахты *10*. Нория *3* подает смесь зерна в бункер *4*, а затем в виде «дождя» оно проходит в камере нагрева *5* и далее поступает в тепловлагообменник *6*. Затем смесь разделяется на два потока, один из которых поступает в шахты *9* (окончательного), а другой в шахты *10* (промежуточного) охлаждения. Сухое зерно одной из норий *7* подают в склад сухого зерна, а другой можно принимать сырое зерно из автомобильного транспорта (при этом отключают подачу сырого зерна из склада в норию *3*) и направлять его в надсушильный бункер.

Агент сушки вентилятором *2* засасывается из топки и проходит через камеру нагрева *5*. Здесь он отдает свое тепло зерну и направляется в атмосферу, предварительно очищаясь от пыли и легких примесей в циклоне *1*.

Техническая характеристика зерносушилки «Целинная-30» представлена в приложении 5.

Зерносушилка «Целинная-36». Это реконструированная шахтная зерносушилка ДСП-24-СН, смонтированная в сушильно-очистительной башне СОБ-МК. Зерносушилка «Целинная-36» имеет сокращенную высоту, для чего камера нагрева смонтирована вне здания СОБ. Зесь же установлена одна из рециркуляционных норий 1-175. Внутри здания находится вторая рецир-

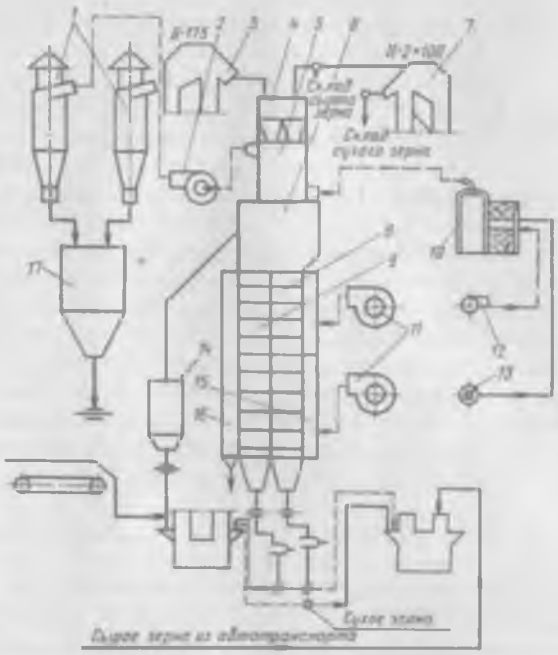


Рис. 50. Технологическая схема зерносушилки «Целинная-30»:
1 — циклон; *2, 11* — вентиляторы; *3, 7* — нории; *4* — бункер под нагревателем с загрузочным механизмом; *5* — камера нагрева; *6* — тепловлагообменник; *8* — шахта окончательного охлаждения; *9* — шахта промежуточного охлаждения; *10* — топка; *12* — дутьевой вентилятор; *13* — топливный насос; *14* — сливной бункер; *15* — напорно-распределительная камера; *16* — осадочная камера; *17* — бункер для отходов

куляционная нория I-175. Над охладительными шахтами смонтирован тепловлагообменник.

Высота нории сырого зерна увеличена, и ее головка с приводом вынесена на перекрытие здания. На перекрытии топочного отделения расположен вентилятор ВРС № 10 (Ц4-70 № 10), который подает агент сушки в камеру нагрева. Отработавший агент сушки по воздуховоду ∅ 1000 мм отводится в два циклона ЦОЛ-15. Бункер отходов с циклоном смонтирован на отдельных опорах вне здания СОБ.

Зерносушилка работает по следующей технологической схеме (рис. 51). Нория *3* подает сырое зерно в бункер *8*, а из него нория *4* — в камеру предварительного нагрева *16*, которая совмещена с основной камерой *15*. Рециркулирующее зерно из шахты промежуточного охлаждения *13* поступает в рециркуляционную норию *2*, а затем в основную камеру нагрева *15*, где оно смешивается с предварительно нагретым сырым зерном. После нагрева

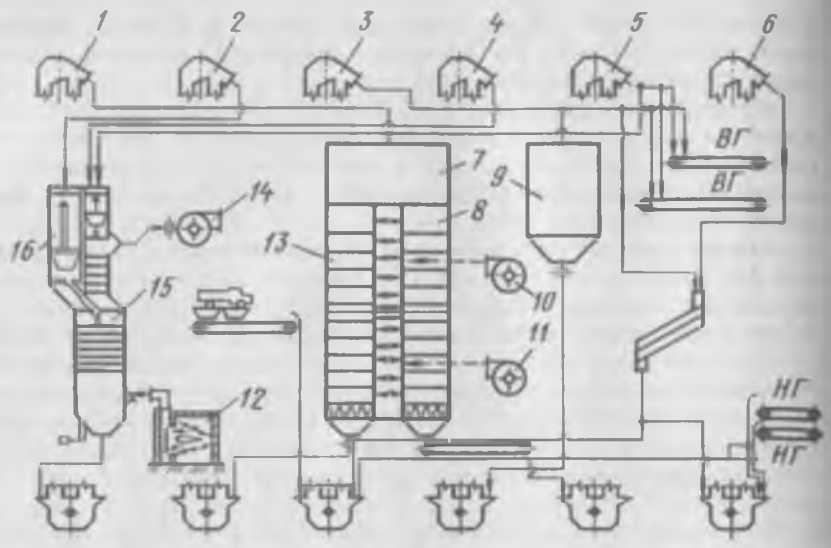


Рис. 51. Технологическая схема зерносушилки «Целинная-36»:
1...6 — нории; *7* — теплообменник; *8* — шахта окончательного охлаждения; *9* — оперативный бункер; *10, 11, 14* — вентиляторы; *12* — топка; *13* — шахта промежуточного охлаждения; *15* — основная камера нагрева; *16* — бункер рециркулирующего зерна; *НГ, ВГ* — нижний и верхний горизонтальные конвейеры

вторая рециркуляционная норня направляет смесь зерна в тепловлагообменник *7*, из которого двумя потоками смесь поступает в шахты промежуточного *13* и окончательного *9* охлаждения. Из шахты *9* сухое зерно транспортируется к месту хранения, а из шахты *13* рециркулирующее зерно вновь поступает в норию *2*. Далее циклы повторяются.

Особенность данного типа зерносушилки — это применение камеры нагрева с предварительным нагревом сырого зерна. Она состоит из двух бункеров, камеры *16* предварительного нагрева сырого зерна и основной камеры *15*. Один из бункеров предназначен для рециркулирующего зерна, другой — для сырого зерна. Под каждым бункером смонтированы бесприводные загрузочные устройства. Тормозящие элементы камеры как основной, так и предварительного нагрева выполнены в виде решеток из круглой стали ∅ 16 мм. В основной камере размещено 20 решеток, а в камере предварительного нагрева десять.

Предварительный нагрев сырого зерна происходит следующим образом. Агент сушки, пройдя основную камеру нагрева и отдав значительную часть теплоты на нагрев смеси зерна, направляется в камеру предварительного нагрева, в которой дополнительно расходуется теплота на нагрев сырого зерна. От-

работавший агент сушки отводят в циклоны. Камера нагрева имеет более высокий коэффициент полезного действия. Сырое зерно нагревается на 10...12 °С.

Размеры камеры нагрева 1200×3000 мм, высота 3060 мм. Камера предварительного нагрева имеет размеры 580×3000 мм, соответственно ширину, длину и высоту 1480 мм. По условиям совмещения камера предварительного нагрева приподнята над основной камерой на 460 мм.

Корпус камеры нагрева выполнен из листовой стали толщиной 2 и 3 мм, а также из уголка размером 50×50 мм. Она размещена на четырех опорах высотой по 3000 мм, которые сварены из двух швеллеров № 14 в виде фермы прямоугольного сечения.

Для обслуживания бесприводных загрузочных устройств, производства работ по техническому уходу за тормозящими элементами предусмотрены лестницы. Для укрепления головок рециркуляционных норий и их приводов на перекрытии СОБ смонтирована станина высотой 3000 мм, она сварена из швеллера № 24.

Тепловлагообменник зерносушилки занимает по высоте весь верхний этаж СОБ. Он изготовлен из швеллера № 16, уголка размером 75×75 мм и листовой стали толщиной 3 мм.

Лазовый люк бункера расположен на перекрытии СОБ. Шахты зерносушилки ДСП-24-СН не претерпели каких-либо изменений. По высоте они разбиты на три зоны, применена параллельная схема продувки шахт. Для равномерного выпуска зерна из шахт использованы бесприводные механизмы.

Для выпуска зерна из шахты окончательного охлаждения зерносушилки «Целинная-36» применяют аэрогравитационное выпускное устройство. Его использование позволило осуществить выпуск зерна из шахты при регулировании производительности сушилки от 10 до 70 т/ч и дополнительное охлаждение просушенного зерна на 10...15 °С. Охлаждение просушенного зерна позволяет дополнительно испарить влагу из него при выпуске и повысить производительность зерносушилки на 5...10 %.

Для удобства монтажа и транспортирования все узлы выпускного устройства изготавливают разъемными. Аэрогравитационное устройство монтируют непосредственно под шахтой при помощи болтов и комплектуют вентилятором ЦП7-40 № 6, ЦП7-40 № 8 или СВМ-6М.

Процесс выпуска зерна происходит следующим образом. Зерно из шахты под действием гравитационных сил через загрузочные щели аэрожелобов распределяется на воздухораспределительной решетке каждого аэрожелоба. Воздух от вентилятора подается под решетку, проходит через ее щели, псевдоожижает слой зерна, транспортирует и охлаждает его. После аэрожелобов зерно поступает в приемник зерна и далее в бункер. Воздух

через патрубок отводят в циклон. Перфорированную решетку изготавливают вместе с боковыми стенками.

Высота щели для подвода воздуха равна 1,0...1,2 мм, шаг отверстий — 8 мм. Над перфорированной решеткой смонтирован короб. Он выполнен из листовой стали толщиной 2 мм. Аэрожелоба входят в приемник зерна на длину 250 мм.

Для регулирования равномерности выпуска зерна используют П-образную рамку, установленную внутри короба. Высота планки рамки 60 мм. Один конец ее (со стороны подвода воздуха) закреплен шарнирно с тем, чтобы высота загрузочной щели в этом сечении была 100 мм, другой конец рамки имеет привод для изменения высоты загрузочной щели от 40 до 100 мм с противоположного конца поступления зерна в аэрожелоб.

Устройство работает по принципу самоторможения, т. е. при снижении производительности выпуска зерна из бункера автоматически уменьшается производительность аэрожелобов. Производительность устройства регулируют задвижкой с винтовым приводом. Бункер должен быть постоянно заполнен зерном. Уровень зерна контролируют через смотровые люки.

Электропривод вентилятора выпускного устройства блокируют с электроприводом транспортного оборудования (нории, конвейера), принимающего зерно с аэрогравитационного устройства, т. е. без включения транспортного оборудования невозможна работа выпускного устройства.

Зерносушилка «Целинная-40». Создана на базе сушилки ДСП-32-От с камерой нагрева, установленной сверху, подобно сушилке «Целинная-50». При реконструкции сушилки ДСП-32-ОТ шахты ее снижены по высоте на 3300 мм. Над ними установлен бункер вместимостью 40 $м^3$, выполняющий роль тепловлагообменника. Сверху него смонтирована металлическая камера прямоугольного сечения 1200 × 3000 мм и высотой 3600 мм с тормозящими элементами в виде решеток (ячейки размером 80 × 80 мм).

Камера предназначена для нагрева зерна. Агент сушки подводится к ней через диффузор, расположенный в нижней части под углом 45°. Отработавший агент сушки выходит через диффузор, расположенный в верхней части камеры с противоположной стороны, и направляется в циклон на очистку. Затем его снова используют для сушки зерна в шахте.

Над камерой нагрева устанавливают беспривводное загрузочное устройство, а на него — приемный бункер высотой 2380 мм. Во избежание переполнения бункера зерном в нем предусмотрена сливная самотечная труба. Рядом с сушилкой установлена рециркуляционная нория.

Горизонтальная перегородка в напорно-распределительной камере, разделяющая первую и вторую сушильные зоны, опуще-

на на 400 мм. В первую зону подают отработавший агент сушки после камеры нагрева. Вторая и третья зоны используются для охлаждения зерна, причем одна шахта является промежуточного, а вторая окончательного охлаждения. Продувание зерна в охладительных шахтах параллельное. В камеру нагрева и первую сушильную зону агент сушки подается вентилятором Ц4-70 № 12.

Рециркуляционная шахта снабжена бесприводным выпускным механизмом, а шахта окончательного охлаждения выпускным механизмом периодического действия. Вентилятор второй сушильной зоны отключают от топки и используют для охлаждения зерна воздухом. Технологическая схема аналогична зерносушилке «Целинная-50». Технологическая характеристика представлена в приложении 5.

Зерносушилка «Целиниая-60». Это отдельно стоящий агрегат с законченной технологической схемой сушки зерна. Зерносушилка и каркас, в котором она расположена, выполнены из металла. Кроме самой зерносушилки, размещены рециркуляционная нория 1-350, сдвоенная нория 1-100×2, вентиляторы камеры нагрева и охладительных шахт. К зерносушилке привязаны конвейер подачи сырого зерна от приемного устройства элеватора, топка на жидком топливе, нория 1-100 и цех отходов. Зерносушилка состоит из узлов, характерных для зерносушилок рециркуляционного типа.

Технологическая схема зерносушилки (рис. 52) позволяет направлять зерно на сушку или из силоса *15* элеватора или из приемного устройства *9*. Обычно сырое зерно из приемного устройства по конвейеру *10* и нории *19* направляют в силос *15*. Сырое зерно из силоса *15* конвейером *14* подается в одну из норий *2*, откуда оно поступает в бункер над камерой нагрева. Сюда же нория *1* подает рециркулирующее зерно. Смесь зерна нагревается в камере *4* агентом сушки с температурой 350...400 °С и поступает в тепловлагообменник *5*. В нем выравнивается температура зерна и частично влажность, после чего зерно попадает в шахты сушилки, где удаляется влага из зерна.

Особенность зерносушилки заключается в компоновке охладительных шахт. Учитывая, что зерно после сушки будет храниться в элеваторе, предусмотрено эффективное охлаждение просушенного зерна. Для этого смонтированы две шахты окончательного *7* и одна промежуточного охлаждения *11*. Для охлаждения зерна используют два вентилятора *8* марки Ц4-70 № 12. Атмосферный воздух поступает сначала в шахту окончательного охлаждения, а затем в шахту промежуточного охлаждения. Сухое зерно другая нория 1-100×2 подает или в силосы *18*, или на надсилосный конвейер *16*.

Бункер над камерой нагрева высотой 2220 мм и размером в

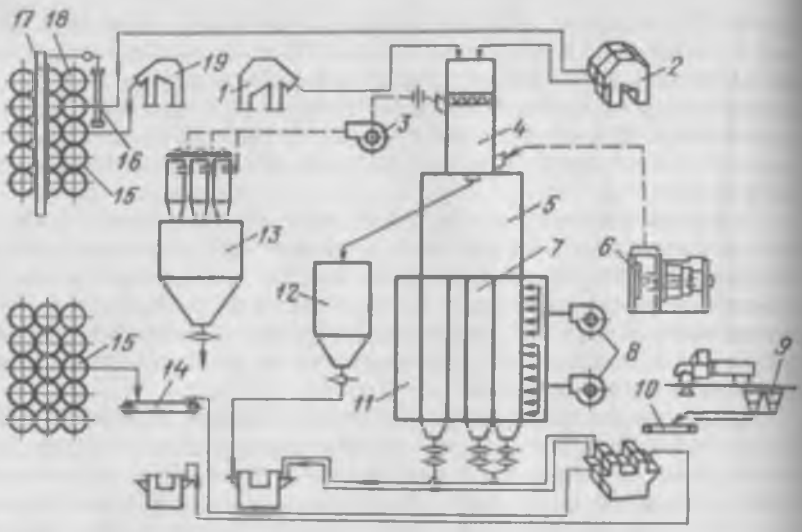


Рис. 52. Технологическая схема зерносушилки «Целинная-60»:
1 — рециркуляционная нория; *2, 19* — оперативные нории; *3, 8* — вентиляторы; *4* — камера нагрева; *5* — тепловлагообменник; *6* — топка; *7* — шахта окончательного охлаждения; *9* — приемное устройство; *10, 14, 16, 17* — конвейеры; *11* — шахта промежуточного охлаждения; *12* — оперативный бункер; *13* — цех отходов; *15, 18* — силосы

плане 3000×1500 мм заканчивается выпускными отверстиями размером 200×200 мм, расположенными двумя параллельными рядами по четыре в ряду. Это позволило сократить высоту наклонной части бункера до 420 мм. Бункер изготовлен из уголка размером 40×40 мм и листовой стали толщиной 3 мм. Переход вертикальных стенок в наклонные выполнен из швеллера № 8. Бесприводное загрузочное устройство имеет восемь регулируемых от одного привода выпускных отверстий. Принцип его работы аналогичен ранее описанному.

Камера нагрева высотой 6000 мм, сечением 1500×3000 мм состоит из четырех секций — подводящей и отводящей высотой по 2000 мм и двух глухих секций высотой по 1000 мм. Камера выполнена из металла с теплоизоляцией между стенками. В качестве тормозящих элементов использованы трубы ∅ 100 мм. Схема размещения труб такая же, как в камере зерносушилки «Целинная-20». Подводящая и отводящая секции заполнены по высоте 950 мм пятью рядами труб. Сечение подводящего патрубка 650×2910 мм. Камеру обслуживает вентилятор Ц4-70 № 12, частота вращения ротора которого 800 об/мин.

Тепловлагообменик высотой 7000 мм, сечением 3000×
×4400 мм изготовлен из уголка размером 75×75 мм, швеллера

№ 8 и 10, а также из листовой стали толщиной 3 мм. Противоположные стенки бункера укреплены тремя стяжками, выполненными из стали ∅ 20 мм. Стяжки расположены равномерно по высоте через каждые 2000 мм. Крепление их к стенкам осуществлено при помощи болтового соединения. Тепловлагообменник опирается на швеллерные балки № 30, передающие нагрузку на каркас здания.

Зона окончательного охлаждения сечением 2450×3000 мм состоит из двух шахт шириной 1350 и 1100 мм соответственно. Ширина шахты промежуточного охлаждения равна 1350 мм. Высота каждой охладительной шахты 10000 мм. Между охладительными шахтами имеется промежуточная камера шириной 600 мм. Подводящие и отводящие короба изготовлены из листовой стали толщиной 2 мм.

В каждой охладительной шахте размещено 24 ряда коробов по 15...16 в ряду. В шахте окончательного охлаждения отводящие короба одной шахты являются подводящими коробами второй (по аналогии с шахтами сушилки «Целинной-30»). Короба зерносушилки «Целинная-60» и короба зерносушилки «Целинная-30» взаимозаменяемы. По высоте шахты разделены на две равные зоны, каждую из которых обслуживает вентилятор Ц4-70 № 12, частота вращения его ротора 800 об/мин. Схема продувки шахт последовательная. Напорно-распределительная камера шириной 1200 мм установлена со стороны шахты окончательного охлаждения. Со стороны шахты промежуточного охлаждения смонтирована осадочная камера шириной 900 мм.

Охладительные шахты изготовлены из уголков размером 56×56 мм, 63×63 мм и листовой стали толщиной 3 мм. Для удобства транспортирования шахты выполнены в виде секций высотой по 1250 мм. Стенки шахты скреплены между собой стяжками так же, как и в шахтах зерносушилки «Целинная-30». Смонтировано три комплекта беспривод ных выпускных устройств: два шириной по 1350 мм, один шириной 1100 мм. Устройство, порядок регулирования беспривод ных выпускных устройств ничем не отличаются от ранее рассмотренных.

Для отходов используют бункер, установленный на колоннах, на бункере смонтированы три циклона ЦОЛ-18, к которым при помощи воздуховода ∅ 1500 мм подведен отработавший в камере нагрева агент сушки. Отходы из бункера поступают самотеком в кузов автомобиля.

Пульт управления находится в помещении, расположенном рядом с топкой. На фронтальной стенке пульта нанесена мнемоническая схема зерносушилки, а также схема вентиляционного и транспортного оборудования, обслуживающего сушилку, со световой сигнализацией о работе всех механизмов, о заполнении зерном тепловлагообменника, оперативного бункера и бункера

над камерой нагрева. На пульт вынесены кнопки управления всеми механизмами. Электрическая схема пульта обеспечивает автоматизацию процесса горения топлива, звуковую сигнализацию о пуске зерносушилки, об аварийном ее состоянии, дистанционный контроль температуры агента сушки на входе в камеру нагрева, на выходе из нее, дистанционный контроль температуры зерна в тепловлагообменнике с непрерывной записью ее в течение суток. Все это позволяет сушильщику контролировать процесс сушки непосредственно с пульта управления.

Зерносушилка «Целинная-60» на базе сушилки ДСП-32-ОТ. Сущность реконструкции заключается в монтаже рядом с шахтами сушилки ДСП-32-ОТ камеры нагрева, тепловлагообменника, оперативного бункера и двух рециркуляционных норий 1-350. Основное оборудование использовано от шахтной зерносушилки ДСП-32-ОТ.

Особенность реконструкции заключается в возможности работы зерносушилки как в режиме шахтной, так и в режиме рециркуляционной. Необходимость использования шахтной зерносушилки возникает при небольшом поступлении зерна на хлебоприемное предприятие, недостаточном для использования зерносушилки «Целинная-60». Для осуществления такой универсальной работы не была нарушена схема подачи сырого зерна в шахтную зерносушилку, а в первую и вторую охладительные зоны — агента сушки. При работе зерносушилки в рециркуляционном режиме в первую и вторую зону сушильных шахт вентиляторами предусмотрена подача атмосферного воздуха. От топки дополнительно смонтирован воздуховод Ø 1500 мм к камере нагрева. Воздуховод теплоизолирован, толщина теплоизоляции 60...80 мм.

Рециркуляционная зерносушилка работает по следующей технологической схеме (рис. 53). Сырое зерно из склада нория *2* подает в сепаратор *7* марки ЗСМ-50 или с асфальтированной площадки оно поступает по конвейеру верхней галереи в ворохоочиститель *8* марки ЗВ-50, откуда нория *3* транспортирует зерно в оперативный бункер *14*. Из него сырое зерно направляют в первую рециркуляционную норию *4*, где оно смешивается с рециркулирующим зерном, поступающим в эту норию из шахты *10* промежуточного охлаждения. Смесь зерна, пройдя через камеру нагрева *16*, поступает в тепловлагообменник *17*, через бункер *9* — в шахту *11* окончательного охлаждения. Из шахты окончательного охлаждения сухое зерно конвейер и нория *1* направляют в склад. Из шахты промежуточного охлаждения рециркулирующее зерно снова поступает в рециркуляционную норию *4*. Далее циклы сушки непрерывно повторяются. Шахты *10* и *11* использованы от сушилки ДСП-32-ОТ.

При сушке зерна только в шахтной зерносушилке сырое зерно после очистки нория *3* подает в надшахтный бункер *9*. Сухое

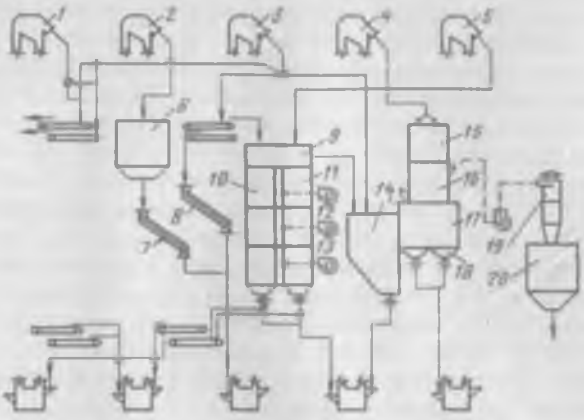


Рис. 53. Технологическая схема зерносушилки «Целинная-60» на базе сушилки ДСП-32-ОТ:

1, 2, 3 — нории; *4, 5* — рециркуляционные нории; *6* — бункер; *7* — сепаратор; *8* — вороохоочиститель; *9* — надшахтный бункер; *10* — шахта промежуточного охлаждения; *11* — шахта окончательного охлаждения; *12, 13* — вентиляторы; *14* — оперативный бункер; *15* — бункер над камерой нагрева; *16* — камера нагрева; *17* — тепловлагообменник; *18* — выпускное устройство; *19* — циклон; *20* — бункер отходов

зерно после шахт *10* и *11* конвейер и нория *1* направляют в склад.

Каркас зерносушилки высотой 24 000 мм, шириной и длиной 6000 мм служит несущей конструкцией. Он состоит из треугольных ферм, сваренных из уголков размером 63×63 и 75×75 мм. Каркас имеет четыре перекрытия, которые усилены швеллером № 18. Для увеличения несущей способности две противоположные стенки каркаса усилены колоннами по одной на каждой стороне. Колонны изготовлены длиной по 5000 мм из двух швеллеров № 10, сваренных в виде фермы прямоугольного сечения.

Бункер над камерой нагрева и бесприводное загрузочное устройство такие же, как в ранее рассмотренной зерносушилке «Целинная-60». Камера нагрева имеет свои особенности. Высота камеры 3700 мм, размеры в плане 1500×3000 мм. Камера состоит из трех секций — подводящей и отводящей высотой по 1450 мм и глухой секции высотой 800 мм. В качестве тормозящих элементов использованы решетки, аналогичные ранее рассмотренным. Всего установлено 30 решеток, по десять в каждой секции. Для монтажа и технического обслуживания решетчатых тормозящих элементов в камере смонтированы три двухстворчатые двери.

При эксплуатации камеры обнаружены отдельные ее недостатки. Большая площадь горизонтального сечения камеры ведет к деформации решеток и к засорению камеры, а наличие дверей — к подсосам атмосферного воздуха. В дальнейшем тормозящие элементы были заменены на подвески с конусами. Корпус

камеры нагрева изготовлен из уголков размером 75×75 и листовой стали толщиной 2 и 3 мм. Корпус теплоизолирован асбозурнтом, который набит между двойными стенами камеры. Применение конусов позволило избежать деформацию решеток.

Тепловлагообменник зерносушилки выполнен квадратного сечения размером 3000×3000 мм и высотой 7300 мм. Для удобства транспортирования бункер собран из трех секций, из которых две высотой по 3000 мм и одна — 1300 мм. Внутри тепловлагообменника смонтирована лестница, а сверху — лазовый люк. Внизу бункер заканчивается двумя переходными патрубками, к которым крепят два беспривод ных выпускных устройства шириной по 1000 мм каждый. Тепловлагообмеинник изготовлен из уголков размером 56×56 мм и листовой стали толщиной 3 мм. Стенки по вертикальной центральной оси усилены швеллерами № 10. Для прочности противоположные стенки бункера скреплены между собой стяжками из стали ∅ 20 мм.

Бесприводные выпускные устройства, смонтированные под тепловлагообменником, предназначены для равномерного выпуска зерна в рециркуляционную норию. Их устройства ничем не отличаются от ранее рассмотренных.

Оперативный бункер высотой 9400 мм и размером в плане 3100×400 мм используют для сырого зерна и для слива излишка зерна как из надшахтного бункера зерносушилки ДСП-32-ОТ, так и из тепловлагообменника. Он изготовлен из уголка размером 63×63 мм и листовой стали толщиной 3 мм. Переход от вертикальных стенок в наклонные обвязан швеллером № 8, который служит опорной рамой бункера. В оперативный бункер выведена сливная труба из тепловлагообменника. Она заканчивается на 200 мм выше выпускного отверстия. Такая схема обеспечивает вывод из оперативного бункера в первую очередь зерна, идущего сливом из тепловлагообменника.

Охладительные шахты не реконструировали, оставили без изменения выпускные устройства зерносушилки ДСП-32-ОТ и вентиляторы. Воздуховоды к вентиляторам первой и второй охладительных зон реконструировали с тем, чтобы была возможность подачи в них как агента сушки (при работе шахтной сушилки), так и атмосферного воздуха (при работе рециркуляционной зерносушилки).

Зерносушилка «Целинная-50К». В ней применен изотермический способ сушки. Сушилка смонтирована на шести колоннах высотой 5000 мм, связанных между собой попарно уголками размером 50×50 мм в виде ферм шириной 3000 мм. Каждая колонна сварена из двух швеллеров № 36. Сверху колонны связаны между собой швеллером № 36 в виде рамы.

Рециркуляционная нория 1-350 и две оперативные нории привязывают по месту в зависимости от объекта. При сушке зерна

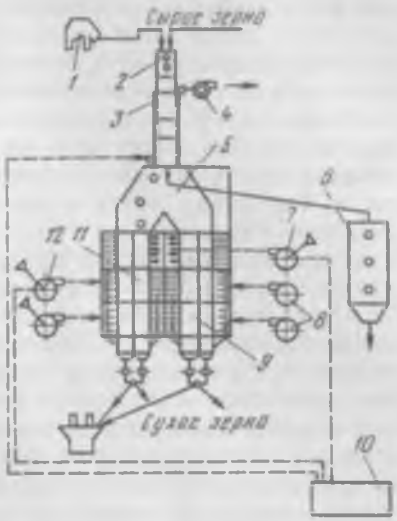


Рис. 54. Технологическая схема зерносушилки «Целинная-50К»:
1 — рециркуляционная нория; *2* — бункер; *3* — камера нагрева; *4, 7, 8, 12* — вентиляторы; *5* — тепловлагообменник; *6* — оперативный бункер; *9* — шахта окончательного охлаждения; *10* — топка; *11* — шахта промежуточного охлаждения

кукурузы устанавливают нории 1-100, а зерна пшеницы — нории 1-175. Вентилятор камеры нагрева размещен на специальной площадке на отметке 17 400 мм, а вентиляторы охладительных шахт смонтированы на нулевой отметке.

Зерносушилка работает по следующей технологической схеме (рис. 54). Нория *1* подает рециркулирующее зерно в бункер над камерой нагрева, сюда же оперативная нория (1-100 или 1-175) направляет сырое зерно. Смесь зерна через беспривод-ное загрузочное устройство поступает в камеру нагрева, где нагревается до определенной температуры. Далее смесь зерна идет в тепловлагообменник, а затем в охладительные шахты, разделенные по высоте на три зоны. В первой зоне обеих шахт, в шахте промежуточного охлаждения во второй и третьей зонах зерно продувается агентом сушки с температурой 100...120° С, в шахте окончательного охлаждения во второй и третьей зонах — атмосферным воздухом. Из шахты промежуточного охлаждения зерно через два беспривод-ных устройства по самотечной трубе поступает в рециркуляционную норию, а из шахты окончательного охлаждения также через два беспривод-ных выпускных устройства — в оперативную норию. Затем циклы сушки непрерывно повторяются. Устройство бункера над камерой нагрева, беспривод-ного загрузочного устройства такое же, как в существующих зерносушилках типа «Целинная».

Камера нагрева сечением 3000×1500 мм и высотой 4834 мм состоит из трех секций: нижней подводящей секции высотой 1787 мм, средней высотой 1350 мм и верхней отводящей секции высотой 1697 мм. В качестве тормозящих элементов использованы конусы двух типоразмеров. Конусы нанизаны на гибкие подвески. Размещение конусов, их размеры аналогичны ранее рассмотренным. Отличие заключается только в том, что в этой камере на каждой подвеске смонтировано по 11...12 конусов.

Камера нагрева выполнена из уголков размером 50×80, 50×50 мм и листовой стали толщиной 2...3 мм. Стенки камеры

двойные и теплоизолированы. Камеру обслуживает вентилятор Ц4-70 № 12, скорость вращения ротора 800 об/мин.

Тепловлагообменник зерносушилки имеет сложную конфигурацию. Для экономии металла верхняя часть его выполнена наклонной с учетом заполнения зерна после камеры нагрева под углом естественного откоса. Габариты тепловлагообменника 7300×3000×5003 мм. В этом бункере смонтированы сливная труба, заборная часть которой расположена на вертикальной центральной оси камеры нагрева, и лестница с лазовым люком для обслуживания. Для дистанционного контроля зерна на передней вертикальной стенке предусмотрены монтажные гнезда для датчиков уровня, для визуального наблюдения за уровнем зерна сделано смотровое окно сечением 40×400 мм. Тепловлагообменник изготовлен из уголков размером 75×75 и 75×50 мм и листовой стали толщиной 3 мм.

Охладительные шахты зерносушилки сдвоены по типу зерносушилки «Целинная-30» или по типу шахты окончательного охлаждения зерносушилки «Целинная-60». Отличие состоит только в том, что шахты сдвоены как в зоне окончательного, так и промежуточного охлаждения. Размеры каждой шахты в плане 3000×2450 мм, высота 7500 мм. Шахты состоят из двух частей: первая шириной 1350 мм, вторая — 1100 мм. Они изготовлены из отдельных секций высотой по 1125 мм. По высоте шахты размещено 36 рядов коробов по 14...15 в каждом ряду. Вертикальные стенки шахт усилены стяжками из круглой стали по типу зерносушилки «Целинная-30».

Охладительные шахты по высоте равномерно разделены на три зоны. Первую зону обслуживает вентилятор Ц4-70 № 12, частота вращения рабочего колеса 800 об/мин. Напорно-распределительная камера первой зоны размещена между шахтами, ее ширина 2400 мм, высота 2500 мм. В эту камеру через диффузор поступает агент сушки. Напорно-распределительные камеры второй и третьей зоны шахты промежуточного охлаждения и напорно-распределительные камеры шахты окончательного охлаждения выполнены с торцов шахт. В эти зоны промежуточного охлаждения подают агент сушки двумя вентиляторами Ц4-70 № 10, а в шахту окончательного охлаждения также двумя вентиляторами Ц4-70 № 10 — атмосферный воздух.

Для вывода отработавшего агента сушки из первой зоны предназначены камеры, стенки которых выполнены в виде жалюзи. Вывод отработавшего агента сушки после второй и третьей зон шахты промежуточного охлаждения осуществлен через одну камеру, а атмосферного воздуха из этих же зон шахты окончательного охлаждения — через другую камеру. Камеры разделены по вертикали перегородкой. Для вывода зерна, попавшего из

шахты в отводящие камеры, предусмотрены патрубки размером 200×200 мм.

Охладительные шахты изготовлены из уголка размером 56×56 мм и листовой стали толщиной 3 мм. К шахтам смонтированы беспривводные выпускные устройства. Их конструкция аналогична ранее рассмотренным. Рядом с зерносушилкой находится оперативный бункер высотой 6061 мм и размерами в плане 2080×2600 мм.

§ 4. РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗЕРНОСУШИЛКИ ДСП-32-ОТ

Реконструкция зерносушилки ДСП-32-ОТ с каскадным подогревателем (рис. 55). Сырое зерно из склада подается конвейером и норией в зерноочистительные машины, а затем второй норией транспортируется в подогреватель. Из подогревателя зерно поступает в надсушильный бункер, откуда основная масса зерна поступает в шахты, а часть сливом идет в подогреватель на смешивание его с сырым зерном и дополнительный нагрев.

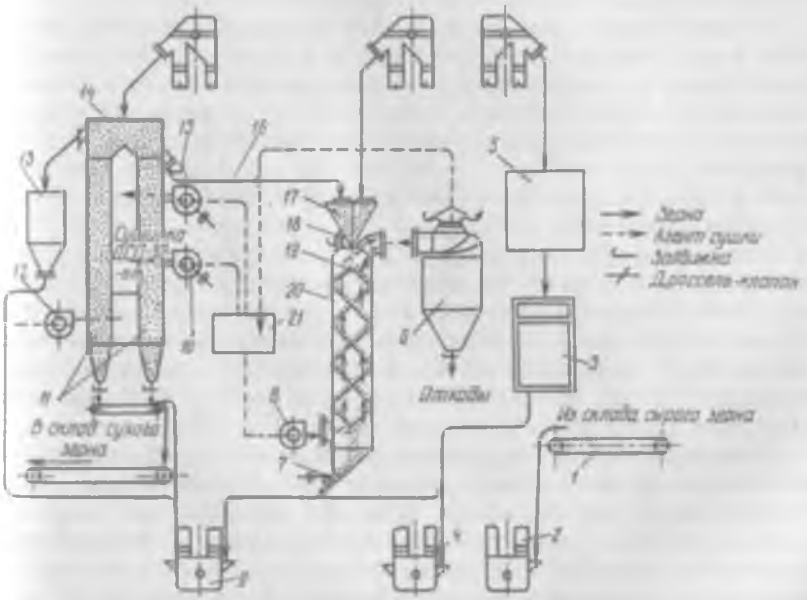


Рис. 55. Технологическая схема реконструированной зерносушилки ДСП-32-ОТ с каскадным подогревателем:

1 — конвейер; *2, 4, 9* — нории; *3* — сепаратор; *5* — ворохоочиститель; *6* — бункер отходов; *7, 15* — задвижки; *8, 10, 12* — вентилятор; *11* — охладительные шахты; *13* — сливной бункер; *14* — надсушильный бункер; *16* — самотечная труба; *17* — бункер; *18* — питатель; *19* — каскадные решетки; *20* — подогреватель; *21* — топка

В шахтах зерно сушится и охлаждается, после чего направляется в склад сухого зерна.

В подогреватель вентилятор подает агент сушки с температурой 120...200 °С. Отработавший агент сушки после циклона бункера отходов возвращают в топку.

Каскадный подогреватель представляет собой вертикальную противоточную шахту сечением 1600 × 1600 мм. Подогреватель состоит из двух секций и выпускного бункера с грузовым клапаном, который устанавливают для предотвращения поступления агента сушки из подогревателя в самотечную трубу и норию.

Внутри каждой секции подогревателя установлены четыре ряда расположенных под углом 40° решетчатых, самоочищающихся полок, два ряда которых находятся около стен, а два других пересекаются по его оси. Все полки наклонены соответственно одни к оси подогревателя, другие к его стенкам.

Для проверки состояния полок и их замены в корпусе подогревателя установлены лазовые люки. Кроме того, в подогревателе имеются диффузор и конфузор для подачи агента сушки и его вывода. Подогреватель теплоизолирован.

В верхней части расположен питатель-распределитель лопастного типа. Питатель предназначен для равномерного распределения зерна по подогревателю и смешивания сырого и рециркулирующего зерна. Питатель приводится в движение электродвигателем мощностью 2,2 кВт через червячный редуктор. Частота вращения вала питателя 75 об/мин. Над питателем устанавливают бункер, разделенный перегородкой на две секции — сырого и рециркулирующего зерна.

Поступающее в подогреватель зерно перемешивается и движется двумя потоками по решетчатым полкам. При этом происходит интенсивный нагрев зерна до заданной температуры. Агент сушки, нагнетаемый вентилятором, движется сквозь решетчатые полки против движения зерна. Расход агента сушки для подогревателя 40 тыс. $м^3$/ч, установленная мощность 32,2 кВт. Габариты, мм: длина 3500, ширина 3346, высота 10 321.

Реконструкция зерносушилки ДСП-32-ОТ с использованием напорно-распределительной камеры как подогревателя зерна. Реконструкция зерносушилки (рис. 56) позволяет с минимальными затратами повысить производительность зерносушилки и снизить удельные расходы топлива и электроэнергии при сохранении качества зерна. Реконструкция заключается в использовании напорно-распределительной камеры в качестве подогревателя зерна, для этого перегородки между зонами снимают, а перегородку между охладительной зоной и второй зоной сушки заменяют на сборник зерна типа бункера с самотеком.

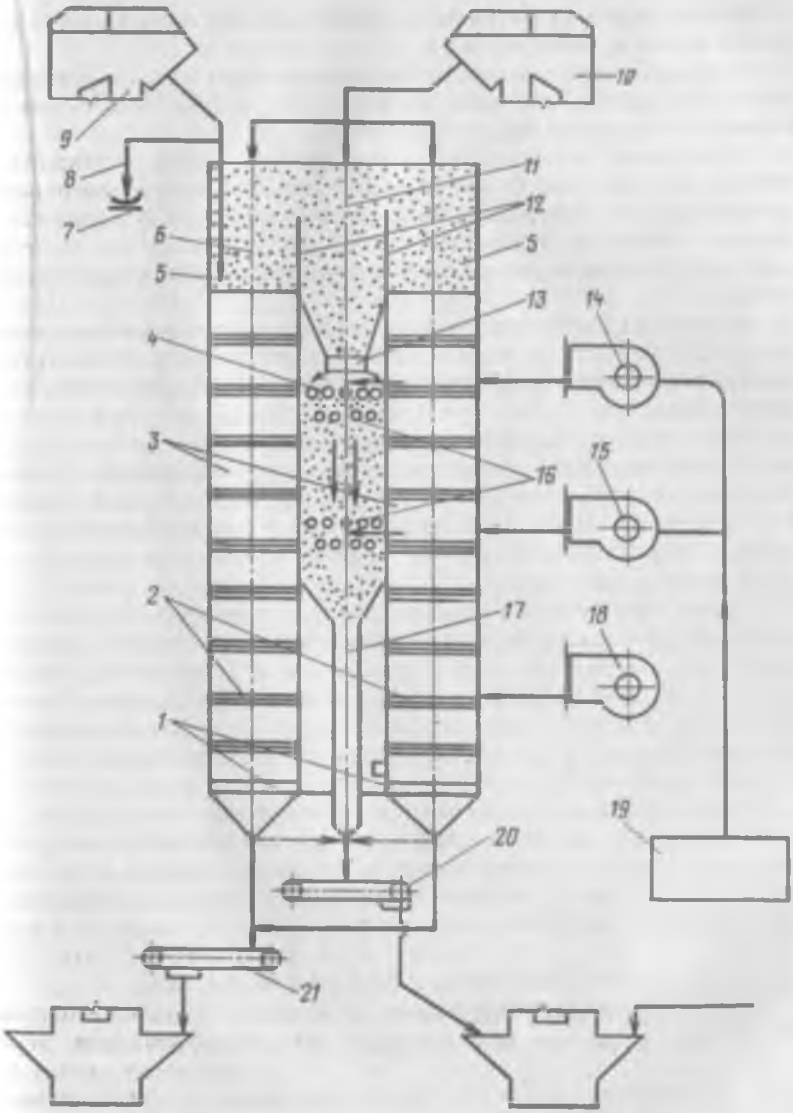


Рис. 56. Технологическая схема реконструированной зерносушилки ДСП-32-ОТ с использованием напорно-распределительной камеры в качестве подогревателя зерна:

1 — выпускные механизмы; *2* — охладительные шахты; *3* — сушильные шахты; *4* — разбрызгиватель; *5, 8, 17* — самотечные трубы; *6* — надсушильный бункер, *7, 20, 21* — конвейеры; *9, 10* — нории; *11* — средний надсушильный бункер; *12* — перегородки; *13* — распределительное устройство; *14, 15, 18* — вентиляторы; *16* — тормозящие элементы; *19* — топка

В надсушильном бункере устанавливают две перегородки, делящие бункер на три части (на три самостоятельных бункера). В среднем бункере в нижней части монтируют выпускное устройство, с помощью которого регулируют подачу зерна в камеру нагрева. В верхней части перегородок на расстоянии примерно 300...500 мм от верха сделаны перепускные окна, что позволяет обеспечить слив части подогретого зерна и направлять его в средний бункер для смешивания с сырым зерном и дальнейшего нагрева и рециркуляции.

Сплошные перегородки между зонами заменены решетчатыми уголками из металлических прутьев. Для улучшения эффекта «дождевания» и снижения скорости падающего зерна в напорно-распределительной камере устанавливают тормозящие элементы различных конструкций (трубы, короба, жалюзийные каскадные устройства).

Перегородка, отделяющая сушильные камеры от охладительной зоны, заменена сборным бункером с самотечной трубой, которая проходит через напорно-распределительную камеру. В самотечной трубе смонтирован грузовой противовзрывной клапан, исключающий утечку агента сушки в атмосферу при опорожнении бункера.

Сырое зерно норией подается в надсушильный бункер, затем через бесприводное выпускное устройство поступает в камеру предварительного нагрева. Подогретое в свободном падении зерно из бункера-сборника по самотечной трубе направляется на рециркуляцию в надсушильный бункер, где оно смешивается с сырым зерном и перераспределяется на две части, одна из которых поступает в сушильные шахты на сушку и охлаждение, а вторая в подогреватель и на рециркуляцию.

Подача агента сушки осуществляется вентиляторами сушильных зон в напорно-распределительную камеру, где часть теплоты передается потоку падающего зерна, а затем зерну, находящемуся в сушильных шахтах.

§ 5. ШАХТНАЯ РЕЦИРКУЛЯЦИОННАЯ ЗЕРНОСУШИЛКА С ДВУМЯ КОНТУРАМИ РЕЦИРКУЛЯЦИИ

Для улучшения эксплуатации зерносушилок и упрощения ее управления в технологическую схему работы зерносушилок вводят второй контур рециркуляции зерна. Для этого тепловлагообменник делят перегородкой на две части и устанавливают норию для подачи зерна во вторую его часть, расположенную над охладительной шахтой. Кроме того, на самотечной трубе первой нории монтируют один над другим два небольших бункера, к которым присоединяют самотечные трубы. Самотеч-

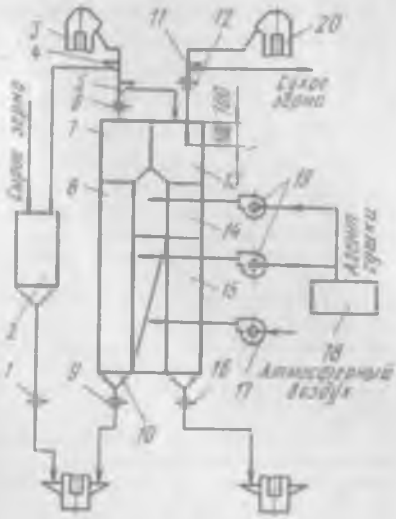


Рис. 57. Технологическая схема шахтной зерносушилки с двумя контурами рециркуляции:
1, 6, 9, 12, 16 — задвижки; *2* — оперативный бункер, *3* — нория первого контура рециркуляции; *4, 5* — сливные самотечные трубы; *7* — тепловлагообменник № 1; *8* — шахта первого контура рециркуляции; *10* — беспривидное выпускное устройство; *11* — сливная самотечная труба для выпуска просушенного зерна; *13* — тепловлагообменник № 2; *14* — сушильная зона второго контура рециркуляции; *15* — охладительная зона; *17* — вентилятор атмосферного воздуха; *18* — топка; *19* — вентиляторы для подачи агента сушки; *20* — нория второго контура рециркуляции

ные трубы от нижнего бункера направляют в тепловлагообменник второго контура рециркуляции, а от верхнего — в оперативный бункер. В самотечной трубе после второй нории также устанавливают бункер со сливной трубой, по которой просушенное зерно направляют в склад.

Технологическая схема работы зерносушилки показана на рисунке 57. Сырое зерно из оперативного бункера направляют в норию первого контура рециркуляции, которая подает его в тепловлагообменник до полного заполнения шахт первого контура рециркуляции и бункера *6* до сливного устройства. Заполняют второй контур рециркуляции до верхнего сливного устройства, которое контролируют наличием зерна в сливной самотечной трубе, после чего включают вентиляторы и топку.

При этом подачу сырого зерна прекращают, закрыв задвижку *1*, и включают вторую норию *20* и беспривидные выпускные устройства обеих шахт. Зерно циркулирует в шахтах до заданной влажности.

В процессе первого подготовительного этапа сушки регулируют выпускные устройства, обеспечивая необходимую производительность и равномерное движение зерна. По достижении зерном заданной влажности во втором контуре рециркуляции открывают задвижку на необходимую величину, обеспечивающую подачу зерна в сушилку, равную его выпуску на выходе. При поступлении сырого зерна в зерносушилку она начинает переполняться, и из сливной самотечной трубы во втором контуре рециркуляции просушенное и охлажденное зерно направляют по назначению.

Дальнейшее регулирование подачи зерна осуществляют посредством задвижки оперативного бункера, увеличивая или

уменьшая подачу зерна в зависимости от его влажности. Для обеспечения хорошей работы зерносушилки с двумя контурами сушки самотечную трубу от нории второго контура устанавливают на 500...700 мм ниже самотечной трубы нории первого контура.

Вопросы для самоконтроля. 1. Расскажите о принципе работы рециркуляционных зерносушилок. 2. Каковы особенности зерносушилок РД-2 × 25-70, У2-УЗБ-50 и А1-УЗМ? 3. Из каких узлов состоит зерносушилка А1-ДСП-50? 4. Конструкция зерносушилки А1-УСШ и из каких основных узлов она состоит? 5. Где осуществляется смешивание сырого и рециркулируемого зерна в зерносушилках А1-УЗМ, А1-УСШ, А1-ДСП-50? 6. За счет чего обеспечивается автоматическое регулирование подачи сырого зерна в зерносушилках А1-УЗМ, А1-ДСП-50, А1-УСШ? 7. Из каких основных узлов состоит зерносушилка «Целинная-50»? Чем отличается технологическая схема зерносушилки «Целинная-50» от шахтных зерносушилок? 8. Какое назначение имеет тепловлагообменник в рециркуляционных зерносушилках? 9. Чем отличаются шахты окончательного охлаждения и промежуточного в зерносушилках типа «Целинная»? 10. Какие вы знаете схемы подачи воздуха в шахты окончательного и промежуточного охлаждения зерна? 11. Достоинства и недостатки зерносушилок типа «Целинная». 12. Какие конструкции подогревателей вы знаете? 13. Какова технологическая схема зерносушилки «Целинная-30» и ее основные отличия от зерносушилки «Целинная-50? 14. Что собой представляет технологическая схема зерносушилки «Целинная-36»? 15. На базе какой зерносушилки построена зерносушилка «Целинная-60»? 16. Что нового включает технологическая схема зерносушилки «Целинная-50К»? 17. Достоинства технологической схемы реконструкции зерносушилок ДСП-32-ОТ с использованием напорно-распределительной камеры, как подогреваются зерна? 18. Каковы достоинства зерносушилок с двумя контурами сушки?

Глава IV. КАМЕРНЫЕ СУШИЛКИ

Для сушилки кукурузы в початках применяют камерные сушилки коридорного и секционного типов. Сортовые семена кукурузы в початках сушат в камерных сушилках в плотном, неподвижном слое, которые непрерывно или прерывисто продуваются смесью топочных газов с воздухом (агент сушки). Сушилки коридорного и секционного типов различаются конструкцией и расположением сушильных шахт, распределительных коридоров, вентиляционного оборудования, топок и схемой движения агента сушки.

Сушилки могут состоять из четырех, шести, восьми или десяти сушильных камер. Производительность зависит от числа камер, их загрузки и количества подаваемого агента сушки. Початки кукурузы загружают в сушильные камеры и сушат в неподвижном слое, пропуская через него агент сушки попеременно снизу вверх и сверху вниз. Продолжительность сушки кукурузы в початках достигает до пяти суток при начальной влажности зерна 42...45 % и конечной 13,0...13,5 %.

Камеры сушилок коридорного типа имеют различную вмести-

мость: 27; 50 и 80 т с размерами в плане соответственно 3000×
×6000, 6000×6000 и 5000×10500 мм. Высота загрузки во всех камерах составляет максимум 3,5...4,0 м и изменяется в зависимости от начальной влажности кукурузы.

Секционные сушилки бывают восьми- и двенадцатикамерные, вместимостью каждой камеры 200 т и размером в плане 9000×
×12000 мм с высотой заполнения до 4 м. Конструктивно сушилка секционного типа состоит из отдельных самостоятельных секций с двумя сушильными камерами, а между ними расположены топка и вентилятор.

Топки коридорных сушилок вынесены за пределы сушильных камер и соединены с ними верхним и нижним коридорами и диффузором. Топки двенадцатикамерных коридорных сушилок могут работать независимо друг от друга.

§ 1. СУШИЛКИ КОРИДОРНОГО И СЕКЦИОННОГО ТИПОВ

Сушилка коридорного типа СКП-6. Все сушилки (рис. 58) коридорного типа состоят, как правило, из сушильного и топочного помещения (собственно сушилки и топки), представляют собой отдельные кирпичные сооружения, оснащенные вентиляционным, энергетическим (топочным), транспортным и другим оборудованием.

Сушилка *1* состоит из шести камер *1* (по три в ряду). Между рядами камер расположены распределительные коридоры — нижний *15* и верхний *16*, которые служат для распределения агента сушки по камерам.

Подача агента сушки в сушилку осуществляется вентилятором *23* низкого давления ЦВ № 18,5, проектная производительность которого составляет 250 тыс. $м^3$/ч при мощности электродвигателя 75 кВт. Агент сушки получают в результате смешивания получаемых в топке топочных газов с атмосферным воздухом и с температурой 36...46 °С, засасываемым через жалюзийные решетки — боковые и нижние. Доля топочных газов и воздуха в агенте сушки составляет примерно 1...30—1...40. Распределение агента сушки в нижней *15* или верхней *16* коридор осуществляется через диффузор *21* с клапаном *22* в зависимости от положения клапана. Так, при расположении клапана в верхней части диффузора агент сушки подается в нижний коридор, а при нижнем положении клапана — в верхний коридор. Клапан в верхнее или нижнее положение устанавливают ручной лебедкой *20*.

Агент сушки по сушильным камерам *1* в нижнем коридоре *15* распределяется через дверные проемы *12*, а в верхнем коридоре *16* — через люки *10*. Сушилка может работать как при па-

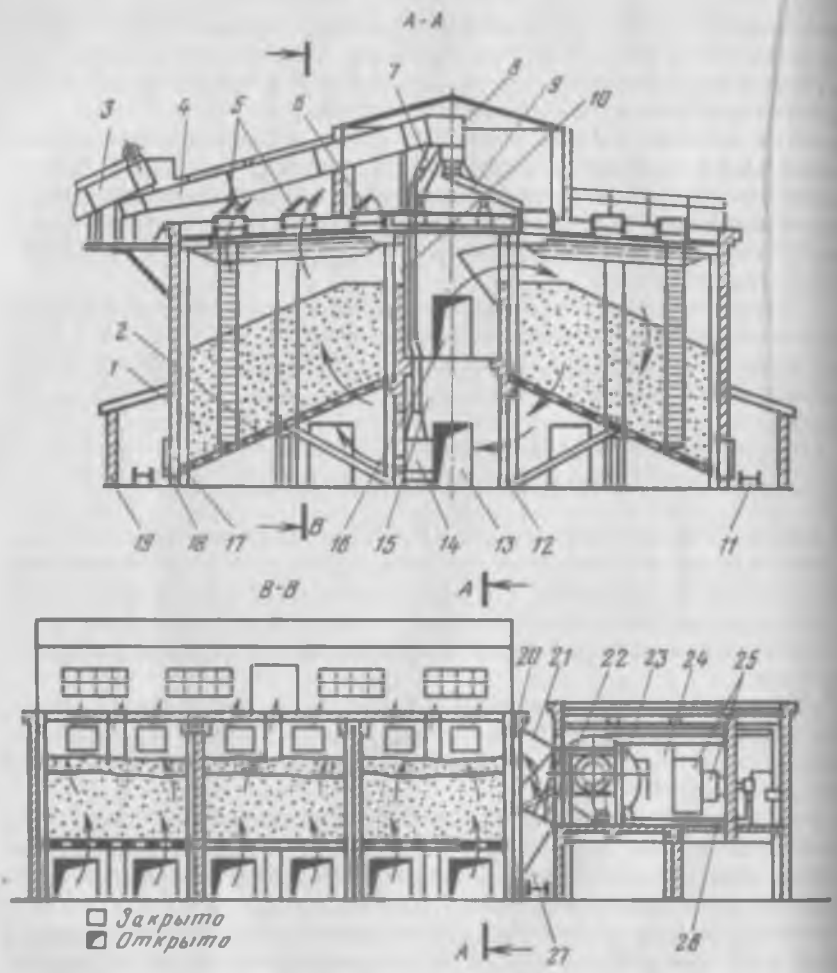


Рис. 58. Камерная сушилка СКП-6 коридорного типа:
1 — сушильная камера; *2* — ситовое днище; *3* — скребковый конвейер; *4* — ленточный конвейер; *5* — люки для выхода отработавшего агента сушки; *6* — загрузочный люк; *7* — отделитель самообруша; *8* — реверсивный конвейер; *9* — загрузочный лоток; *10* — люк; *11* — разгрузочный конвейер; *12, 13* — двери; *14* — передвижная сушилка; *15* — нижний распределительный коридор; *16* — верхний распределительный коридор, *17* — разгрузочный люк; *18* — крышка люка; *19* — галерея; *20* — лебедка; *21* — диффузор; *22* — клапан; *23* — вентилятор низкого давления; *24* — топка; *25* — цилиндры топки; *26* — жалюзийная решетка

раллельной, так и при последовательной подаче агента сушки.

Отработавший агент сушки при параллельной схеме сушки при подаче агента сушки снизу вверх и последовательной схеме сушки выводится через люки *5*, установленные в верхней части

перекрытия сушильных камер *1*. При параллельной работе камер сушилки и подаче агента сушки сверху вниз отработавший агент сушки выводится по нижнему коридору *15* через расположенные в его торце двери *13*. Скорость отработавшего агента сушки при выходе из дверей *13* достигает 30 м/с. Для ее снижения, а следовательно, и уменьшения сопротивления сети в торцевых сушильных камерах устанавливают дополнительные дверные проемы. Этим выходная площадь увеличивается в 3 раза и соответственно снижается скорость отработавшего агента сушки и сопротивления сети.

Двери *13* одновременно служат и для входа обслуживающего персонала в нижний коридор *15*, а для входа в верхний коридор имеется дверь, расположенная на втором этаже в торцевой стенке верхнего коридора с противоположной стороны топки.

Сушильные камеры представляют собой прямоугольную шахту с размерами в плане 6×6 м и высотой 4,5 м с одной стороны и 6 м — с другой, с наклонным под углом 30 °С в сторону наружных стен днищем *2*. Днище изготовлено из досок толщиной 5 см, уложенных на ребро на расстоянии 5 см друг от друга. Сверху доски обиты штамповым ситом с отверстиями 5 мм.

Влажные початки кукурузы загружаются в сушильные камеры *1* через люки *6*, расположенные на верхнем перекрытии по загрузочным лоткам *9* при помощи скребкового *3*, ленточного *4* и ленточного реверсивного *8* конвейеров. Початки располагаются в сушильной камере под углом естественного откоса. Просушенные початки кукурузы из сушильных камер выгружают через разгрузочные люки *17*, снабженные закладными досками, и подаются на разгрузочные продольные конвейеры *11*, а затем на поперечный конвейер *27*, который направляет их на обмолот. После разгрузки сушильных камер в люках *17* устанавливают закладные доски и закрывают их крышками *18*.

Разгрузочные конвейеры защищены от осадков нижней легкой галереей, для снижения сопротивления слоя початков воздушному потоку или погрузке початков кукурузы в сушильные камеры производится отбор обрушенного зерна кукурузы, для чего между ленточным конвейером *4* и реверсивным конвейером *8* устанавливают отделитель самообруша *7*. Отделенное обрушенное зерно поступает из него по самотечной трубе в передвижную сушилку *14*.

Топка мало отличается от топок шахтных зерносушилок и состоит из собственно топки *24* и воспомогательного оборудования.

Техническая характеристика

Производительность, т/сезон	1500
Удельный расход условного топлива, кг · %/т	3,3

Удельный расход электроэнергии, кВт · %/т	1,5
Вместимость, м³:	
камеры	100
сушилки	600
Габариты, мм:	
длина	23 000
ширина	16 000
высота	10 000
Масса металлоконструкций сушилки, кг	40 000

Сушилка секционного типа. Представляет собой отдельное кирпичное сооружение с железобетонными перекрытиями, в котором размещены сушильные камеры, топки, конвейеры и другое оборудование. Сушильные камеры (рис. 59) и топки расположены в одном здании. Габариты сушилки, мм: длина 39 000, ширина 31 000 и высота 11 000.

В средней части здания (в нижней проходной галерее) между сушильными камерами расположен разгрузочный ленточный конвейер для уборки просушенных початков. На первом этаже над проходной галереей находятся четыре нижние распределительные камеры, предназначенные для распределения агента сушки в сушильные камеры. Распределительные камеры разделены между собой глухими перегородками. В них предусмотрены плотно закрывающиеся двери. Такие же двери (входные) имеются в торцевых стенах здания.

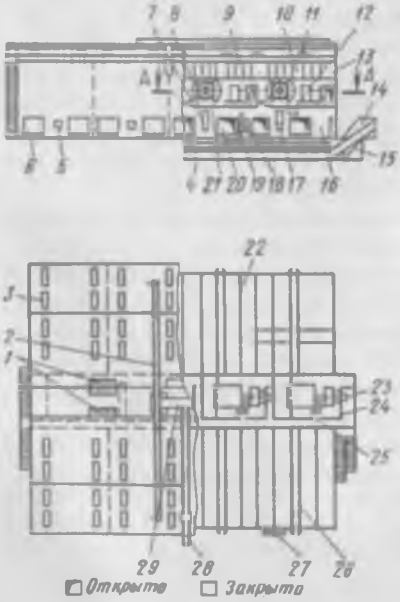


Рис. 59. Сушилка секционного типа: *1* — жалюзийные фонари; *2* — поперечный передвижной реверсивный конвейер; *3* — загрузочный люк, *4* — разгрузочный ленточный конвейер; *5* — наружная дверь; *6* — внешняя дверь; *7, 18* — двери; *8* — перекидной клапан вентилятора; *9* — тамбур; *10* — внутренние люки; *11* — верхний люк; *12* — нижний люк; *13* — верхняя распределительная камера; *14* — наклонный скребковый конвейер; *15* — проходная нижняя галерея; *16* — нижняя распределительная камера; *17* — внутренняя дверь; *19* — перегородка; *20* — нижние внутренние ворота; *21* — вентилятор; *22* — сушильная камера; *23* — форсунка; *24* — топка; *25* — внутренний коридор; *26* — поперечный конвейер; *27* — внешняя дверь *28* — верхний промежуточный конвейер *29* — продольный передвижной реверсивный конвейер

Над распределительными камерами (на втором этаже) в средней части здания расположены вентиляторы, топки с форсунками и другим оборудованием. Для удобства эксплуатации и обслуживания между топочно-вентиляционным оборудованием и сушильными камерами предусмотрен общий внутренний сквозной коридор. Верхние распределительные камеры предназначены для распределения и подачи агента сушки сверху в сушильные камеры. Для обслуживающего персонала в стене верхней распределительной камеры сделана дверь, ведущая из небольшого тамбура. В него можно попасть с верхнего перекрытия сушилки через верхний люк или через нижний люк из внутреннего коридора. На люках предусмотрены откидывающиеся вверх крышки.

За выхлопным патрубком вентилятора установлен перекидной клапан, лебедка управления которым находится в верхней распределительной камере. При крайнем верхнем положении клапана агент сушки поступает из вентилятора в соответствующую нижнюю распределительную камеру, а при крайнем нижнем положении — в верхнюю.

По обе стороны от распределительных камер расположены сушильные камеры. Их загружают початками при помощи ленточных конвейеров *26, 28, 29*. Наклонным скребковым конвейером початки при помощи промежуточного верхнего конвейера *28* подают на продольный передвижной конвейер *29*, далее они поступают на поперечный передвижной реверсивный конвейер *2* и через загрузочные люки — в сушильные камеры.

Днища сушильных камер секционных сушилок представляют собой каркас из досок, уложенных на ребро и обитых сверху стальным штампованным ситом с отверстиями ∅ 5 мм. Днища двухскатные, угол раскрытия — около 130°. Под каждой сушильной камерой перпендикулярно продольной оси сушилки расположен поперечный конвейер. Сверху он прикрыт короткими поперечными закладными досками. Поперечный конвейер предназначен для выгрузки просушенных початков из сушильной камеры. Траншея поперечного конвейера при сушке початков в камере закрывается с обоих концов герметичными дверьми — внутренней и наружной.

Для обеспечения движения агента сушки через слой початков в определенном направлении и последовательности в сушильных камерах предусмотрены наружные верхние загрузочные люки, внутренние люки, внутренняя нижняя дверь и внешняя дверь. Каждая секция сушилки работает самостоятельно. Сушку можно вести в одной камере или одновременно в обеих, причем как с параллельным движением агента сушки через обе камеры, так и с последовательным — через одну камеру в одном направлении, а на выходе из первой — через другую в противоположном.

Просушенные початки кукурузы из сушильных шахт выгру-

жают поперечным конвейером, откуда по наклонным металлическим лоткам они направляются на продольный (разгрузочный) ленточный конвейер и скребковый конвейер, а далее — в цех обмолота. Закладные доски по мере освобождения сушильных камер от початков кукурузы вынимают. В сушильную камеру со стороны нижней распределительной камеры входят через внутренние нижние двери.

Атмосферный воздух для смешивания с топочными газами засасывается через жалюзийные фонари, расположенные на верхнем перекрытии сушилки. Боковые стенки фонарей делают из редко плетеной стальной сетки. Топки секционных сушилок оборудованы так же, как топки коридорных сушилок.

Устройства для разгрузки початков и отделения обрушенных зерен. Конвейеры камерных сушилок снабжены вибрационными разгрузочными устройствами (виброразгрузчиками). Они предназначены для выгрузки просушенных початков кукурузы из сушильных камер. Состоит это устройство (рис. 60) из рамы, установленной на четырех колесах. На раме расположен приемный лоток, закрепленный на шарнирах. Он откидывается на разгрузочный люк сушильной камеры для приемки початков при разгрузке или на раму виброразгрузчика при его перемещении. По вибролотку початки движутся в результате работы вибратора, прикрепленного к его днищу.

Вибролоток связан с рамой виброразгрузчика через пальцы с резиновыми втулками, вставленными во втулки рамы. Центральная часть вибролотка опирается на резиновую прокладку. Для регулирования выпуска початков на раме виброразгрузчика расположен вертикальный шибер с ручным фиксатором. Виброразгрузчик перемещают вдоль сушилки по внутренним пол-

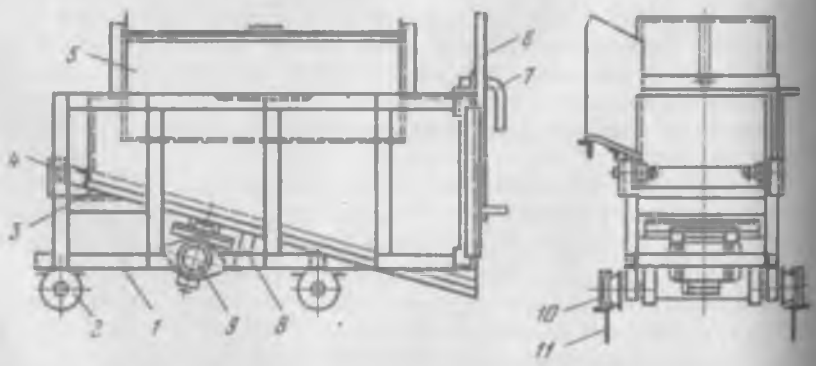


Рис. 60. Вибрационное разгрузочное устройство:
1 — рама; *2* — колесо; *3* — вибролоток; *4* — пальцы; *5* — приемный лоток; *6* — шибер; *7* — фиксатор; *8* — резиновая прокладка; *9* — вибратор; *10* — направляющий швеллер; *11* — рама конвейера

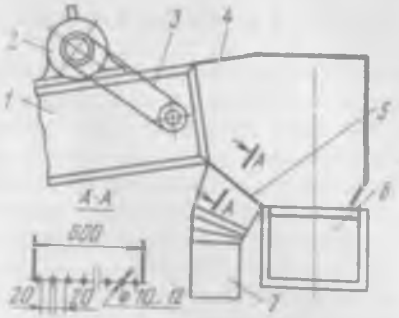


Рис. 61. Устройство для отделения обрушенных зерен:
1 — верхний наклонный конвейер; 2 — привод; 3 — клиноременная передача; 4 — разгрузочная коробка; 5 — решетка; 6 — конвейер; 7 — труба

кам направляющих швеллеров, закрепленных на раме конвейера, и устанавливают возле каждого разгрузочного люка.

Для отделения обрушенного зерна существует несколько устройств и установок. Одно из них показано на рисунке 61. В разгрузочной коробке верхнего наклонного конвейера расположено устройство в виде металлической решетки — отделителя обрушенного зерна. Верхний наклонный конвейер подает смесь початков кукурузы с обрушенными зернами в разгрузочную коробку.

Зерно проваливается через решетку и далее по трубе поступает в специальную сушилку, установленную в нижнем распределительном коридоре, а початки кукурузы направляются по конвейеру в сушильную камеру.

Для указанной цели применяют также установку У1-УСС. В технологических линиях кукурузообрабатывающих заводов и цехов эти установки монтируют перед сушилками.

Технологический процесс происходит следующим образом. Смесь початков и обрушенного зерна через загрузочное отверстие корпуса поступает на рабочий орган, представляющий собой два цепных контура с закрепленными между ними планками. При транспортировании рабочим органом обрушенные зерна проваливаются между зазорами планок и через сборник выводятся из установки. Початки выводятся через сбрасываемую коробку.

Техническая характеристика установки У1-УСС

Производительность (при горизонтальном положении), т/ч	30
Установленная мощность, кВт	11
Длина транспортирования, м	1,5
Скорость рабочего органа (не более), м/с	1,0
Максимальный угол наклона при монтаже, град	15
Габариты, мм:	
длина	2355
ширина	1220
высота	1480
Масса, кг	380

§ 2. СУШКА ОБРУШЕННОЙ КУКУРУЗЫ

По своему качеству обрушенное зерно мало отличается от сортовой кукурузы в початках и представляет большую ценность как посевной материал. При совместной сушке обрушенного зерна с початками кукурузы в камерной сушилке продолжительность сушки увеличивается на 20...30 ч. При этом наблюдается большая неравномерность сушки основной массы початков, пересушка одной части кукурузы до 9...11% и недосушка другой части до 16...18%. Причина такой неравномерности — разность в скважистости початков и смеси початков с обрушенным зерном. Это увеличивает сопротивление данного слоя и снижает расход агента сушки в целом по сушильной камере, и прежде всего в местах расположения смеси початков с обрушенным зерном.

«Столбы» с недосушенной кукурузой находятся в местах непосредственной загрузки сушильной камеры, где располагается обрушенное зерно. Следовательно, чтобы обеспечить равномерную сушку кукурузы в початках, обрушенное зерно надо отбирать и сушить отдельно.

Сушка обрушенных зерен кукурузы сложна из-за большой засоренности зерновой массы. В ней много листьев, «волоса» початков, минеральных примесей и других компонентов, которые существенно отличаются от основной культуры по форме, размеру, удельной массе. Следовательно, требуется обработка обрушенных зерен. Кроме того, трудность в работе с обрушенными зернами состоит в том, что на кукурузные заводы и в цехи поступает кукуруза различных сортов. В результате образуется большое число мелких партий, требующих очередности при сушке, а это приводит к самосогреванию и снижению всхожести семенного зерна.

Обрушенное зерно кукурузы сушат в передвижных и стационарных шахтных зерносушилках, непосредственно в отдельных камерах сушилок, в бункерах для активного вентилирования и при активном вентилировании в складах. Основной недостаток сушки обрушенного зерна кукурузы в шахтных зерносушилках — неравномерность его сушки и нагрева, в результате чего теряются семенные свойства. Использование отдельных камер приводит к снижению производительности сушилки в целом, так как камеру при этом загружают на $^1/_6$ вместимости.

Для сушки обрушенного зерна кукурузы широко применяют бункера БВ-25 и К-878 активного вентилирования периодического действия. Воздух, подаваемый в бункера, нагревают в тепловентиляционном агрегате ВПТ-400 или ВПТ-600. Иногда для этого используют топки передвижных зерносушилок ЗСПЖ-8, а на отдельных хлебоприемных предприятиях бункера подключают к топке камерной сушилки.

Вентилируемый бункер БВ-25 устанавливают на станине, состоящей из кольцевой рамы и четырех стоек. На них монтируют вертикальный цилиндр ∅ 3080 мм с перфорированными стенками и конусообразным дном. Внутри цилиндра по центру размещена воздухораспределительная труба ∅ 750 мм. На верхнем конце трубы расположено устройство для равномерной загрузки зерна. Бункер вмещает около 27 т зерна. На его станине установлен датчик, сигнализирующий о загрузке бункера.

При влажности кукурузы до 32 % бункер заполняют полностью, при более высокой влажности заполнять его доверху нельзя. В процессе сушки такого зерна его 2...3 раза в сутки пересыпают снизу наверх или в другой бункер для более равномерной сушки. Производительность вентилируемого бункера БВ-25 при подаче агента сушки температурой 45 °С и снижении влажности зерна на 6 % составляет примерно 1,5...2 т/ч.

Вентилируемый бункер БВ-25 работает следующим образом. Воздух снизу нагнетается вентилятором в распределительную трубу, удельная подача составляет 420 $м^3/(т \cdot ч)$. Воздух подогревают на 5...6 °С электрокалорифером мощностью 24 кВт. Внутри воздухораспределительной трубы находится подвижной клапан, который можно устанавливать на любой высоте. В процессе сушки уровень зерна в бункере снижается, поэтому периодически (через 3...4 ч) этот клапан опускают, что предотвращает утечку воздуха из верхней части бункера, не загруженной зерном.

Процесс сушки контролируют автоматически по относительной влажности отработавшего воздуха. Регулятор влажности монтируют на наружной стенке бункера. Настраивают регулятор так, чтобы он срабатывал при снижении относительной влажности отработавшего воздуха ниже 70 %. При этом автоматически отключается вентилятор. Два других регулятора устанавливают в специальном кожухе на наружной стене здания. Они автоматически включают или выключают вентилятор. После снижения влажности до 15% кукурузу охлаждают при помощи этого же вентилятора и выгружают из бункера.

На многих хлебоприемных предприятиях бункера активного вентилирования включены в технологическую схему существующих камерных сушилок. На Белгород-Днестровском комбинате хлебопродуктов (Одесская обл.) два бункера активного вентилирования БВ-25 установлены в торце камерной сушилки.

В ворохоочиститель ЗВ-50 обрушенные зерна подают конвейером, расположенным на крышке камерной сушилки. Очищенное зерно норией направляют в бункера БВ-25. Причем норию устанавливают таким образом, чтобы зерно из бункеров можно было вновь подать норией как для перемешивания, так и для отгрузки в автомобили или специальный бункер.

Агент сушки подают по воздуховоду. Для контроля темпера-

туры агента сушки в пределах 40...45 °С, подаваемого в бункер, на нем установлен термометр. Такая схема использования теплоты топок дает возможность просушивать в бункерах значительное количество обрушенного зерна. При этом сохраняется его всхожесть, увеличивается производительность камерных сушилок и выход сортовых семян.

На некоторых хлебоприемных предприятиях на базе вентилируемых бункеров БВ-25 или К-878 сооружают комплексы по приемке, очистке и сушке обрушенного зерна по более совершенной технологической схеме. Она включает: передвижной бункер БМ-62; погрузчик КШП-5; сетчатый барабан для первичной очистки обрушенных зерен от крупных примесей, листьев и «волоса»; два реконструированных ворохоочистителя ЗВ-50; нории для чистого зерна и для отходов; четыре, шесть или восемь бункеров БВ-25 или К-878; конвейеры для загрузки и выгрузки бункеров; топку; вентилятор накопительных бункеров для сухой кукурузы и для отходов; отгрузочные конвейеры для просушенной кукурузы и отходов.

На отдельных хлебоприемных предприятиях применяют специализированные технологические линии для очистки и сушки обрушенной кукурузы. Ее отбирают на всех участках приемки и переработки початков. По мере накопления партий одного сорта обрушенное зерно подают в бункер БМ-62 или разгружают на асфальтированную площадку. Убирают зерно с площадки и подают его в бункер погрузчиком КШП-5 (можно использовать погрузчик другой марки).

Из бункера зерно подают стационарным наклонным конвейером ТВ-50 в сетчатый барабан. Он, вращаясь, выделяет крупную примесь (початки, листья, камни, металломагнитные примеси). Все это идет сходом, а кукуруза — проходом в ворохоочиститель ЗВ-50, переоборудованный для отбора мелкой минеральной примеси (проход сита с отверстиями ∅ 6 мм). Сходом с сита с отверстиями ∅ 12 мм идет крупная примесь — галька и мелкие початки. Легкие примеси после осадочной камеры убирают шнеками, а пленки удаляют вентилятором СВМ-5. Очищенное зерно кукурузы сходом с сита с отверстиями ∅ 6 мм подают норией на скребковый конвейер, установленный над вентилируемыми бункерами БВ-25 или К-878. Над каждым бункером расположена задвижка, посредством которой можно отрегулировать очередность заполнения.

Все бункера связаны с общим воздуховодом ∅ 1100 мм и соединены с вентилятором, который подает агент сушки. Каждый вентилируемый бункер подключен к воздуховоду индивидуально, что дает возможность регулировать подачу агента сушки. Температуру агента сушки регулируют, изменяя расход топлива

и количество воздуха, засасываемого для поддержания температуры агента сушки (максимум до 50 °С).

Работает линия следующим образом. Обрушенное зерно подают в вентилируемый бункер, по мере накопления зерна включают вентилятор, разжигают топку и направляют в бункер агент сушки. Другие вентилируемые бункера на это время перекрывают задвижками и после их наполнения подключают к работе, подавая агент сушки.

Предлагаемая схема позволяет одновременно сушить кукурузу нескольких сортов (по числу бункеров). При этом масса партии может составлять 3...20 т. Чтобы обеспечить более равномерную и качественную сушку, зерно данной партии необходимо 1 раз перемещать в бункере само на себя или направлять в другой бункер. Это обычно делают в тот момент, когда нет подачи зерна или все бункера заполнены. Продолжительность сушки зависит от исходной влажности кукурузы и температуры агента сушки.

После окончания работы подачу агента сушки прекращают, закрывая задвижку в воздуховоде. В течение 2...3 ч зерно продувают атмосферным воздухом до полного охлаждения. Затем его конвейером и норией подают в ворохоочиститель ЗВ-50 и далее через накопительный бункер направляют в автомобили или в склад для хранения.

Эта линия позволяет круглосуточно принимать, очищать и сушить обрушенное зерно. При поддержании правильного температурного режима обеспечивается сохранность семенных качеств зерна. Кроме того, линия дает возможность принимать партии обрушенного зерна по сортам и очищать это зерно от всех видов примесей.

Техническая характеристика линии по очистке и сушке обрушенного зерна кукурузы

Число бункеров	4, 6, 8
Вместимость каждого бункера, т	20
Подача вентилятора, 10^3 м^3/ч	40...80
Продолжительность сушки при снижении влажности с 30 до 13 %, ч	24
Температура агента сушки, °С	45...50

§ 3. ИМПУЛЬСНЫЙ РЕЖИМ СУШКИ СЕМЕННОЙ КУКУРУЗЫ В ПОЧАТКАХ

Импульсный режим сушки семенной кукурузы в початках в камерных сушилках заключается в переменной подаче агента сушки и атмосферного воздуха. Важный фактор, способствующий повышению производительности камерных сушилок при импульсном режиме, — применение более высоких, чем обычно, тем-

ператур агента сушки. Чередование подачи агента сушки повышенной температуры с периодической подачей атмосферного воздуха обеспечивает допустимую температуру нагрева зерна и сохранение семенных качеств кукурузы.

При работе сушилок с импульсными режимами сушки соблюдают следующие требования. Перед началом процесса прогревают топку и сушилку (при постоянной подаче агента сушки температурой 42 °С в течение 2 ч). Температуру агента сушки выбирают в зависимости от влажности кукурузы. Для початков влажностью свыше 30 % она должна составлять 55 °С, до 30 %—60 °С. При сушке свежеубранной кукурузы (молочно-восковой спелости) температуру агента сушки рекомендуется снижать на 2...5 °С по сравнению с указанной.

Продолжительность импульсов подачи агента сушки $\tau_и$ (мин) и атмосферного воздуха $\tau_{охл}$ (мин) зависит от температуры атмосферного воздуха $t_в$ (°С) и составляет:

$t_в$	$\tau_и$	$\tau_{охл}$
10	6	1,5
15	6	2,0
20	6	2,5

Максимальная температура нагрева зерна не должна превышать 45 °С. Направление агента сушки (подачу снизу вверх или сверху вниз) меняют через каждые 8 ч в первые сутки работы и через каждые 4 ч в последующие сутки. Продолжительность сушки початков не должна превышать 120 ч, так как семена могут потерять всхожесть. Сушку початков следует заканчивать при влажности зерна 13...14 %.

Переоборудование камерных сушилок на импульсный режим сушки возможно при наличии средств автоматического управления работой топки, а в топливопроводе — исправного электромагнитного вентиля. Широкое применение нашел командный аппарат КЭП-12У, который согласно заданной программе обеспечивает команду на отключение и включение форсунки топки открытием или закрытием электромагнитного вентиля, установленного на топливопроводе.

Импульсный режим сушки устанавливают периодическим отключением и включением в работу форсунки по заданной программе. При этом вентиляторы низкого и высокого давления работают непрерывно. Загрузка сушильных камер и их разгрузка, работа транспортных механизмов, открывание люков и дверей для обеспечения параллельной или последовательной сушки происходят так же, как в камерных сушилках при постоянной подаче агента сушки.

Работа автоматики топки камерной сушилки при переводе ее на импульсный режим сушки показана на схеме 62. Универсальный переключатель *1УП* устанавливают в положение «Автома-

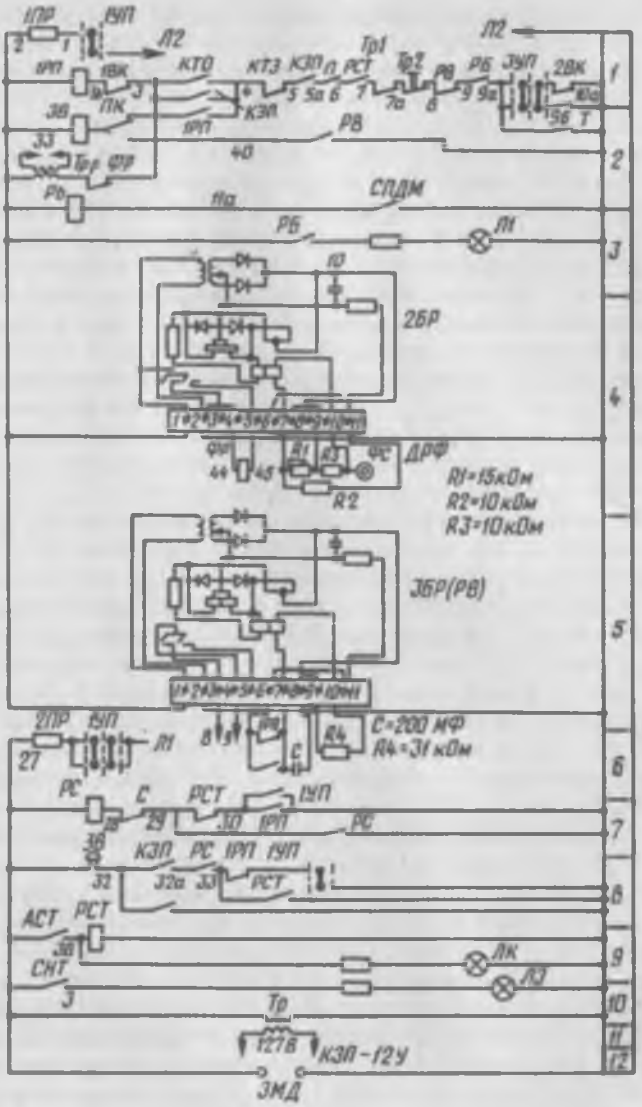


Рис. 62. Схема автоматизации топки камерной сушилки при переводе ее на импульсный режим сушки:

1 — ввод и включение питания к аппаратуре; *2* — управление подачей топлива и контроль подачи зажигания; *3* — контроль работы вентилятора высокого давления; *4* — контроль факела; *5* — управление подхватом факела по времени; *6* — включение питания к аппаратуре; *7* — съем звукового сигнала; *8* — подача и опробование звукового сигнала; *9* — аварийная температура; *10* — низкая температура; *11* — питание прибора КЭП-12У; *12* — питание моста ЭМД

тическое управление». При этом подают питание на контрольно-измерительную аппаратуру и цепи автоматики. Запускают вентилятор высокого давления. В сигнализаторе падения давления СПДМ замыкается контакт, что приводит к включению блокировочного реле РБ. Последнее соединяет свои замыкающие контакты в цепи электровентиля *ЭВ* для подачи горючего, подготавливая его к включению в цепи сигнальной лампы *ЛТ*. Включение этой лампы сигнализирует о работе вентилятора. Далее включают вентилятор подачи агента сушки. Пускатель электродвигателя вентилятора замыкает свой контакт *П* в цепи вентиля *ЭВ*. Одновременно замыкается контакт *1ВК*, контролирующий подачу агента сушки.

В зависимости от направления подачи агента сушки (в верхний или нижний коридор) конечный выключатель *2ВК* замыкает цепь *10а-Л2* или *9б-Л2*. В соответствующее положение ставят и переключатель *ЗУП*, который подключает к автоматическому самопишущему мосту *ЭМД* температурный датчик, установленный в том или ином коридоре.

Переключателем *1УП* подают напряжение на элементы автоматически, в том числе и на балансные реле *2БР*. Наличие факела контролируют балансным реле *2БР* и мостом, выполненным из сопротивлений. В одно из плеч моста включено фотосопротивление *ФС*, являющееся датчиком фотореле *ДРФ*.

Если факел не горит, *ФС* затемнено, мост находится в равновесии, реле *ФР* обесточено и его размыкающий контакт в цепи трансформатора зажигания ТРЗ замкнут, а замыкающий контакт в цепи *РВ* — разомкнут. Управление подхватом факела по времени выполнено на балансовом реле *ЗБР (РВ)*, которое выполняет роль реле времени. Если факел не горит, это реле питается через размыкающий контакт *1РП*. Его замыкающий контакт в цепи управления электровентиля *ЭВ* замкнут.

Командный аппарат КЭП-12У настроен так, что в течение 6 мин (время подачи агента сушки) его контакты *5...5а* и *32...32а* замкнуты, а затем в течение 1,5...2,5 мин (время подачи холодного воздуха) разомкнуты. Контакт *КЭП 3...4* включается одновременно с контактом *5...5а* и через несколько секунд выключается. Настройку на время и продолжительность включения проводят в соответствии с инструкцией командного аппарата КЭП-12У.

При замкнутом контакте *5...5а* нажатием на пусковую кнопку *КТО* включают реле *1РП*, электровентиль *ЭВ* и трансформатор зажигания *ТРЗ*. Одновременно реле *1РП* замыкает свои замыкающие контакты в цепи (кнопки *КТО* и реле *РС*) и размыкает свой контакт в цепи питания *ЗБР (РВ)*. Реле РВ продолжает питаться через конденсатор *С* и остается включенным. Время разрядки конденсатора определяет время зажигания факела.

Если за это время факел не воспламеняется и не срабатывает реле *ФР*, то реле *РВ* обесточивается и выключает электровентиль — подача горючего прекращается.

На электродах зажигания после нажатия на кнопку *КТО* появляется искра, а через форсунку поступает горючее, которое подхватывается потоком воздуха вентилятора высокого давления и распыляется. Распыленное горючее попадает на электроды зажигания и воспламеняется. Фотоэлемент *ФС* засвечивается, мост выходит из равновесия и реле *ФР* срабатывает. Размыкающий контакт реле ФР выключает трансформатор зажигания, а замыкающий — включает питание реле времени *РВ*.

Горение факела продолжается 6 мин, а затем разрывается контакт *КЭП 5...5а*, и подача горючего прекращается. Через 1,5 ..2,5 мин включаются контакты *КЭП 3...4* и *КЭП 5...5а*, факел воспламеняется, и цикл повторяется.

Если факел потухает в тот период, когда он должен гореть, реле *ФР* включает трансформатор зажигания и отключает цепь питания реле *РВ*, которое переходит на питание от конденсатора *С*. Если за время разрядки конденсатора факел не зажигается, то реле времени выключается, разрывает свой контакт в цепи управления *1РП, ЭВ, ТРЗ* и выключает их. Реле *1РП* замыкает свой размыкающий контакт в цепи звонка и включает его. Съем звукового сигнала проводят нажатием на кнопку «Стоп». Повторно включают схему нажатием на пусковую кнопку *КТО*.

Если в процессе работы температура агента сушки превышает максимально допустимую, то в автоматическом мосту замыкается установленный на максимальную температуру контакт *АСТ*. Он включает реле *РСТ* и сигнальную лампу *ЛК*, а реле *РСТ* — подачу топлива и звонок.

После понижения температуры схему запускают в обычном порядке. При понижении температуры сверх нижнего предела заданного диапазона на мосту замыкается установленный на минимальную температуру контакт датчика *СНТ* и включается сигнальная лампа *ЛЗ*. В случае остановки вентилятора высокого давления или снижения развиваемого им давления в сигнализаторе *СПДМ* падения давления размыкается контакт, реле *РБ* обесточивается и разрывает цепь питания электровентиля *ЭВ*, и горение прекращается. Горение прекращается и при остановке вентилятора подачи агента сушки.

Электрическая схема управления топкой обеспечивает контроль: работы вентилятора высокого давления и вентилятора подачи агента сушки, направления подачи агента сушки в верхний или нижний коридоры сушилки; температуры агента сушки в коридорах сушилки; наличия факела. Кроме того, схема дает возможность автоматически зажигать факел и обеспечивает

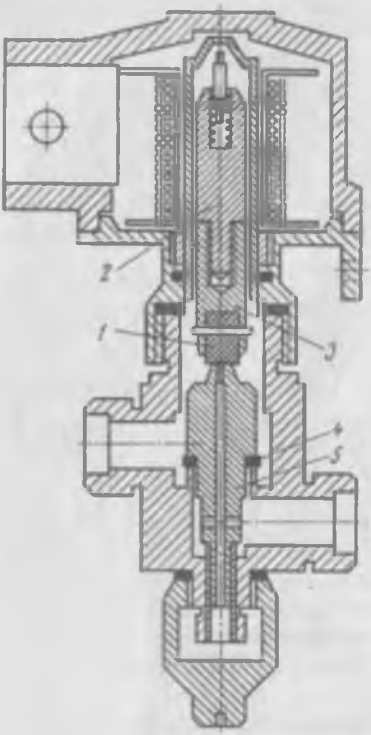


Рис. 63. Реконструированный электромагнитный клапан СВА-15:
1 — клапан (бензостойкая резина); *2* — стержень; *3* — клапан (корпус); *4* — шайба; *5* — перепускное устройство

цикличность подачи горячего и холодного воздуха по программе, заданной на командном аппарате КЭП-12У.

Подача горючего прекращается в следующих случаях: горючая смесь не воспламеняется в течение заданного времени; понижается давление воздуха или прекращается подача его вентиляторами высокого давления и вентиляторами подачи агента сушки; температура агента сушки поднимается выше заданного предела. Прекращение подачи горючего извещает звуковой сигнал.

Для камерных зерносушилок оптимальным является режим со следующей продолжительностью импульсов: подача агента сушки 6 мин, подача наружного воздуха 1,5...2,5 мин. Последний показатель зависит от температуры воздуха.

Посевные качества семенной кукурузы при импульсной сушке полностью сохраняются. В результате перевода камерных зерносушилок на импульсный режим сушки производительность их повышается на 25 %, топлива — на 11 %.

При импульсном режиме сушки переоборудуют электромагнитный клапан СВА-15 (для улучшения его эксплуатации). Для этого меняют перепускное устройство *5* (рис. 63), шайбу *4* и клапан *3*. Чтобы соединить клапан *3* со стальным стержнем *2*, в последнем нарезают резьбу. Клапан *1* вставляют в клапан *3* и фиксируют штифтом.

§ 4. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ И ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА КАМЕРНЫХ СУШИЛОК

Камерные сушилки могут работать как параллельно, так и последовательно. При параллельной работе агент сушки подают во все камеры (или в часть их) снизу вверх или сверху вниз только 1 раз, поочередно изменяя направление подачи. Достоин-

ство этой схемы — высокая производительность сушилок, недостаток — повышенный удельный расход топлива.

При последовательной работе шестикамерных сушилок агент сушки подают только в три камеры, где уже происходила сушка в течение 24...48 ч, а затем — в остальные камеры, загруженные сырыми початками. Таким образом, при последовательной работе сушилок агент сушки проходит 2 раза через камеры и на выходе имеет высокую относительную влажность и низкую температуру.

Однако при такой схеме возрастает аэродинамическое сопротивление сети, что приводит к снижению производительности вентилятора и всей сушилки. Достоинство этой схемы — хорошее использование теплоты агента сушки.

Сушилка секционного типа. При последовательной работе сушильных камер агент сушки проходит сначала через камеру *А* сверху вниз, а затем через камеру *В* снизу вверх (рис. 64,*а*). При этом перекидной клапан *2* вентилятора устанавливают в крайнее нижнее положение, а внутренние верхние двери *6* и внутренние нижние двери *1* камеры *А*, внутренние нижние двери

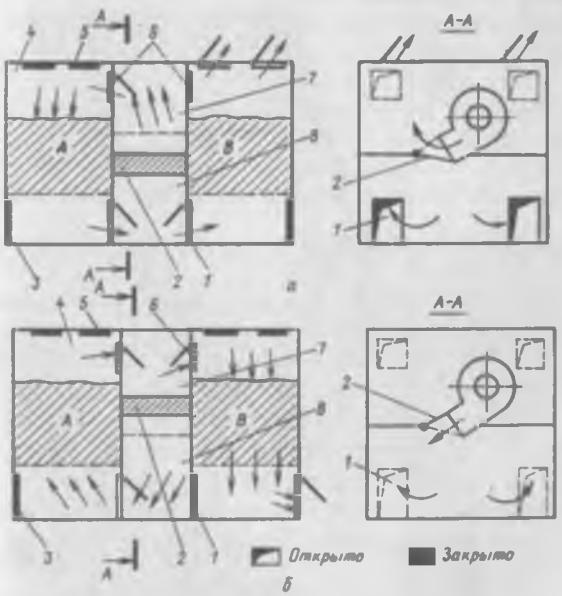


Рис. 64. Схема движения агента сушки при последовательной работе сушилки секционного типа:

а — с верхней подачей агента сушки; *б* — с нижней подачей агента сушки; *А* — левая камера; *В* — правая камера; *1* — внутренние нижние двери; *2* — перекидной клапан вентилятора; *3* — наружные нижние двери; *4* — надсушильные камеры; *5* — загрузочные люки; *6* — внутренние верхние двери; *7* — верхняя распределительная камера; *8* — нижняя распределительная камера

и загрузочные люки камеры *В* открывают. Наружные нижние двери *3* всех камер и загрузочные люки *5* камеры *А* закрывают.

Можно подавать агент сушки через камеру *А* сначала снизу вверх (рис. 64,*б*). Для этого перекидной клапан вентилятора устанавливают в крайнее верхнее положение, открывают двери: внутренние нижние в камере *А*, наружные нижние в камере *В* и верхние внутренние в обеих камерах. Все остальные двери и люки закрывают. Агент сушки при такой подаче из вентилятора направляется в нижнюю распределительную камеру *8*, проходит через слой початков в камере снизу вверх. Далее через верхнюю распределительную камеру *7* и внутренние верхние двери он поступает в камеру *В*, проходит слой початков сверху вниз и выходит в атмосферу через наружные нижние двери.

При параллельном включении камер *А* и *В*, для того чтобы направить агент сушки снизу вверх (рис. 65), открывают внутренние нижние двери и загрузочные люки *5*, а перекидной клапан *2* вентилятора устанавливают в крайнее верхнее положение. Агент сушки подают вентилятором в нижнюю распределительную камеру *8*. Он пронизывает слой початков и выходит в атмосферу через загрузочные люки.

Для подачи агента сушки сверху вниз перекидной клапан вентилятора ставят в крайнее нижнее положение, загрузочные люки закрывают, а внутренние верхние двери *6* и наружные нижние двери *3* открывают. Агент сушки подают вентилятором в верхнюю распределительную камеру *7*. Через внутренние верхние двери он входит в надсушильные камеры *4* и, пройдя сквозь слой початков, выходит в атмосферу через наружные нижние двери.

Шестикамерные коридорные сушилки. Сущность параллельной работы камер этой сушилки заключается в том, что агент сушки одновременно пропускают через любое число сушильных камер: снизу вверх (рис. 66) либо сверху вниз (рис. 67).

Агент сушки подают вентилятором *8* низкого давления в верхний *5* или нижний *7* коридор в зависимости от положения клапана *4*. При установке клапана в верхнее положение (см. рис. 62) агент сушки поступает в нижний коридор. При этом двери *9* всех сушильных камер *2* открывают и агент сушки поступает под камеры. Пройдя сквозь решетчатое днище и слой початков, отработавший агент сушки выходит через открытые люки *3* в атмосферу.

При установке клапана в нижнее положение(рис. 67) агент сушки направляют в верхний коридор. При этом люки всех камер, заполненных початками кукурузы, открывают и агент сушки, проходя над камерами, пронизывает слой початков сверху вниз. Затем через решетчатое днище он проникает под сушиль-

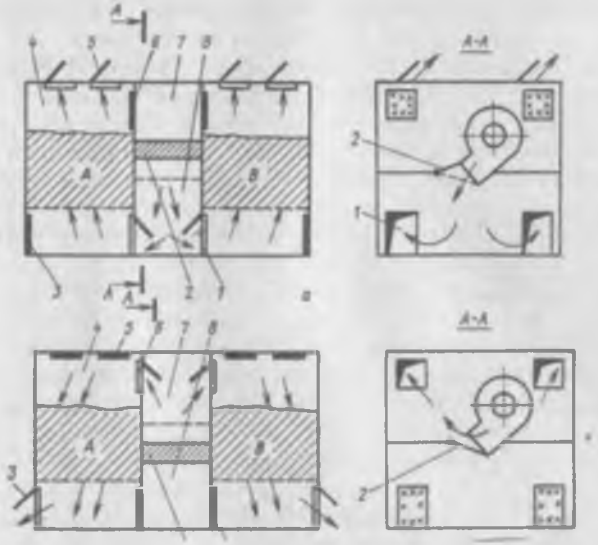


Рис. 65. Схема движения агента сушки при параллельной работе сушилки секционного типа при подаче агента сушки:
а — снизу вверх; *б* — сверху вниз (позиции см. в подписи к рис. 64)

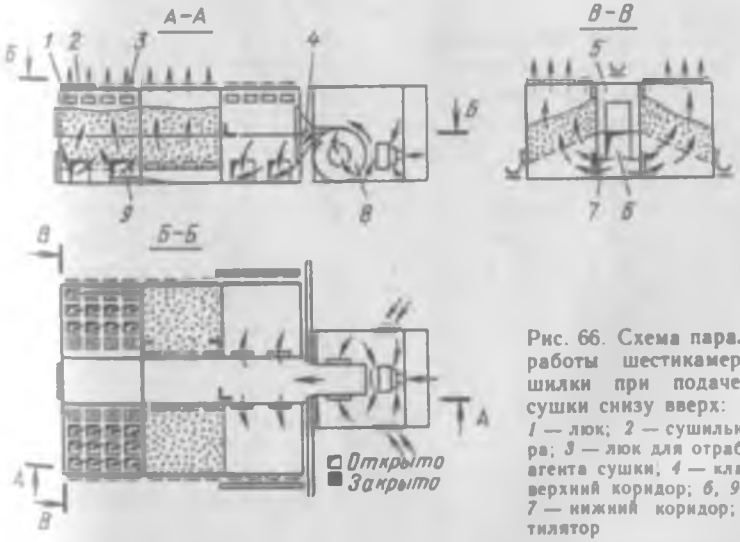


Рис. 66. Схема параллельной работы шестикамерной сушилки при подаче агента сушки снизу вверх:
1 — люк; *2* — сушильная камера; *3* — люк для отработавшего агента сушки; *4* — клапан; *5* — верхний коридор; *6, 9* — двери; *7* — нижний коридор; *8* — вентилятор

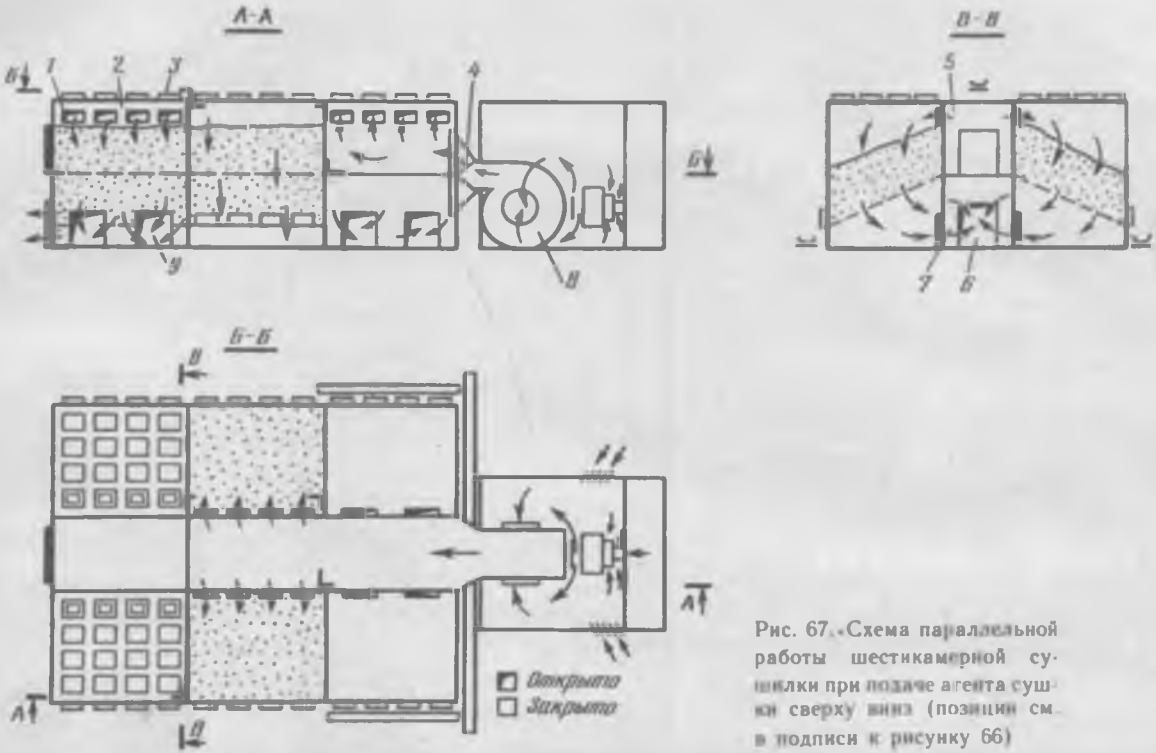


Рис. 67. Схема параллельной работы шестикамерной сушилки при подаче агента сушки сверху вниз (позиции см. в подписи к рисунку 66)

ное пространство и сквозь двери *9* выходит в нижний коридор, а затем через дверь *6* выбрасывается в атмосферу.

Подобный способ работы сушильных камер применяют только в том случае, если початками заполнено не менее двух камер. Выгружают и загружают початки во время работы всех камер только при закрытых нижних дверях (если агент сушки подают снизу вверх) или при закрытых люках (если агент сушки подают сверху вниз).

При параллельной работе зерносушилки достигается ее максимальная производительность. Особенно эффективна параллельная работа сушильных камер при наличии на одном предприятии двух-трех сушилок.

Чтобы снизить расходы топлива, со стороны топки устанавливают дверные проемы. При этом агент сушки сначала подают снизу вверх, а затем сверху вниз. Отработавший агент сушки с высокой температурой и низкой относительной влажностью засасывается в топку для повторного цикла, что значительно снижает расход топлива.

Последовательная работа шестикамерной коридорной сушилки заключается в следующем: сначала агент сушки пропускают через сушильные камеры с подсушенными и нагретыми початками кукурузы, а затем через камеры, вновь заполненные сырыми початками.

При последовательной работе шести- или восьмикамерной коридорной сушилки (рис. 68) агент сушки движется следующим образом: вентилятор *8* засасывает его из топки и нагнетает

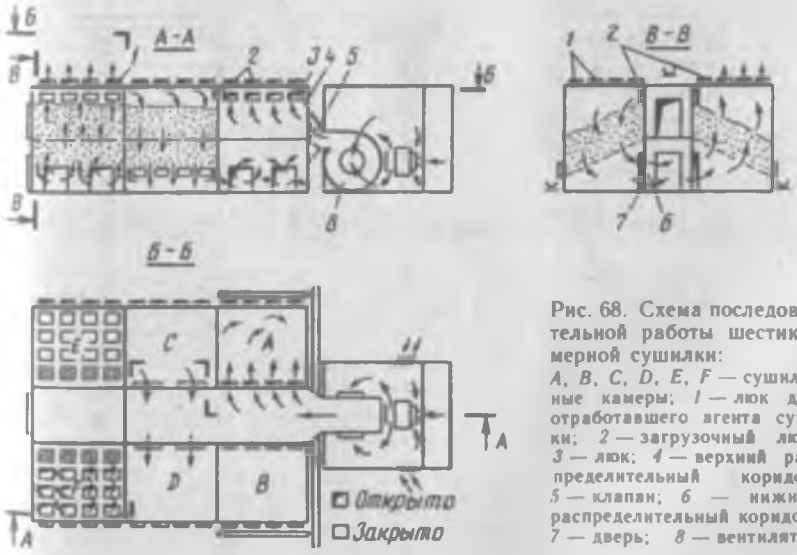


Рис. 68. Схема последовательной работы шестикамерной сушилки:
A, B, C, D, E, F — сушильные камеры; *1* — люк для отработавшего агента сушки; *2* — загрузочный люк; *3* — люк; *4* — верхний распределительный коридор; *5* — клапан; *6* — нижний распределительный коридор; *7* — дверь; *8* — вентилятор

в верхний распределительный коридор, откуда через люки *3* он поступает в верхнюю часть камеры *А*, *С* и *Е*, проходит через слой початков сверху вниз и выходит под сушильное пространство. Затем через двери *7* указанных камер агент сушки поступает в нижний распределительный коридор, откуда через двери *7* камер *В*, *Д* и *F* он входит под сушильное пространство этих камер и далее проходит через решетчатое днище и слой початков кукурузы снизу вверх. Через люки *1* отработавший агент сушки выходит в атмосферу.

При продувке початков сверху вниз агент сушки сначала подают в камеры *В*, *Д* и *F*. Затем направление его движения изменяют и агент сушки, прошедший 1 раз через данные камеры, направляется в камеры *А*, *С* и *Е* снизу вверх. Для обеспечения такого движения агента сушки клапан *5* оставляют в нижнем положении с тем, чтобы агент сушки подавался в верхний распределительный коридор. При этом все люки *3* камер *А*, *С* и *Е* закрывают, а люки *3* камер *В*, *Д* и *F* открывают, люки *1* в первых трех сушильных камерах открывают, а в остальных закрывают.

Последовательную сушку проводят и при четырех или пяти работающих сушильных камерах. В этом случае одну камеру можно разгружать, а другую загружать сырыми початками.

Вопросы для самоконтроля. 1. Конструкция и схема движения агента сушки камерной сушилки СКП-6 и для сушки какого зерна она используется? 2. Чем отличается камерная секционная сушилка от коридорной? 3. Конструкция и назначение вибрационного разгрузочного механизма камерных сушилок. 4. Что собой представляет конструкция устройства для отделения обрушенных зерен? 5. Какие приборы используют при переводе камерных сушилок на импульсный режим сушки? 6. Достоинства импульсного режима сушки. 7. Как движется агент сушки при параллельной и последовательной работе камер секционной сушилки? 8. Как движется агент сушки при параллельной и последовательной работе камер сушилки СКП-6? 9. Достоинства и недостатки параллельной и последовательной схемы работы камерных сушилок. 10. В каких случаях применяют параллельную схему движения агента сушки, а в каких последовательную?

Глава V. БАРАБАННЫЕ ЗЕРНОСУШИЛКИ

Барабанные зерносушилки получили широкое распространение для сушки зерна злаковых культур, подсолнечника и др. В системе хлебопродуктов и в сельском хозяйстве применяют сушилки барабанного типа как стационарные, так и передвижные. К стационарным барабанным сушилкам относят зерносушилки СЗСБ-8 и СЗСБ-8М, передвижная барабанная сушилка — СЗПБ-2,5.

Основным элементом барабанных сушилок является горизонтальный или чуть наклоненный вращающийся со скоростью 2...6 об/мин цилиндрический барабан, внутри которого перемещается по длине и сушится зерно. Внутри барабана в зависимос-

ти от высушиваемого продукта устанавливают различного типа насадки или продольные лопасти, способствующие интенсификации процесса сушки.

Основная характеристика барабанных сушилок — влагонапряжение объема барабана, т. е. количество испаренной влаги с 1 $м^3$ объема барабана. Величина влагонапряжения зависит от типа, степени заполнения и частоты вращения барабана, теплофизических свойств и размеров зерна, а также от температуры, влажности и скорости агента сушки внутри барабана, она колеблется от 6,0 до 44,0 кг исп. вл/($м^3$·ч). Расход теплоты составляет от 5230 до 12 500 кДж исп. вл. (от 1250 до 3000 ккал/кг исп. вл., а расход электроэнергии от 0,1... до 0,2 кВт·ч/кг исп. вл.

§ 1. ЗЕРНОСУШИЛКА СЗСБ-8

Зерносушилка стационарная барабанная СЗСБ-8 предназначена для сушки различных зерновых и масличных культур любой степени влажности и засоренности без предварительной их очистки. Зерносушилку устанавливают на масло-жировых предприятиях для сушки подсолнечника, на токах в колхозах и совхозах и реже возле складов на хлебоприемных предприятиях для сушки различных культур, в том числе и рапса. На масло-жировых комбинатах зерносушилку размещают в здании, на токах в колхозах и возле складов на хлебоприемных предприятиях под навесом.

Зерносушилка СЗСБ-8 состоит из топки, загрузочной камеры, сушильного барабана, разгрузочной камеры, охладительной колонки, разгрузочной нории, вентилятора охладительной колонки, вентилятора сушильного барабана, загрузочной нории и приводного механизма.

Топка зерносушилки металлическая цилиндрической формы, работающая на жидком топливе. Она состоит из камеры сгорания, топливной системы питания, вентилятора распыливания топлива, станины, дымовой трубы и блокировочного устройства.

Загрузочная камера установлена рядом с передним торцом сушильного барабана и служит для подачи агента сушки и сырого зерна в барабан сушилки. На верхней стенке камеры установлен патрубок, соединяющий камеру с трубопроводом подачи агента сушки. Дно камеры конусное и заканчивается клапаном-мигалкой, через который излишек сырого зерна можно удалять из камеры.

На передней стенке камеры имеется отверстие для термометра, предназначенного для замера температуры агента сушки. К задней стенке приварен фланец из уголка, к которому крепит-

ся уплотнение сушильного барабана. На передней и боковой стенках камеры сделаны люки со съемными крышками.

Сушильный барабан — шестисекционный, с подъемно-лопастной системой. Крестовина съемная, из четырех частей. В передней конусной части барабана находятся шесть винтовых дорожек, подводящих зерно к секторам. Винтовые дорожки в конце барабана предназначены для его отвода.

Сушильный барабан заканчивается конусным патрубком, к наружному фланцу которого присоединено съемное подпорное кольцо с шестью люками, и имеет два бандажа, которыми опирается на металлические ролики, приводящие барабан в движение.

Разгрузочная камера служит для отвода отработавшего агента сушки и вывода высушенного зерна. Вывод зерна из камеры производится непрерывно при помощи шлюзового затвора, установленного в конце конусного днища камеры. Привод шлюзового затвора осуществляется от электродвигателя через редуктор. Отработавший агент сушки удаляется вентилятором, расположенным над камерой.

Охладительная колонка — вертикальная, образована из двух цилиндров, основная часть которых (нижняя) перфорированная, а верхняя часть — из сплошного листа. Кольцевое пространство между цилиндрами служит емкостью для зерна, в которой происходит его охлаждение благодаря просасыванию воздуха через слой зерна. Подача воздуха для охлаждения осуществляется через отверстия наружного цилиндра.

К верхней части внутреннего цилиндра присоединен всасывающий патрубок вентилятора, который отводит отработавший воздух. Дно колонки конусное и заканчивается шлюзовым затвором с приводом от электродвигателя. Работает он периодически: включение осуществляется датчиком верхнего уровня зерна, когда зерно достигает максимального уровня. Выключение затвора осуществляется датчиком нижнего уровня, который расположен в верхней части охладительной колонки. Она установлена на станине, в которую вмонтирован бункер для накапливания зерна.

Вентилятор Ц4-70 № 7 сушильного барабана имеет колесо с двенадцатью плоскими лопастями. Входной патрубок выполнен в виде коллектора плавной формы. Колесо вентилятора вращается в горизонтальной плоскости и приводится во вращение от фланцевого электродвигателя вертикального исполнения. Выхлопной патрубок вентилятора имеет дроссель для регулирования общего расхода агента сушки.

Вентилятор Ц4-70 № 6 охладительной колонки по своей конструкции аналогичен вентилятору сушильного барабана. Он расположен в верхней части колонки. В выхлопном патрубке венти-

вятора установлен дроссель для регулирования общего расхода воздуха, поступающего для охлаждения зерна.

Приводной механизм сушильного барабана состоит из электродвигателя мощностью 7,5 кВт и частотой вращения ротора 1440 об/мин, двуступенчатого редуктора РМ-350 и приводных роликов, передающих движение непосредственно бандажам сушильного барабана. Управление всеми элементами дистанционное, для чего вся аппаратура по пуску, защите и управлению сосредоточена в станции управления.

Принципиальная технологическая схема работы сушилки представлена на рисунке 69. Зерно поступает через загрузочную камеру в сушильный барабан зерносушилки СЗСБ-8, где лопатки барабана и крестовины подхватывают зерно и поднимают его вверх, затем оно ссыпается вниз и далее перемещается вдоль барабана.

Агент сушки, проходя через барабан, омывает ссыпающееся с полок зерно и высушивает его. Зерносушилка работает под разрежением во избежание утечки агента сушки через неплотности. Сочленение вращающегося барабана с загрузочной и разгрузочной камерами осуществляется через лабиринтовые уплотнения.

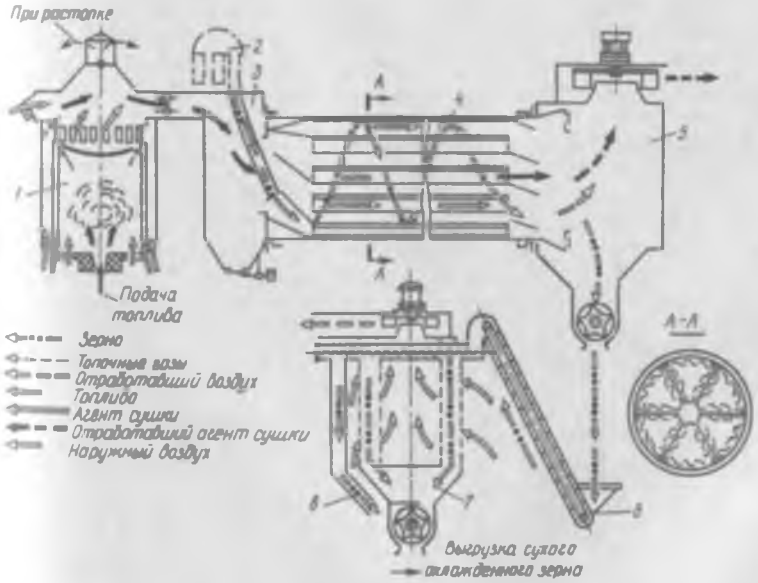


Рис. 69. Технологическая схема зерносушилки СЗСБ-8:
1 — топка; *2* — загрузочная нория; *3* — загрузочная камера; *4* — барабан; *5* — разгрузочная камера; *6* — разгрузочная нория; *7* — охладительная колонка; *8* — труба контрольной сыпи

Подпор зерна на выходе из сушильного барабана, создаваемый колодцем с люками, служит для создания необходимого заполнения барабана. Люки открывают только по окончании сушки партии зерна для полного освобождения барабана. Заполнение барабана сырым зерном должно быть максимальным, что соответствует примерно 20...25 % его вместимости. При недостаточном заполнении понижается производительность сушилки, и зерно в сушильном барабане начинает перегреваться.

Отработавший агент сушки удаляется вентилятором, расположенным под разгрузочной камерой сушилки. Высушенное зерно непрерывно через шлюзовой затвор отводится из разгрузочной камеры норией в охладительную колонку. Здесь зерно перемещается сверху вниз, по пути продувается атмосферным воздухом и охлаждается. Воздух для охлаждения поступает снаружи по всей высоте перфорированной части колонки, проходит через слой зерна во внутренний цилиндр и выбрасывается вентилятором в атмосферу.

Движение зерна в колонке порционно-периодическое. При достижении верхнего уровня зерно давит на мембрану датчика верхнего уровня, который включает электродвигатель шлюзового затвора, выпускающего охлажденное зерно. В тот момент, когда уровень зерна снижается до датчика минимального уровня, электродвигатель выключается и разгрузка прекращается. Уровень зерна начинает повышаться, и цикл повторяется.

Режим сушки продовольственного, кормового и семенного зерна, а также семян масличных культур приведен в таблице 2.

2. Режимы сушки зерна в сушилке СЗСБ-8

Культура	Первоначальная влажность зерна, %	Предельная температура нагрева, °С	Культура	Первоначальная влажность зерна, %	Предельная температура нагрева, °С
Режим сушки продовольственного и кормового зерна			*Режим сушки семенного зерна*		
Пшеница	До 18	55	Пшеница	До 18	48
	От 18 до 22	52	Рожь, ячмень	До 21	48
	Свыше 22	50	Овес	До 27	45
Рожь, ячмень	До 18	65		Свыше 27	43
	От 18 до 22	62	Гречиха, просо	До 18	40
	Свыше 22	60		До 21	38
Овес	До 18	60		До 27	38
	От 18 до 22	55		Свыше 27	34
	Свыше 22	52	Горох, вика, чечевица	До 18	45
Просо	До 18	42	Фасоль, люпин,	До 21	45
	От 18 до 22	40		До 27	43
	Свыше 22	38			

Продолжение

Культура	Первоначальная влажность зерна, %	Предельная температура нагрева, °С	Культура	Первоначальная влажность зерна, %	Предельная температура нагрева, °С
Гречиха	До 18	50	Рис	Свыше 27	40
	От 18 до 22	48	Клеверная пыжина	До 25	45
	Свыше 22	45		Свыше 25	40
			Режимы сушки маслосемян		
			Подсолнечное семя		55
			Рапс		45

Примечание. Температура агента сушки 200 °С.

§ 2. ПЕРЕДВИЖНАЯ БАРАБАННАЯ ЗЕРНОСУШИЛКА СЗПБ-2,5

Передвижная барабанная зерносушилка СЗПБ-2,5 представляет собой сочетание двух барабанов — сушильного и охладительного. Сушильный барабан ∅ 1000 мм и длиной 5000 мм опирается на четыре пары роликов, из которых две пары покрыты резиной и служат для привода барабана во вращение (10 об/мин). Внутри он разделен на шесть секторов (секций) с лопастями и полками, предназначенными для лучшего перемешивания и распределения зерна по поперечному сечению барабана.

С передней и задней торцевых сторон барабана находятся камеры: в одну из них попадает агент сушки (подводящая), а другая служит для отвода отработавшего агента (отводящая). В их стенках сделаны лабиринты уплотнения для предотвращения выдувания газов наружу при вращении барабана.

Охладительный барабан ∅ 550 мм и длиной 2300 мм вращается с частотой вращения 27 об/мин. На его поверхности со стороны поступления зерна из сушильного барабана расположено восемь ковшей, из которых оно ссыпается внутрь охладительного барабана, имеющего по окружности изогнутые лопасти для подъема зерна.

Сырое зерно подают в сушильный барабан из приемного устройства или из насыпи шнековым конвейером через самотечную трубу, а из нее оно попадает на шесть винтообразных дорожек, подводящих зерно к секторам барабана. Продвигаясь вдоль него, зерно в конце попадает на винтообразные дорожки, служащие для отвода его через шнек в охладительный барабан.

Охлажденное зерно ссыпается через шлюзовой затвор на шнековый наклонный передвижной конвейер.

Для смешивания топочных газов с воздухом установлена смесительная коробка. Шнеки, подающие сырое и убирающие сухое зерно, приводятся в движение от отдельных электродвигателей.

При эксплуатации сушилки СЗПБ-2,5 зерно высокой влажности может запрессовываться в верхней части наклонного шнека; поэтому для очистки от такого зерна головку шнека делают разборной. Система управления обеспечивает автоматическое управление пуском электродвигателей в заданной технической последовательности, автоматический розжиг топки, контроль и поддержание заданной температуры агента сушки, контроль за работой электродвигателей и форсунки. Топливом служит тракторный керосин, смесь тракторного керосина с моторным топливом или печное бытовое топливо (ТПБ).

Техническая характеристика

Производительность по сырому зерну при сушке пшеницы (при снижении влажности с 20 до 14 %), т/ч	2,5
Удельный расход условного топлива, кг/ч	12,0
Установленная мощность электродвигателей, кВт	10
Число электродвигателей	5
Удельный расход электроэнергии, кВт · ч/пл. т	3,24
Размеры барабана, мм:	
сушильного	
длина	5000
диаметр	1000
охладительного	
длина	3000
диаметр	800
Транспортная скорость, км/ч	До 15
Габариты, мм	8470 × 7600 × × 2650
Масса, кг	4000

Вопросы для самоконтроля. 1. Каковы основные узлы зерносушилки СЗСБ-8? 2. Опишите технологическую схему зерносушилки СЗСБ-8. 3. Каковы основные узлы зерносушилки СЗПБ-2,5? 4. Что представляет собой технологическая схема зерносушилки СЗПБ-2,5? 5. Где и для сушки чего применяют барабанные зерносушилки?

Глава VI. ТОПКИ И ТОПЛИВНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Для сушки зерна используют топки различных конструкций, работающих на жидком, твердом и газообразном топливе.

В качестве жидкого топлива применяют дизельное, тракторный керосин и соляровое масло; твердого топлива — уголь, торф; газообразного — природный газ.

§ 1. ТОПКИ ЗЕРНОСУШИЛОК

Топки зерносушилок типа ДСП. Зерносушилки эксплуатируют в основном с топкой, разработанной ЦНИИпромзернопроект. Она представляет собой двухэтажное помещение, стены которого выложены из кирпича или другого строительного материала, а перекрытие выполнено из железобетона (рис. 70). На первом этаже топки находится предтопочное и топочное помещения, а также смесительная камера. В предтопочном помещении смонтирован топливопровод с аппаратурой для подачи топлива и воздуха в форсунку Ф-1 вентилятором высокого давления. В предтопочном помещении обычно устанавливают пульты управления топкой и контроля температур агента сушки, зерна, отработавшего агента сушки и электрощит с пусковой аппаратурой. В топочном помещении расположена камера сгорания, кольцевые направляющие и отражательный щит.

К фронтальному листу с одной стороны крепят форсунку, а с другой — форкамеру, которая представляет собой металлический кожух, выложенный внутри огнеупорным кирпичом.

Смесительную камеру дополнительно обкладывают огнеупорным кирпичом. Атмосферный воздух через каналы, расположенные в верхней и нижней частях топки, поступает в кольцевые

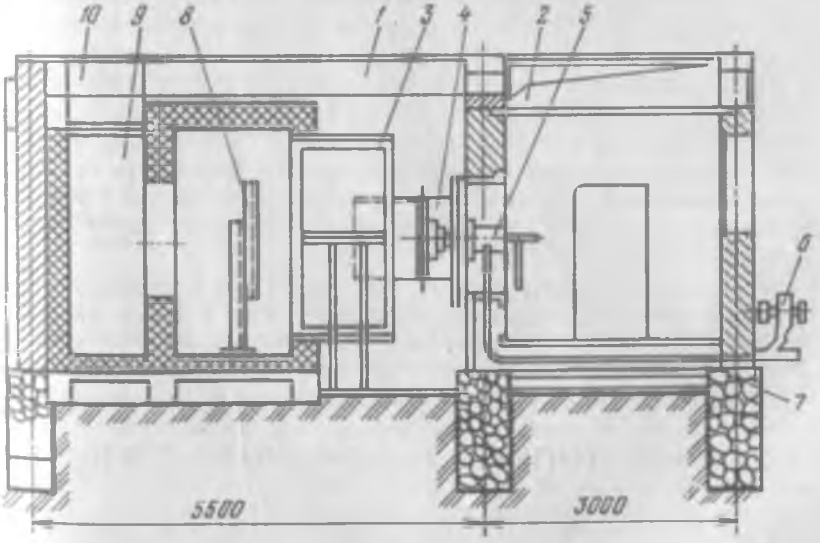


Рис. 70. Конструкция топки зерносушилки ДСП-32-ОТ:
1 — каркас; *2,7* — соответственно верхний и нижний каналы для подачи атмосферного воздуха в топку; *3* — стальные кольцевые направляющие; *4* — форкамера; *5* — форсунка; *6* — вентилятор высокого давления; *8* — отражатель; *9* — смесительная камера; *10* — газоход

направляющие и далее в смесительную камеру, огибая отражательный щит. Общую площадь канала для подвода в топку атмосферного воздуха выбирают из расчета 0,1 м^2 на 1 м^3 объема топочного пространства. Этот канал служит также в качестве противовзрывного клапана. В смесительной камере смонтирован отражательный щит для обеспечения лучшего перемешивания и сгорания топлива в конце факела.

На втором этаже топки расположены вентиляторы, воздуховоды, диффузоры, а в зерносушилке А1-ДСП-50 размещена смесительная камера.

Работа форсунки Ф-1 осуществляется по принципу инжектирования топлива, производительность форсунки от 100 до 500 л/ч. Форсунка состоит из корпуса, самой форсунки со всеми основными деталями, узлами, каналами, отверстиями, втулками и соплом (рис. 71). К нижней части корпуса форсунки крепят воздухораспределительное устройство с указателем *16*, маховиком *17*, заслонкой *18*, которое соединяется с основным воздуховодом прорезиненным рукавом.

Для подачи топлива в форсунку в нижней передней части установлен теплопровод со штуцером для соединения его с топливопроводом сушилки. На фасадной стороне форсунки в центре расположено устройство для обеспечения тонкой регулировки подачи топлива и воздуха, снабженное рычагами, шкалой, штангой и поводком. Форсунка крепится к фронтальной части топки при помощи фланцев и болтов.

Топливо входит в форсунку Ф-1 по топливопроводу *26* и далее попадает в приемную камеру *4* через просвет между лекалом *6* микрометрического винта и корпусом *7*. Через осевой канал оно поступает в сопло *14* и выбрасывается в топочное пространство. Изменение расхода топлива производят поворотом микрометрического винта, что увеличивает или уменьшает просвет между лекалом *6* и корпусом *7*.

Воздух для распыления топлива подается вентилятором АВД-3,5 к наконечнику форсунки через отверстия *8* и *9* и кольцевой канал *10*. Грубую регулировку давления и расхода воздуха осуществляют ручной поворотной дроссельной заслонкой *18* с помощью маховика *17*. Положение заслонки *18* контролируют по указателю *16*. Точное регулирование подачи воздуха обеспечивается изменением размера кольцевых каналов *10* и *13* в наконечнике форсунки, что достигается поворотом рычага *25*, жестко связанного с поворотным станком *3*, в котором имеется продольная прорезь *1*. В поворотную втулку *15* ввернут штифт *2*, проходящий через прорезь *1* в поворотном стакане *3*. Нижний конец штифта *2* входит в винтовой паз корпуса форсунки. При повороте стакана *3* посредством рычага *25* благодаря штифту *2* поворачивается и втулка *15*. При этом конец штифта *2* перемещается по

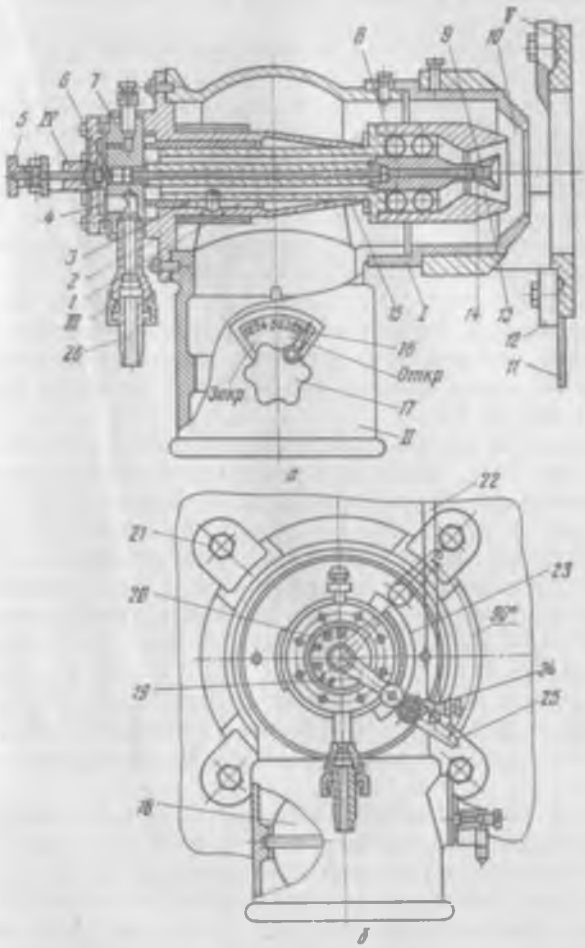


Рис. 71. Форсунка Ф-1 инжекционного типа:
I — корпус форсунки; *II* — патрубок воздуховода; *III* — штуцер для крепления топливопровода; *IV* — устройство тонкого регулирования расхода топлива; *V* — фронтальный лист:
а — продольный разрез; *б* — вид спереди; *1* — прорезь; *2* — штифт; *3* — стакан; *4* — приемная камера; *5* — гайка; *6* — лекало; *7* — корпус; *8,9* — отверстия; *10, 13* — кольцевые каналы; *11* — фронтальный лист; *12* — фланец; *14* — сопло; *15* — втулка; *16* — указатель; *17* — маховик; *18* — заслонка; *19, 25* — рычаги; *20, 23* — шкалы; *21* — болт; *22* — штанга; *24* — поводок; *26* — топливопровод

винтовому пазу в корпусе форсунки, заставляя перемещаться втулку *15* вдоль оси форсунки и изменять тем самым кольцевые зазоры *10* и *13*.

При отпущенной гайке *5* микрометрический винт подачи топлива освобождается, благодаря чему, ориентируясь на шкалу *20*, при помощи рычага *19* можно вручную отрегулировать процесс горения топлива так, чтобы в горючей смеси было оптимальное соотношение между топливом и сжатым воздухом. При затянутой гайке *5* микрометрический винт подачи топлива жестко связан с рычагом *25*. В этом случае одним рычагом *25* можно одновременно менять подачу топлива и воздуха в установленном до этого оптимальном соотношении, ориентируясь по шкале *23* расхода горючей смеси. На рычаге *25* установлен поводок 24, который штангой *22* может быть соединен с сервомотором (исполнительным механизмом) системы автоматического регулирования. С помощью фланца *12* форсунка крепится болтами *21* на фронтальном листе *11*.

На рисунке 72 показано устройство подачи топлива к топке форсунки типа Ф-1. Топливо подается в форсунку топки насосом из хранилища по трубопроводу, проходит через запорный вентиль, фильтр (типа ФП-1), регулятор давления (РДПТ-1), электромагнитный вентиль ЭВ-1. В топке установлено фотореле (контроль и сигнализация наличия факела). На топливной линии последовательно за регулятором давления смонтирован технический манометр и счетчик расхода топлива (расходомер типа КЖУ-25 или ДВ-40).

Вертикальная топка состоит из основания *6*, камеры сгорания *4*, конфузора *1* (рис. 73). Топка установлена на фундаменте, выполненном в виде плиты. Фундамент изготовлен из бетона марки М-200.

Основание топки состоит из четырех опор, размещенных по углам. На опорах установлена сварная рама из уголков. В основании топки на опоры уложен металлический лист *5*, по периметру которого вырезано два ряда отверстий размером 80...100 мм для подсоса атмосферного воздуха, а в центре листа выполнено отверстие для крепления форсунки Ф-1. В этом же листе имеется лазовый люк размером 600×800 мм для производства ремонтных работ в топке.

Наружная стенка *2* топки выложена из обычного кирпича, а внутренняя *3* — из огнеупорного. Стенки топки имеют металлический сварной каркас, изготовленный из уголков размером 63×63×6 и 50×50×5 мм. Объем топочного пространства 25,7 м^3. Сверху топка заканчивается конфузором *1*, который крепят к каркасу топки. Конфузор выполнен из листовой стали толщиной 3 мм, его высота 1900 мм. Конфузор сверху теплои-

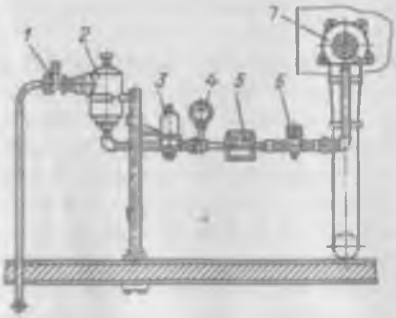
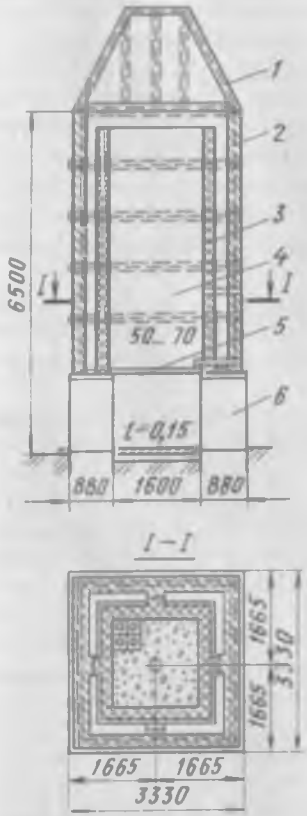


Рис. 72. Топливопровод к форсунке:
1 — запорный вентиль; *2* — фильтр; *3* — регулятор давления; *4* — манометр; *5* — счетчик; *6* — электромагнитный вентиль; *7* — форсунка



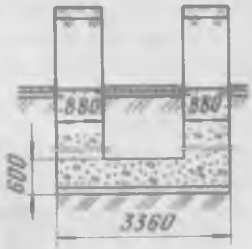


Рис. 73. Вертикальная топка:
1 — конфузор, *2* — наружная стенка, *3* — внутренняя стенка; *4* — камера сгорания; *5* — металлический лист для крепления форсунки; *6* — основание

золирован на толщину 50 мм. На конфузоре установлены два противовзрывных клапана размером 600×600 мм каждый.

Эксплуатация форсунки Ф-1 осуществляется оператором при помощи штурвала, вынесенного из-под топки и соединенного с приводом форсунки с помощью цепной и тросовой передачи.

Описанная вертикальная топка работает следующим образом. Жидкое топливо, распыленное форсункой Ф-1, сгорает в камере *4*. Между стенками *2* и *3* камеры подсасывается атмосферный воздух, который смешивается с продуктами сгорания жидкого топлива в конфузоре *1*. Для наблюдения за пламенем и для установки датчика фотореле в передней стенке камеры сгорания сделано два отверстия ∅ 150 мм на высоту 1300 и 2360 мм от уровня пола.

КПД вертикальной топки составляет 92 % при температуре окружающей среды 15 °С. Среднее время выхода топки на режим равно 5...9 мин. Площадь вертикальной топки в 3,8 раза меньше, чем у горизонтальной, а расход топлива ниже на 15...20 %. Однако в вертикальной топке высокая температура листа, к которому крепят форсунку. Его температура составляет 90...195 °С, а температура воздуха на расстоянии 800 мм от листа достигает 64...68 °С. Эти факторы затрудняют эксплуатацию форсунки.

Другой тип вертикальной топки представлен на рисунке 74.

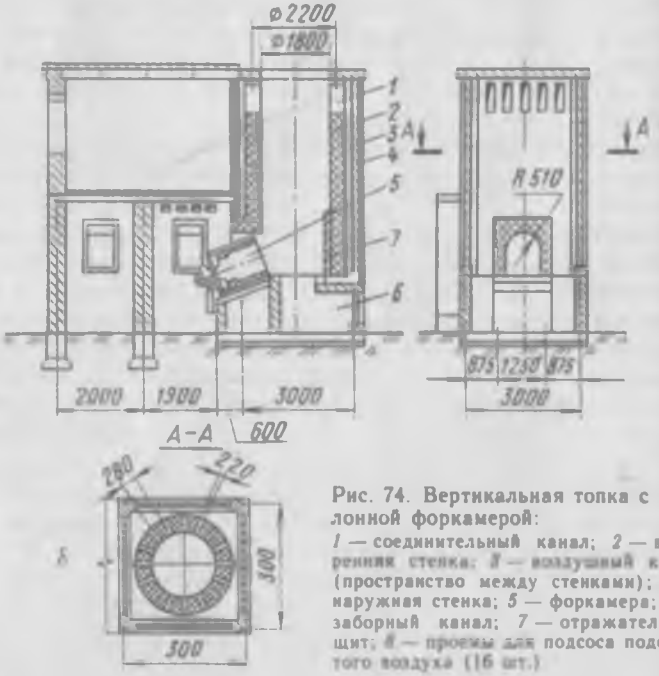


Рис. 74. Вертикальная топка с наклонной форкамерой:
1 — соединительный канал; *2* — внутренняя стенка; *3* — воздушный канал (пространство между стенками); *4* — наружная стенка; *5* — форкамера; *6* — заборный канал; *7* — отражательный щит; *8* — проемы для подсоса подогретого воздуха (16 шт.)

Главное ее отличие от топки, показанной на рисунке 73, заключается в том, что форсунка смонтирована не вертикально, а наклонно. Она установлена в форкамере, что улучшает процесс сгорания топлива и устраняет чрезмерные тепловые излучения.

Топка выполнена в виде вертикальной трубы из огнеупорного кирпича с системой нижних каналов (площадь 3,2...3,5 м^2) для подсоса атмосферного воздуха. В верхней части трубы имеются каналы *1* для дополнительного подвода атмосферного воздуха в топку. Этот воздух поступает через пространство *3* между наружной *4* и внутренней *2* стенками топки. По центру топки снизу выполнен канал сечением 1000×1000 мм для подачи в топку атмосферного воздуха или отработавшего агента сушки. Этот канал используют также при производстве ремонтных работ.

Под углом 20° к топке смонтирована форкамера *5*, конструкция которой аналогична конструкции типовой топки. Металлический кожух форкамеры ∅ 1000 мм, длиной 1500 мм выложен огнеупорным кирпичом. К форкамере при помощи фронтального листа закреплена форсунка Ф-1. Внутри вертикальной топки, около противоположной от форсунки стенки, выложен из огнеупорного кирпича отражательный щит. Наружные стенки *4* топки выполнены из четырех элементов СОГ-2. Вертикальная труба топки ∅ 1800×1800 мм сделана толщиной 400 м. Расход огнеупорного кирпича 37 т. Общая площадь топки, включая помещения под РП и пульт управления, 24,6 м^2, объем топочного пространства 12,7 м^3, КПД топки 94 %. Топка более совершенна, ее обслуживание не усложнено, доступ оператора к форсунке свободен.

Топка зерносушилок типа СЗШ. Топка зерносушилки СЗШ-16 состоит из камеры сгорания, выполненной из жаропрочной стали; кожуха и экрана, изготовленных из углеродистой стали и расположенных концентрично по отношению к камере сгорания; топливной аппаратуры; смесительной камеры; системы зажигания и контроля факела (рис. 75). Перед смесительной камерой расположен отражательный экран. В смесительной камере установлен взрывоопасный клапан. В торцевой части топки размещены форсунки. Для завихрения воздуха, подаваемого дутьевым вентилятором, смонтированы регулируемые лопасти. Фотоэлектрическое реле, установленное в топке, контролирует наличие факела во время работы сушилки.

Топка УЦТ-4,5. Предназначена для стационарных зерносушилок ДСП-32, А1-ДСП-50, А1-УЗМ и др. В состав топки входят: теплогенератор, блок подготовки, пульт управления.

Теплогенератор (рис. 76) представляет собой единую конструкцию, предназначенную для получения газообразного агента сушки, и состоит из камеры сгорания, дутьевого вентилятора, смесителя и завихрителя, смонтированных на общей раме. Агент

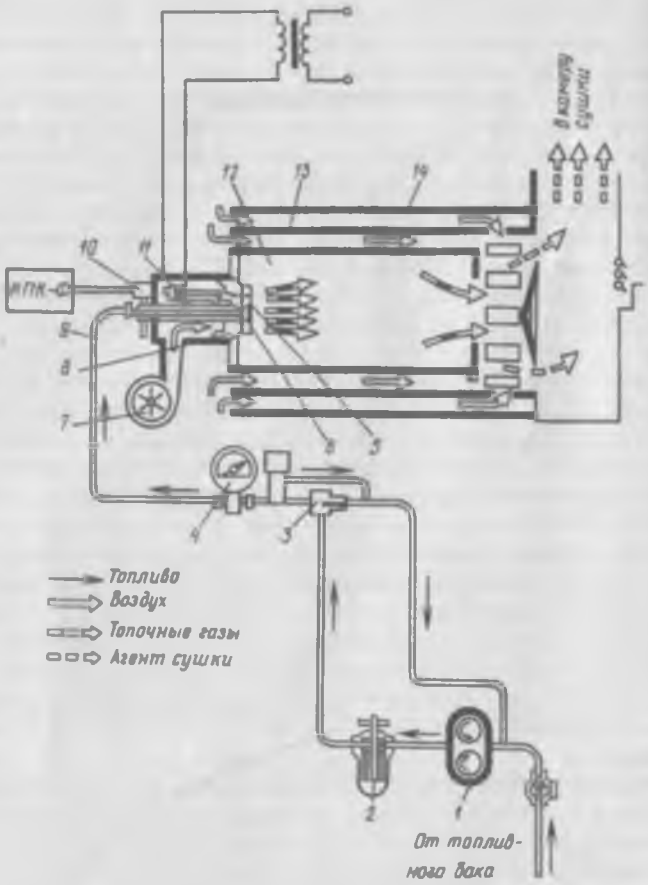


Рис. 75. Топка зерносушилки СЗШ-16:
1 — топливный насос; *2* — фильтр; *3* — клапан; *4* — манометр; *5* — смесительная коробка; *6* — завихритель; *7* — вентилятор; *8* — форсунка; *9* — топливопровод; *10* — фотоэлектрический прибор; *11* — свеча; *12* — камера сгорания; *13* — экран; *14* — кожух

сушки получают при сгорании дизельного топлива в камере сгорания с последующим смешиванием с атмосферным воздухом в смесителе и завихрителе.

Камера сгорания представляет собой сборную конструкцию, состоящую из корпуса, внутри которого размещается пламенная труба, форсунка и запальное устройство. Корпус *3* цилиндрической формы изготовлен из листовой стали марки Ст. 3 толщиной 8 мм, он снабжен фланцами с обеих сторон.

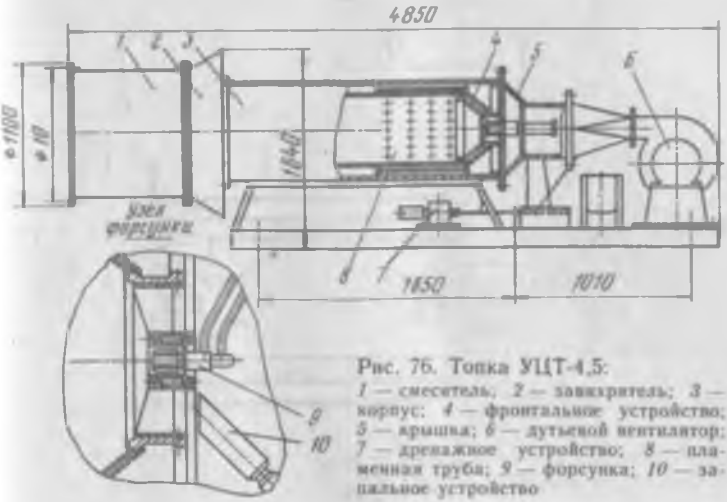


Рис. 76. Топка УЦТ-4,5:
1 — смеситель; *2* — завихритель; *3* — корпус; *4* — фронтальное устройство; *5* — крышка; *6* — дутьевой вентилятор; *7* — дренажное устройство; *8* — пламенная труба; *9* — форсунка; *10* — запальное устройство

К переднему фланцу корпуса болтами крепят крышку *5*, являющуюся воздухоподводящим патрубком, в котором установлены запальное устройство *10* и форсунка *9*. К заднему фланцу корпуса болтами крепят смеситель *1* с завихрителем *2*. В нижней части корпуса (под форсункой) установлено дренажное устройство *7* для удаления остатков несгоревшего топлива при неудачном пуске топки.

На боковой поверхности корпуса около смесителя пламенной трубы сделан глазок для наблюдения за характером горения. Для установки корпуса на раме на боковой поверхности обечайки корпуса имеются четыре лапы, а в верхней — два рым-болта. Внутри корпуса размещается пламенная труба *8*, имеющая две концентрические цилиндрические обечайки, изготовленные из листовой стали. Обечайки имеют перфорацию в виде отверстий ∅ 4 мм с шагом 40 мм на длине 900 мм. Отверстия на внутренней и внешней обечайках смещены относительно друг друга на полшага.

В передней части пламенной трубы размещено фронтальное устройство *4* в виде конуса с двойными стенками, имеющими такую же перфорацию, как и обечайки. Во фронтальном устройстве размещается горелочное устройство регистрового типа, обеспечивающее закручивание потока первичного воздуха, поступающего в пламенную трубу.

Запальное устройство предназначено для воспламенения топливно-воздушной смеси и устанавливается с помощью болтов на стальной трубе в крышке корпуса. Форсунку пневматического типа устанавливают по оси камеры сгорания. На выходе форсун-

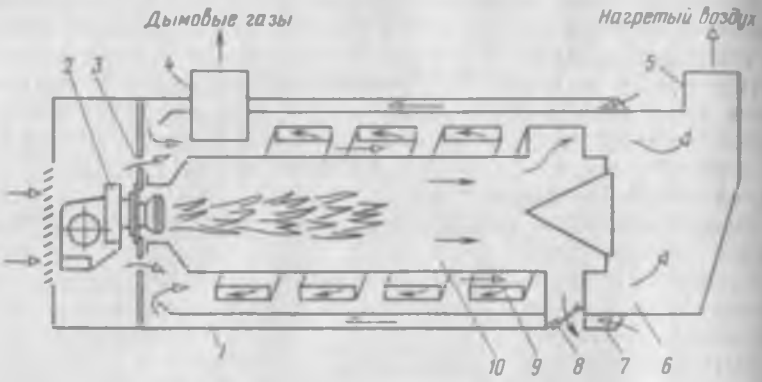


Рис. 77. Схема топки зерносушилки М-819, работающей на жидком топливе: *1* — корпус; *2* — форсунка; *3* — щель для подсоса воздуха; *4* — патрубок дымовой трубы; *5* — патрубок нагретого воздуха; *6* — коллектор; *7* — кольцевой канал; *8* — взрыворазрядный клапан; *9* — теплообменник; *10* — камера сгорания

ки размещают завихритель, улучшающий распыление топлива и создающий более качественную топливно-воздушную смесь.

Дутьевой вентилятор *6* служит для нагнетания воздуха в камеру сгорания и состоит собственно из вентилятора; задвижки, регулирующей подачу воздуха; датчика давления воздуха. Смеситель и завихритель предназначены для получения на выходе из теплогенератора агента сушки с определенной температурой.

Блок подготовки предназначен для регулирования давления дизельного топлива, подаваемого в форсунку. В блоке управления также размещена система питания запального устройства. Блок подготовки состоит из следующих узлов: насосной станции, системы питания газового запальника.

Система регулирования расхода и давления топлива состоит из электроконтактного манометра, предохранительного клапана, регулятора расхода и давления топлива с дистанционным управлением и электромагнитного клапана.

Топка зерносушилки М-819. Работает на жидком топливе (керосин, дизельное топливо). Конструкция топки показана на рисунке 77, изготовлена из листовой стали в виде горизонтально расположенного цилиндрического корпуса *1*, внутри которого находится камера сгорания *10* и теплообменник *9*, а в передней части топки расположена форсунка *2* с вентилятором и коробкой управления. Топка снабжена дымовой трубой, задача которой заключается в создании необходимой тяги (разрежения в топке) в камере сгорания и выброса дымовых газов за пределы сушильной установки.

Корпус *1* топки завершает коллектор *6* с подсоединительным клапаном, собирающий нагретый воздух, откуда он направляется в сушильные шахты. Коллектор одновременно соединяет топку с сушильными шахтами. На боковой части корпуса топки находится выпускной патрубок газов для соединения с дымовой трубой, а также противовзрывной клапан. В передней стенке топки имеются прорези для подсоса атмосферного воздуха, а с задней стороны кольцевой канал.

Противовзрывной канал соединяет камеру сгорания с атмосферой через взрыворазрядный клапан. В закрытом положении он запломбирован. В случае аварийного открытия пломба срывается. Вторично можно клапан опломбировать только после устранения причин взрыва. Проволока для пломбирования должна быть диаметром не более 0,5 мм.

Форсунка УЛ-4ВО1-00 предназначена для сжигания дизельного топлива, максимальная производительность ее составляет 200 кг/ч. Форсунка изготовлена моноблоком, соединяющим в одно целое: топливную систему (рис. 78), систему подвода воздуха, электрическую систему, которые позволяют автоматически поддерживать заданную температуру агента сушки.

Топка снабжена фотоэлектрическим датчиком, который служит для контроля наличия пламени. В случае потухания пламени вызывает немедленно аварийное выключение форсунки. Для розжига топки установлен трансформатор зажигания с электродами. Электромагнитные клапаны предназначены для управления подачи топлива к форсунке в зависимости от электроимпульсов, передаваемых автоматическим устройством форсунки. Открытие заслонки воздуха в момент перехода из работы от минимального к максимальному расходу воздуха осуществляется электромагнитом.

Топка зерносушилки М-820. Конструкция топки зерносушилки М-820 представлена на рисунке 79. Она состоит из следующих узлов: стального основания; камеры сгорания, изготовленной из жаропрочной стали; тепловлагообменника, набранного из круглых ребристых труб; бункера для угля; колосниковой решетки (механизированной); коллекторов топочных газов и подогретого воздуха.

Тепловлагообмеиник снабжен люками, обеспечивающими периодическую очистку трубопроводов для удаления золы и сажи. Нагретый воздух через коллектор поступает в сушилку, а дымовые газы (топочные газы) через коллектор направляют в дымовую трубу. Бункер для угля соединен с механизированной колосниковой решеткой, которая состоит из каркаса, ковша для угля, настила решетки, переднего и заднего валов, зольного шибера, воздушного клапана, скребкового устройства и привода.

Каркас колосниковой решетки сварной, спереди которого на-

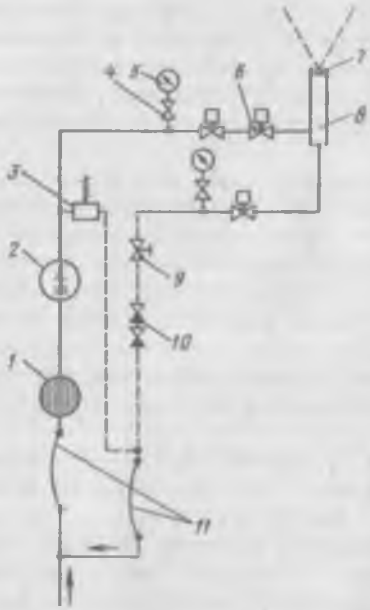
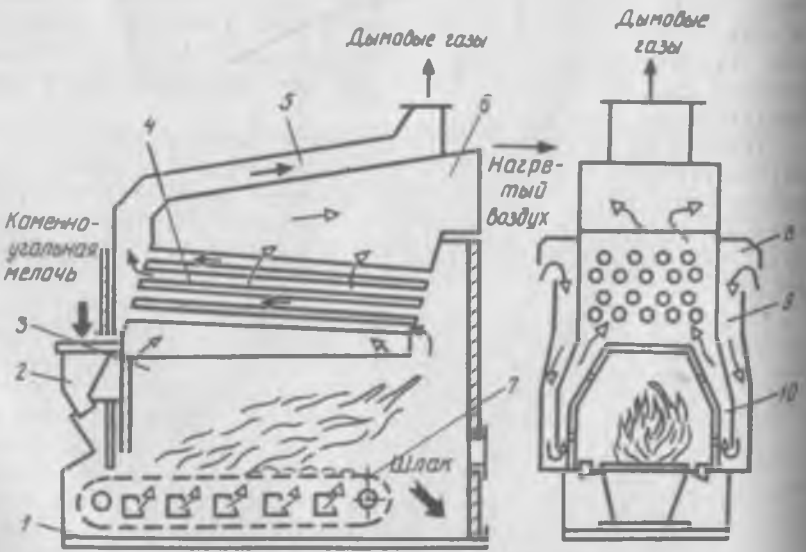


Рис. 78. Топливная система зерносушилки М-819:
1 — фильтр; *2* — насос; *3* — переливной клапан; *4* — задвижка; *5* — манометр; *6* — электромагнитный клапан; *7* — распылительное сопло; *8* — форсунка; *9* — клапан; *10* — возвратный клапан; *11* — шланги

Рис. 79. Топка зерносушилки М-820:
1 — основание; *2* — бункер; *3* — камера сгорания; *4* — тепловлагообменник; *5* — коллектор дымовых газов; *6* — коллектор подогретого воздуха; *7* — колосниковая механизированная решетка; *8* — всасывающий патрубок; *9* — внешний канал; *10* — внутренний канал



ходятся направляющие подшипников переднего вала. Для подачи воздуха по длине колосниковой решетки расположены каналы дутья. Ковш для угля тоже сварной и состоит из воронки, находящейся в передней части ковша и камеры регулятора слоя топлива. В передней части ковша находится смотровое отверстие, закрытое стеклом, позволяющим наблюдать за заполнением решетки углем во время работы.

В нижней части воронки установлен дуговой шибер, предназначенный для прекращения подачи угля на основание колосниковой решетки. В конце ковша находится механический регулятор толщины слоя топлива. Настил решетки состоит из двух роликовых цепей, несущих балок с держателями, колосников и боковых уплотнений. Несущие балки крепятся к цепи с помощью пальцев. Привод решетки состоит из двигателя и бесступенчатой передачи, обеспечивающей плавное регулирование скорости решетки. Топка снабжена скребковым конвейером для удаления шлака.

Топка зерносушилок К4-УСА и К4-УС2-А. Представляет собой два цилиндра разных диаметров, концентрично расположенных один в другом (рис. 80). Внутренний цилиндр, выполненный из жаропрочной стали, является камерой сгорания, наружный — ограждающим кожухом. С торцов топка закрыта крышками. В передней торцевой крышке устанавливают форсунки и два патрубка, в один из которых помещают электророзжиг, а в другой — фотометрическую головку прибора контроля пламени. Через секторные отверстия в крышке наружный воздух всасывается в топку вентиляторами первой и второй сушильных зон. Задняя крышка топки служит экраном. На кожухе топки имеется два патрубка с фланцами для подсоединения к ним воздуховодов вентиляторов.

Топливо из топливной системы (после регулирующего вентиля) поступает в форсунку и через распылитель — в камеру сгорания (рис. 81). Регулируя при помощи вентиля количество подаваемого топлива, а при помощи заслонки — количество воздуха, получают необходимую концентрацию смеси и температуру агента сушки.

Вентиляторы подают в шахты агент сушки, а воздуховоды снабжены устройством для подсоса холодного воздуха, что обеспечивает необходимый температурный режим в каждой зоне в зависимости от просушиваемой культуры зерна.

Электророзжиг установлен на патрубке передней крышки топки и состоит из заключенных в кожух двух электродов. На электроды подается напряжение 6400 В от высоковольтного трансформатора, возникающая между электродами дуга воспламеняет топливо. На втором патрубке передней крышки топки

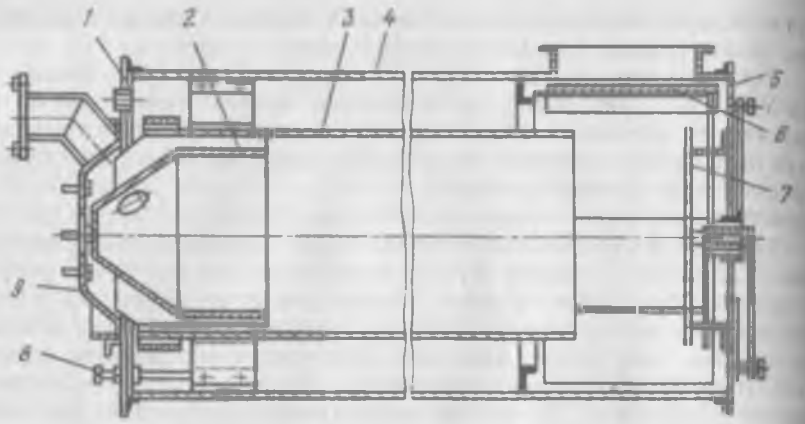


Рис. 80. Топка зерносушилки К4-УС2-А:
1 — передняя крышка; *2* — форкамера; *3* — камера сгорания; *4* — кожух топки; *5* — задняя крышка; *6* — заслонка; *7* — отражательный экран; *8* — винт; *9* — место крепления форсунки

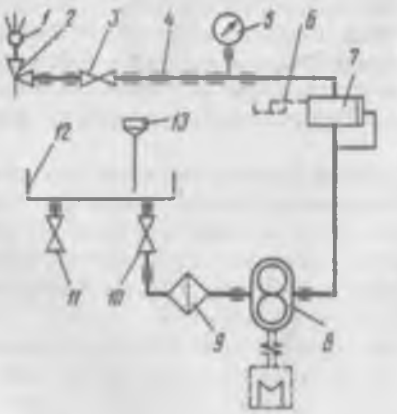


Рис. 81. Схема топливной системы:
1 — форсунка; *2* — запорный вентиль; *3, 10, 11* — пробковые краны; *4* — топливопровод; *5* — манометр; *6* — линия дренажа; *7* — напорный залотник; *8* — шестеренчатый насос; *9* — пластинчатый фильтр; *12* — топливный бак; *13* — щуп

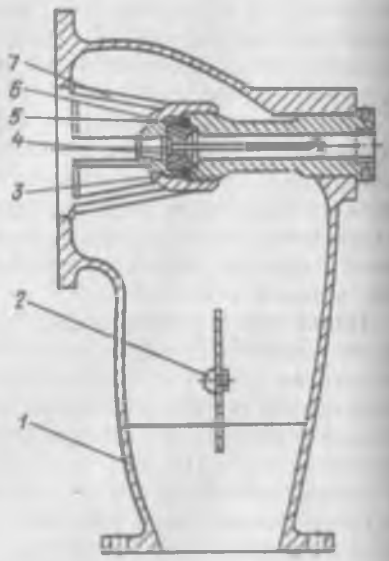


Рис. 82. Форсунка топок зерносушилок К4-УСА и К4-УС2-А:
1 — корпус; *2* — клапан; *3* — ниппель; *4* — завихритель; *5* — прокладка, *6* — распылитель; *7* — завихритель воздуха

установлена фотометрическая головка прибора контроля пламени, реагирующая на наличие яркого света в топке.

Топка зерносушилки К4-УС2-А аналогична топке сушилки К4-УСА. Отличительной особенностью данной топки является то, что ее форсунка обеспечивает регулирование температуры агента сушки в рабочих интервалах (60...160 °С). Для этого предусмотрен набор сменных деталей форсунки: распылитель, завихритель воздуха с форсункой ∅ 0,5; 0,7 и 1,4 мм.

Топливо из топливной системы (после регулирующего вентиля) поступает в форсунку и через распылитель — в камеру сгорания. Атмосферный воздух через секторные отверстия в передней крышке топки поступает в кольцевое пространство между цилиндром камеры сгорания и наружным ограждающим кожухом. Затем, охладив частично корпус камеры сгорания, смешивается с выходящими из нее топочными газами. Часть атмосферного воздуха для поддержания стабильной температуры внутри камеры сгорания подается в кольцевой зазор между передней крышкой и цилиндром камеры сгорания. При этом в зависимости от интервала рабочих температур агента сушки (60...160 °С) и количества подаваемого в форсунку топлива предусмотрена возможность регулирования количества поступающего в кольцевой зазор воздуха при помощи кольцевой заслонки.

Форсунки (рис. 82) топок зерносушилок К4-УСА и К4-УС2-А представляют собой литой корпус с вмонтированными в него: заслонкой для регулирования подачи воздуха от вентилятора высокого давления ВВД № 5, ниппелем, распылителем топлива и завихрителем воздуха. Нижняя часть корпуса форсунки снабжена фланцем для соединения с патрубком вентилятора высокого давления.

Топка зерносушилки РД-2 × 25-70. Предназначена для сжигания жидкого топлива, выполнена из металла (рис. 83). Она состоит из наружного и внутреннего кожухов, форкамеры, камеры сгорания, отражателя, дросселя-клапана и патрубков. Подсос атмосферного воздуха предусмотрен через четыре заборных патрубка, установленных на передней торцевой стенке. Для регулирования температуры агента сушки применяют дополнительный подсос воздуха через дроссель-клапан, находящийся на задней торцевой стенке.

Наружный кожух топки теплоизолирован стекловатой толщиной 50 мм, который для предотвращения от механических повреждений обшивают листовой сталью толщиной 1 мм. В предтопочном помещении расположены топливная аппаратура, элементы автоматики и контроля процесса горения топлива, а также элементы автоматики зерносушилки. Диаметр наружного кожуха

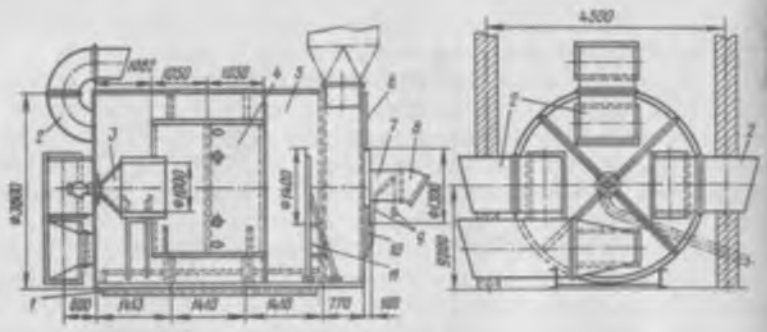


Рис. 83. Топка зерносушилки РД-2×25-70:
1 — наружный кожух; *2* — патрубки; *3* — форкамера; *4* — внутренний кожух; *5* — смесительная камера; *6* — теплоизоляция; *7* — дроссель-клапан; *8* — колено с сеткой; *9* — трос; *10* — цепь; *11* — отражатель

топки 3600 мм, длина 5000, диаметр внутреннего кожуха 2400, длина 2100 мм. Топка оборудована форсункой Ф-1.

Топку монтируют на легком фундаменте. В кирпичном здании располагают электрощиты и пульт управления.

Топка зерносушилки У2-УЗБ-50. Схема работы топки зерносушилки У2-УЗБ-50 представлена на рисунке 84. Она состоит

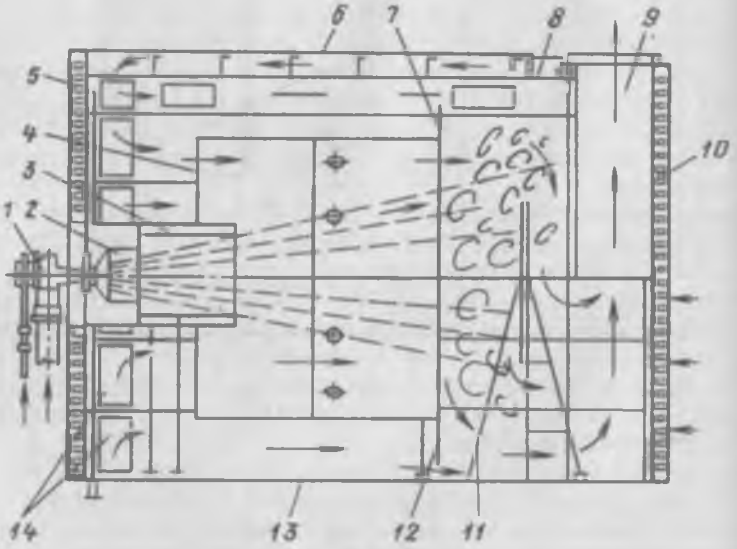


Рис. 84. Топка зерносушилки У2-УЗБ-50:
1 — форсунка; *2* — форкамера; *3* — камера сгорания; *4* — направляющий цилиндр; *5* — передняя торцевая стенка; *6* — каркас; *7* — верхняя диафрагма; *8* — сетка; *9* — смесительная камера; *10* — задняя торцевая стенка; *11* — отражатель; *12* — нижняя диафрагма; *13* — пол; *14* — каналы

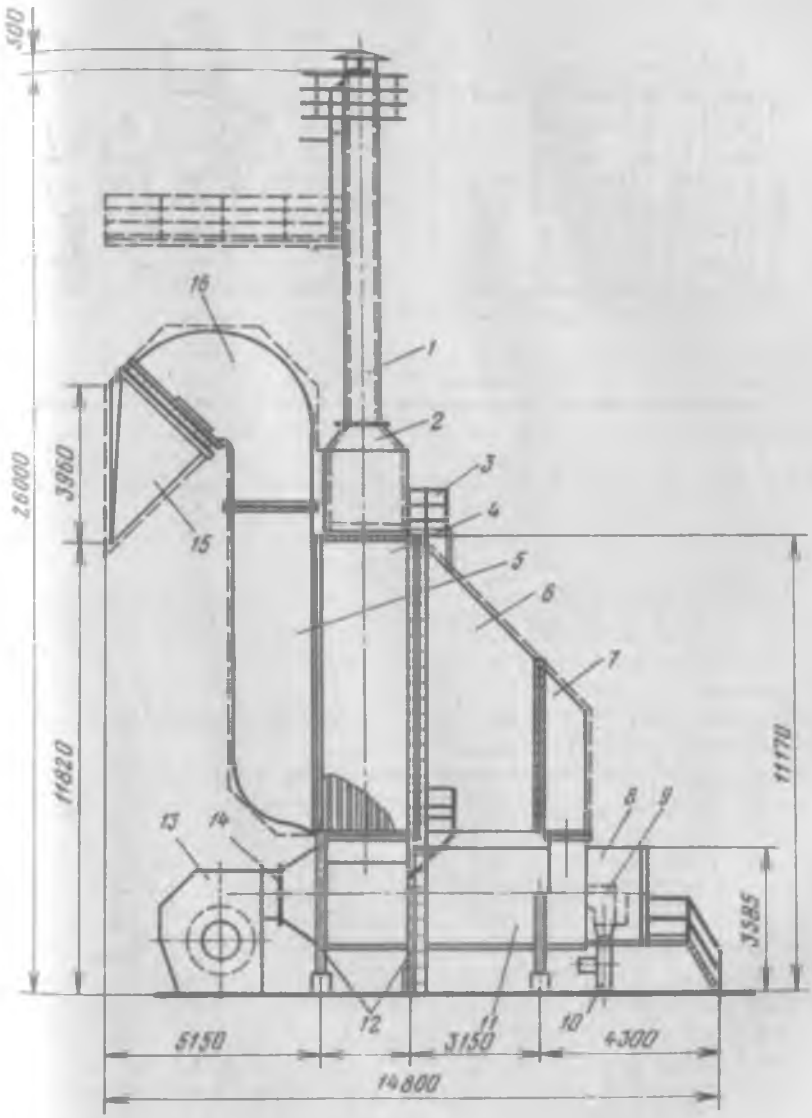


Рис. 85. Теплогенератор зерносушилки А1-УСШ:
1 — дымовая труба; *2* — помещение для очистки труб тепловлагообменника; *3* — платформа для обслуживания; *4* — тепловлагообменник; *5* — сборник нагретого воздуха; *6* — диффузор; *7* — канал для распределения воздуха; *8* — кожух топки; *9* — форсунка; *10* — вентилятор высокого давления; *11* — камера сгорания; *12* — основание; *13* — вентилятор среднего давления; *14* — регулятор воздуха; *15* — соединительный патрубок; *16* — соединительное колено

из форсунки, форкамеры, камеры сгорания, направляющего цилиндра, передней торцевой стенки, каркаса, диафрагмы (верхней), сетки, смесительной камеры, торцевой задней стенки отражателя, диафрагмы (нижней), пола и каналов.

Работает топка следующим образом: топливо и воздух для его распыла и сжигания поступают в топку через форсунку. Для создания смеси топочных газов с воздухом атмосферный воздух проходит через сетку по зазору «*а*» между двойными стенками корпуса, по желобам, охлаждая их стенки, движется в направлении передней торцевой стенки и через отверстия входит внутрь топки, обдувая и охлаждая внутреннюю поверхность цилиндра. Топочные газы смешиваются с нагретым воздухом в смесительной камере, и далее агент сушки поступает в нагревательную камеру зерносушилки.

Теплогенератор зерносушилки А1-УСШ. Схема работы теплогенератора представлена на рисунке 85. Автоматизация процесса сушки осуществляется за счет наличия дистанционного влагомера, установленного между охладительной и сушильной шахтами. Сигналы по отклонению от заданной влажности идут на прибор, а регулирование выпуска зерна осуществляют как вручную, так и автоматически через выпускной механизм.

Теплогенератор состоит из топочной камеры, форсунки, вентилятора высокого давления, тепловлагообменника, диффузора и конфузора, вентилятора среднего давления.

Мощность теплогенератора 23 ГДж/ч, работает он как на природном газе, так и на жидком топливе. Максимальная производительность форсунки 600 кг/ч.

Теплогенератор полностью монтируют на заводе и устанавливают на фундаменте. После подключения основной сети газа теплогенератор готов к работе.

§ 2. ГАЗОВАЯ ТОПКА

Топку используют для всех сушилок. Топочный агрегат состоит из топочного устройства, газораспределительного шкафа ПШГР-2, топливной системы, а также системы для воспламенения топлива, аппаратуры для контроля за наличием пламени в топке и за температурой агента сушки. Топочное устройство включает камеру сгорания, топку, газовую форсунку. Горелка крепится к передней стенке топки.

Горелка ГИК-2 (рис. 86) представляет собой камеру, образованную двумя цилиндрами, в которой по внутреннему периметру расположены отверстия для выхода газа и патрубок подключения к газовой сети.

Горелка ГИК-2 подключена к шкафу ПШГР-2 и имеет вентиль регулирования, отключения подачи газа, а также авто-

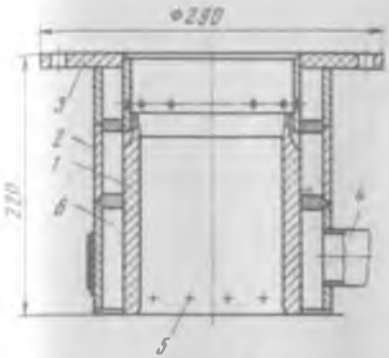


Рис. 86. Газовая горелка ГИК-2:
1 — корпус; *2* — стакан; *3* — фланец; *4* — патрубок; *5* — сопло; *6* — газовая кольцевая камера.

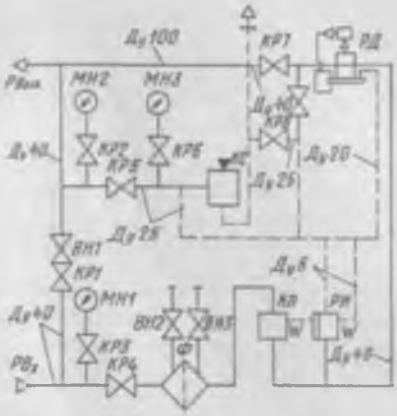


Рис. 87. Схема пневматическая принципиальная шкафа ПШГР-2:
ВН — вентили; *КР* — краны; *МН* — манометры; *КЛ* — клапан-отсекатель предохранительный; *КС* — клапан сбросной; *РИ* — реле импульсное; *РД* — регулятор давления

матику. Газораспределительный шкаф ПШГР-2 (рис. 87) состоит из фильтра, предохранительного клапана-отсекателя, регулятора давления газа, сбросного клапана. Байпас используется для бесперебойного снабжения газом топки зерносушилки во время ремонта или проверки оборудования основной технологической линии. Шкаф ПШГР-2 служит для снижения высокого или среднего давления газа до заданного низкого или среднего, поддержания его с заданной точностью и подачи на объект — потребителю.

Электророзжиг установлен на патрубке передней крышки топки. Фотометрическая головка прибора контроля пламени, реагирующая на наличие яркого света в топке, установлена на втором патрубке крышки топки. Схема подключения газораспределительного шкафа к форсунке топки дана на рисунке 88.

Прибор (КЭП-12У) для регулирования продолжительности пребывания зерна в зерносушилках. Командный электропневматический прибор КЭП-12У приводится от синхронного электродвигателя мощностью 40 Вт, который через редуктор передает вращение на барабан.

При помощи нижнего колокола со шкалой можно установить нужную скорость вращения барабана. Верхний колокол с градуированной шкалой служит для настройки времени срабатывания путевых выключателей. Примерная настройка продолжительности сушки с использованием прибора КЭП-12У приведена в таблице 3.

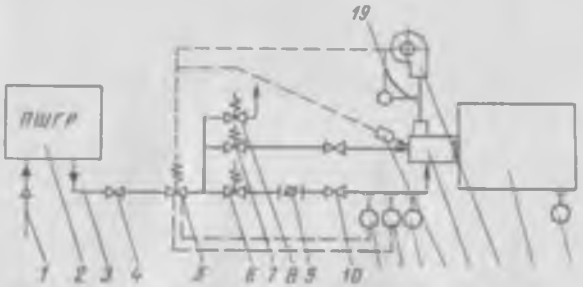


Рис. 88. Схема подключения газораспределительного шкафа к форсунке топки: *1* — основная газовая трасса среднего или высокого давления; *2* — газораспределительный шкаф ПШГР (или ШРП); *3* — газовая трасса низкого давления; *4, 10* — запорные устройства; *5, 6* — краны безопасности; *7* — кран для запальной горелки; *8* — свеча с вентилем; *9* — регулирующая заслонка с датчиком температуры; *11, 12* — датчики безопасности (максимального и минимального давления газа); *13* — манометр; *14* — фотометрическая головка контроля пламени; *15* — горелка; *16* — вентилятор; *17* — топка; *18* — датчик температуры; *19* — датчик напора

3. Примерная настройка продолжительности сушки с использованием командоаппарата КЭП-12У (при положении шестерни II)

Деление на шкале лимба	Время между открытиями затвора, мин	Ориентировочная производительность, т/ч	Деление на шкале лимба	Время между открытиями затвора, мин	Ориентировочная производительность, т/ч
2	0,57	59,0	35	1,82	18,7
6	0,62	53,7	37	2,12	15,7
13	0,74	45,5	39	2,50	13,4
23	1,02	33,0	41	3,02	10,0
26	1,25	26,8	42	3,40	9,8
32	1,53	22,0			

Прибор КЭП-12У (рис. 89) представляет собой барабанный механизм, позволяющий через разные промежутки времени включать выпускной механизм зерносушилки путем замыкания электрической цепи. Электродвигатель *11* через систему зубчатых колес соединен с барабаном *5*, частоту вращения которого можно изменять.

Шестерни валика *9* входят в зацепление с шестернями валика *8*, который соединяется с большой шестерней *4*, сидящей на одном валу с барабаном *5*. Шестерню *4* можно перемещать по шпонке вдоль валика *6* и устанавливать в зацепление с одной из шестерен валика *8*.

Наибольшую частоту вращения барабан *5* делает тогда, когда шестерня *4* находится в зацеплении с левой шестерней валика *8*, а наименьшее — при зацеплении с правой шестерней.

На поверхности барабана *5* имеется 24 кольцевых паза *2*,

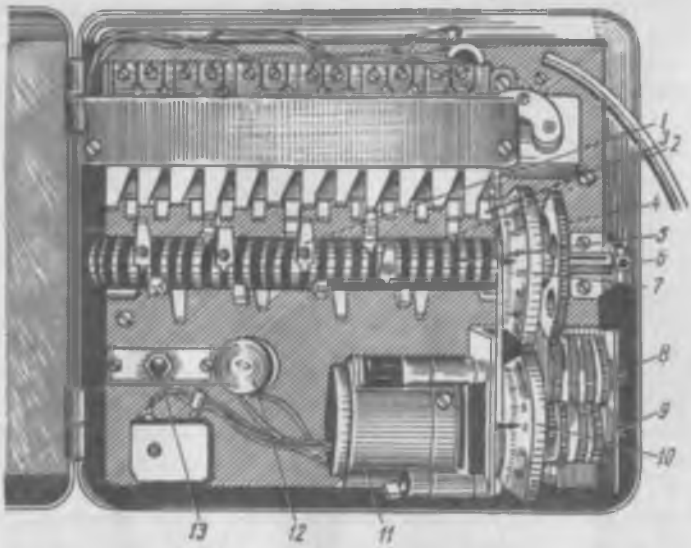


Рис. 89. Прибор КЭП-12У:
1 — кулачок; *2* — кольцевой паз; *3* — конечный выключатель; *4* — шестерня; *5* — барабан; *6, 8, 9* — валики; *7, 10* — лимбы; *11* — электродвигатель; *12* — сигнальная лампа; *13* — тумблер

в которых посажены попарно кулачки *1*. Параллельно барабану *5*, выше него установлена панель с 12-ю конечными выключателями *3*. При вращении барабана кулачки *1* входят в зацепление с соответствующим конечным выключателем, причем правый кулачок взводит защелку конечного выключателя и тем самым замыкает его контакты, а соседний левый кулачок сбрасывает защелку и размыкает контакты выключателя прибора КЭП-12У.

Включение и выключение прибора осуществляют тумблером *13*. При включении прибора зажигается сигнальная лампочка *12*. Необходимую частоту вращения барабана устанавливают лимбом *10* с делениями. Лимбом *7* устанавливают на барабане кулачки относительно друг друга.

Таким образом, количество выпускаемого просушенного зерна регулируют, изменяя расположение включающих и выключающих кулачков и расположение лимба *10* на соответствующее ему деление, расположенное против указательной стрелки.

§ 3. ТЕПЛОВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ АГРЕГАТЫ

Тепловентиляционный агрегат ВПТ-400. Применяют для сушки и охлаждения кукурузы в початках в зерне. Он состоит из теплообменника, осевого и дутьевого вентиляторов, камеры сгорания, форсунки, электроаппаратуры и привода.

Тепловентиляционный агрегат работает как на атмосферном нагретом воздухе, так и на смеси топочных газов с воздухом. Вид топлива — тракторный керосин или смесь керосина с моторным топливом.

Техническая характеристика

Теплопроизводительность, 10^3 кДж/ч	До 1257
Расход топлива, кг/ч	До 40
Максимальный подогрев воздуха по сравнению с атмосферным, °С:	
при работе с теплообменником	До 50
при работе на смеси топочных газов с воздухом	До 65
Расход воздуха, 10^3 м^3/ч	До 25
Напор (полный) Па (кг/м^2)	Не менее 600(60)
Частота вращения рабочего колеса вентилятора, об/мин	1450
Электродвигатель:	
мощность, кВт	10
частота вращения ротора, об/мин	1450
Габариты, мм:	
длина	4130
ширина (колея)	1200
высота (с дымовой трубой)	2230
Масса, кг	1100

Тепловентиляционный агрегат ТАУ-1,5. Представляет собой универсальный топочный агрегат, предназначенный для получения агента сушки как в виде смеси топочных газов с атмосферным воздухом, так и в виде нагретого воздуха. Его можно подключать к сушилкам и установкам для вентилирования зерна. Вид топлива — технический керосин.

Техническая характеристика

Теплопроизводительность, кДж/ч при работе на:	
смеси топочных газов с воздухом	9 637 000
нагретом воздухе	6 285 000
Расход топлива, кг/ч	200
Установленная мощность, кВт	40
Частота вращения ротора электродвигателя, об/мин	1500
Напор, Па (кг/м^2)	600(60)
Расход воздуха, 10^3 м^3/ч	70
Максимальная температура сушки, °С	150
Мощность электродвигателей для низконапорных форсунок, кВт	4
Габариты, мм:	
длина	7140
ширина	2000
высота	5980
Масса (без лестницы и топливной системы), кг	3960

§ 4. ТОПЛИВО ДЛЯ СУШКИ ЗЕРНА

Топливо, используемое для сушки зерна. В современных зерносушильных установках типа ДСП, РД-2 × 25-70, У2-УЗБ-50, А1-УЗМ, А1-ДСП-50, К4-УСА и К4-УС2-А сушка зерна производится смесью воздуха с топочными газами, и только небольшое число зерносушилок (М-819, ЛСО-11, А1-УСШ) работает на чистом нагретом воздухе. Для зерносушилок, работающих на смеси топочных газов с воздухом, применяют только светлые малосернистые виды жидкого топлива (дизельное топливо, тракторный керосин и соляровое масло) или природный газ. Мазут, уголь, торф можно использовать только для нагрева воздуха в калориферах.

В качестве топлива для топок, работающих на жидком топливе, используют дизельное топливо марки ДЛ (летнее) или ДЗ (зимнее), керосин, плотность которого в пределах 830... 860 кг/м^3, температура застывания ниже —10 °С. Вязкость топлива, сжигаемого в топках сушилок, не должна превышать 5 ССТ, а допустимое содержание серы — 0,2 %. Состав применяемого топлива и его тепловая характеристика даны в таблице 4.

4. Техническая характеристика топлива

Топливо	Массовая доля в рабочем составе, % различных элементов топлива				Низшая удельная частота сгорания Q, кДж/кг	Переводной коэффициент в условное топливо
	C^p	H^p	S^p	$O^p + N^p$		
Дизельное	86,3	13,3	0,3	0,1	42 620	1,46
Солярное масло	86,5	12,8	0,4	0,3	42 330	1,44
Керосин тракторный	86,0	13,7	0,1	0,2	42 960	1,47

Природный газ при сжигании его в топках зерносушилок имеет значительное преимущество перед жидким топливом, так как сгорает равномерно и не образует копоти и дыма, обеспечивает полное сгорание топлива при отсутствии угарного газа CO, кроме того, не дает искр, не загрязняет помещения, не нуждается в громоздком топливном хозяйстве. Топки, работающие на природном газе, более компактны и несложны.

Природный газ, применяемый в топках зерносушилок, состоит в основном из метана (CH_4), содержание которого 76,7...97,9 %; других углеводородов 0...21,8, двуокиси углерода 0...0,3, азота 0...14,5, сероводорода 0...0,1 %. Плотность газа при нормальных условиях составляет 0,559...0,793 кг/м^3, а низшая теплота сгора-

ния природного газа $Q_н^р$ 23 630...42 960 кДж/м³ (5 600...10 300 ккал/м³).

При испытании зерносушилок характеристику природного горючего газа необходимо брать из сертификатов на газ, применяемого в данной местности. Транспортирование газа в населенные пункты, предприятия осуществляется газопроводами высокого давления (300...600 кПа), среднего (5...300 кПа) и низкого давления (до 5 кПа).

Нормы расхода топлива на сушку. Норма расхода топлива для сушки зерна продовольственного назначения для шахтных прямоточных и шахтных рециркуляционных зерносушилок составляет 11,0...12,2 кг усл. т/пл. т (кг условного топлива на плановую тонну*), а для сушки сортовых семян кукурузы в початках в камерных зерносушилках исчисляется в килограммах условного топлива на тонно-процент и составляет 3,0...3,3 кг усл. т/т·%.

Расход топлива B (кг/ч) можно определить расчетным путем по уравнению

$$B = \frac{LC_p\rho(t_{аг}-t_0)}{Q_н^р\eta_т},$$

где L — общая подача агента сушки, кг/ч; C_p — удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг·град); ρ — плотность подогретого воздуха, кг/м³; $t_{аг}$ — температура агента сушки, °С, t_0 — температура воздуха, °С; $Q_н^р$ — низкая удельная теплота сгорания топлива, кДж/кг; $\eta_т$ — коэффициент полезного действия топки.

Коэффициент полезного действия зерносушилок определяют как отношение количества теплоты (r), расходуемой непосредственно на испарение 1 кг влаги, к общим затратам теплоты (q), т. е.

$$\eta_{суш} = r/q.$$

Коэффициент полезного действия шахтных прямоточных и шахтных рециркуляционных зерносушилок составляет примерно 0,5, а камерных зерносушилок — 0,2. Низкий КПД камерных зерносушилок объясняется большими потерями теплоты. Они связаны прежде всего с тем, что зерно кукурузы сушат вместе со стержнями, доля которого составляет примерно 25 % от всей массы початка, а также большого количества теплоты, выбрасываемого в атмосферу вместе с отработавшим агентом сушки. Кроме того, сушка происходит в неподвижном слое, что приводит к большой неравномерности нагрева и съему влаги, пересушке верхнего и нижнего слоев и недосушке початков кукурузы средних слоев. Большие потери теплоты также связаны с утечками агента сушки через неплотности в люках сушильных камер

* Плановой называется просушенная тонна зерна при съеме влаги с 20 до 14 % (6 %).

и дверях коридоров. Теплота теряется также на нагрев зерна. Применение низких температур агента сушки также приводит к снижению КПД.

Тепловой баланс работы зерносушилок можно представить в следующем виде:

$$q_{\text{общ}} = r + q_{\text{з}} + q_{\text{отр}} + q_{\text{окр}},$$

где r — затраты теплоты на испарение влаги зерна; $q_{\text{з}}$ — потери теплоты на нагрев зерна; $q_{\text{отр}}$ — потери теплоты с отработавшим агентом сушки; $q_{\text{окр}}$ — потери теплоты в окружающую среду.

Мероприятия по экономии топлива. Потери теплоты для прямоточных шахтных и шахтных рециркуляционных зерносушилок составляют примерно до 50 %, для камерных сушилок — до 75 %.

Основные потери теплоты уходят с отработавшим агентом сушки, с нагретым зерном и с потерями теплоты в окружающую среду. Кроме того, расходуется теплота при пересушивании зерна.

Для более экономичного расхода топлива необходимо снизить потери теплоты. Это достигается в результате рециркуляции отработавшего агента сушки и воздуха, герметизации и теплоизоляции основных тепловых магистралей, люков, дверей, диффузоров.

В камерных сушилках, чтобы уменьшить дополнительный расход теплоты, связанный с пересушиванием зерна, необходимо прежде всего отделить обрушенные зерна кукурузы и добиться конечной влажности зерна — 13...14 %. Для уменьшения пересушивания зерна в сушилках шахтных и шахтных рециркуляционных необходимо использовать в них дистанционные влагомеры. В камерных зерносушилках необходимо переходить на импульсный способ сушки, что даст возможность снизить расход топлива на 10 %. До 10 % теплоты можно сэкономить при проведении сушки в дневное время, а в ночное время осуществлять охлаждение, которое будет более эффективнее.

Мероприятия по экономии топлива сводятся к следующему:

1. Использовать отработавший агент сушки, имеющий высокую температуру и сравнительно низкую относительную влажность для предварительного подогрева зерна. Применять 30... 40 % отработавшего агента сушки, отбирая его с высокой температурой и низкой относительной влажностью из последних зон сушилок, при этом снижается удельный расход топлива на 8...12 %.

2. Использовать отработавший воздух после охладительной шахты (это фактически теплота нагретого зерна), так как он имеет низкую относительную влажность и сравнительно высокую

температуру. При этом снижается удельный расход топлива на 5...7 %.

3. Дважды пропускать агент сушки через два потока движущегося зерна как в падающем (кипящем, взвешенном), так и в плотном слое.

4. Создавать конструкции новых сушилок в таком исполнении, чтобы потери от агента сушки в окружающую среду были минимальными, обеспечивая компактность сушилки и топки с минимальными поверхностями, омываемыми наружным воздухом. Необходимо снижать поверхность воздуховодов агента сушки при обязательной их теплоизоляции.

5. Использовать просушенное зерно для нагрева поступающего холодного зерна на сушку.

Используя эти мероприятия, можно добиться снижения удельных расходов теплоты с 6000...8000 кДж/кг исп. влаги до 4000...4800 кДж/кг исп. влаги.

Хранение топлива. Для природного газа, который поступает непосредственно из основных магистралей, не нужны особые хранилища. На хлебоприемных предприятиях для хранения жидкого топлива строят хранилища, вместимость которых зависит от потребности топлива для сушки (от производительности зерносушилок). Жидкое топливо хранят в специальных стальных цистернах вместимостью 25 и 50 т. Хранилища располагают на расстоянии не менее 50 м от основных сооружений предприятия.

Строят два типа хранилищ — наземные и подземные. При низком стоянии грунтовых вод сооружают подземные топливохранилища, так как в этом случае можно расположить в 2 раза больше резервуаров в результате сокращения расстояния между ними. При этом уменьшается число перекачивающих насосов. Однако при сооружении подземных топливохранилищ потребуется большой объем земляных работ.

Большое распространение получили наземные топливохранилища (рис. 90). В нижнюю часть днища цистерны вваривают один патрубок для приемной трубы, по которой топливо поступает в цистерну, по другому патрубку топливо поступает из резервуара к насосам.

К форсункам топок из насосной станции топливо (рис. 91) подают шестеренчатыми насосами. Как правило, наряду с рабочими насосами монтируют и резервные. Производительность топливного насоса зависит от производительности сушилок, она составляет 5...10 $м^3$/ч при давлении 1,4 МПа. Привод шестеренчатого насоса осуществляется от электродвигателя мощностью 2,8 кВт. Насос и электродвигатель монтируют на общей сварной раме. Топливо из цистерны поступает к шестеренчатому насосу по трубопроводу.

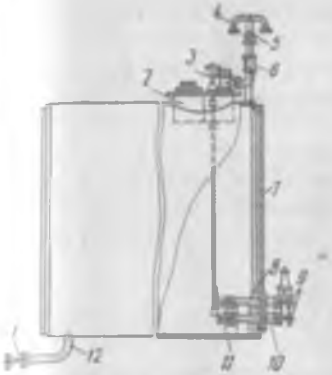


Рис. 90. Резервуар для наземного хранения топлива:
1 — вентиль; *2* — горловина; *3* — штурвал; *4* — вентиляционный наконечник; *5* — пороговый клапан; *6* — огневой предохранитель; *7* — стенка; *8, 10* — патрубки; *9* — запорные задвижки; *11* — хлопушка; *12* — дренажная труба

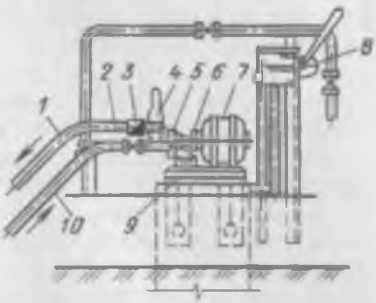


Рис. 91. Топливонасосная станция:
1 — напорная линия; *2* — труба; *3* — обратный клапан; *4* — предохранительный клапан; *5* — шестеренчатый насос; *6* — муфта; *7* — электродвигатель; *8* — ручной насос; *9* — рама; *10* — трубопровод

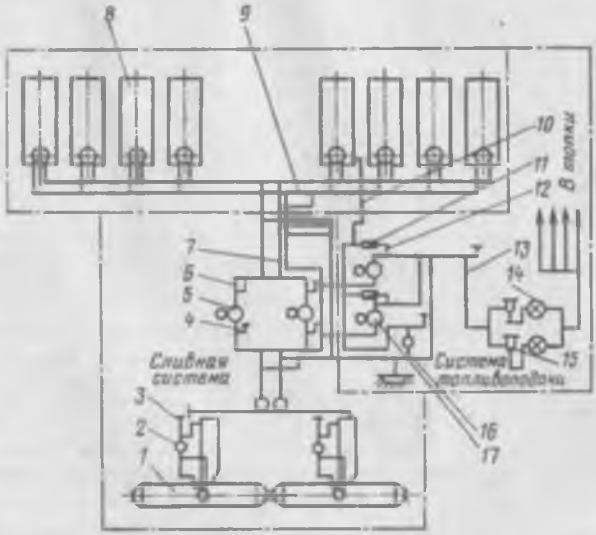


Рис. 92. Схема топливного хозяйства:
1 — железнодорожная цистерна; *2* — ручной насос; *3* — воздушники; *4* — мановакуумметр; *5* — сливная система; *6* — манометр; *7, 10* — трубопроводы; *8* — резервуар; *9* — прямоточный фильтр; *11* — обратный клапан; *12* — предохранительный клапан; *13* — магистраль; *14* — расходомер; *15* — фильтр-воздухоохладитель; *16* — запорная арматура; *17* — насос

Топливо из железнодорожных цистерн (рис. 92) насосом сливной системы перекачивают в резервуары топливохранилища. Сливная система состоит из двух стояков, расположенных на расстоянии 12 м и один от другого. Топливо можно сливать одновременно из двух железнодорожных цистерн, приспособленных как для верхнего, так и для нижнего слива. При наличии одного стояка цистерны разгружают поочередно. Для подачи топлива в любую цистерну сливные стояки объединяют общим приемным топливопроводом. Из сливных стояков топливо поступает к распределительному колодцу.

В наземные резервуары топливо перекачивают двумя насосами, а в подземные оно поступает по самотечным трубам. Производительность насоса для перекачки топлива 30 м^3/ч при давлении 2,4 · 10^5 Па, установленная мощность электродвигателя 12 кВт.

Вопросы для самоконтроля. 1. Какая теплотворная способность твердого, жидкого и газообразного топлива? 2. Какова норма расхода топлива на сушку и в каких единицах она исчисляется? 3. Как определить расход топлива на сушку? 4. Как вычислить коэффициент полезного действия зерносушилки? 5. Какие имеются потери теплоты в зерносушилках и как их снизить? 6. Как используют отработавший агент сушки в зерносушилках? 7. В каких резервуарах хранят жидкое топливо? 8. Что входит в состав топливно-насосной станции и ее технологическая схема? 9. Из каких основных узлов состоит топка зерносушилки ДСП-32-ОТ? 10. В каких топках применяется форсунка типа Ф-1 и из каких основных элементов она состоит? 11. Отличительная особенность вертикальных топок и их достоинства. 12. Каковы основные элементы, входящие в топку зерносушилки СЗШ-16? 13. Особенности конструкции топок УЦТ-4,5. 14. Какова схема топки зерносушилки М-819? 15. Чем отличается топка зерносушилки К4-УС2-А от топки зерносушилки К4-УСА? 16. Расскажите об особенностях топок зерносушилок У2-УЗБ-50 и РД-2×25=70. 17. Какова конструкция теплогенератора зерносушилки А1-УСШ?

Глава VII. ВЕНТИЛЯТОРЫ ЗЕРНОСУШИЛОК

Центробежные вентиляторы делят на три группы, различающиеся величиной полного давления, развиваемого ими при максимальном КПД: низкого давления при $H < 1000$ Па; среднего при H 1000 ..3000 Па; высокого давления при H 3000...12 000 Па. В зерносушилках для подачи агента сушки и воздуха используют центробежные вентиляторы низкого и среднего давления, а для топок — вентиляторы высокого давления.

Мощность N (кВт·ч), потребляемую вентилятором, определяют по формуле

$$N = \frac{Q_в H_в}{3600 \cdot 1000\, \eta_в \eta_п \eta_к},$$

где $Q_в$ — количество агента сушки или воздуха, подаваемого вентилятором, м^3/ч;

$H_в$ — полное давление, развиваемое вентилятором при работе сушилки, Па; $\eta_в$ — коэффициент полезного действия вентилятора (0,6...0,8); его определяют по характеристике вентилятора; $\eta_п$ — коэффициент полезного действия ременной или клиноременной передачи (0,9...0,95); при соединении валов муфтой $\eta_п = 0,98$; при работе на одном валу с электродвигателем $\eta = 1$; $\eta_к$ — коэффициент полезного действия, учитывающий потери в подшипниках,— 0,8...0,99.

В производственных условиях мощность электродвигателя принимают с запасом, для чего к полученной по формуле мощности прибавляют 10 %.

Вентиляторы выбирают по его аэродинамической характеристике, которая представляет собой график, выражающий зависимость между давлением, развиваемым вентилятором, его КПД и количеством перемещаемого воздуха, с учетом 10 % запаса давления по сравнению с расчетным сопротивлением сети $\eta_в = 0,9$. Для глушения шума в воздуховодах, примыкающих к вентиляторам, применяют мягкие вставки и глушители из капронового волокна и др. Конструктивное исполнение вентиляторов показано на рисунке 93, а направление вращения и положение корпуса вентилятора на рисунке 94.

При эксплуатации вентиляторов необходимо учитывать их особенности и выполнять следующие требования. При пуске в работу вентиляторов с подачей более 80 тыс. м^3/ч необходимо во избежание перегрузок электродвигателя закрыть все дроссельные устройства, а после увеличения частоты вращения рабочего колеса постепенно их открывать до требуемой величины. Ремни на шкиве не должны скользить, так как это уменьшает частоту вращения рабочего колеса вентилятора и, следовательно, его подачу. Нельзя при этом допускать излишнего натяжения ремней, так как это повышает расход электроэнергии и приводит к быстрому износу подшипников. Приводной ремень должен иметь защитное ограждение, вентилятор и электродвигатель должны быть заземлены. Нельзя допускать скопления воды от конденсации пара в кожухе вентилятора и воздуховодах.

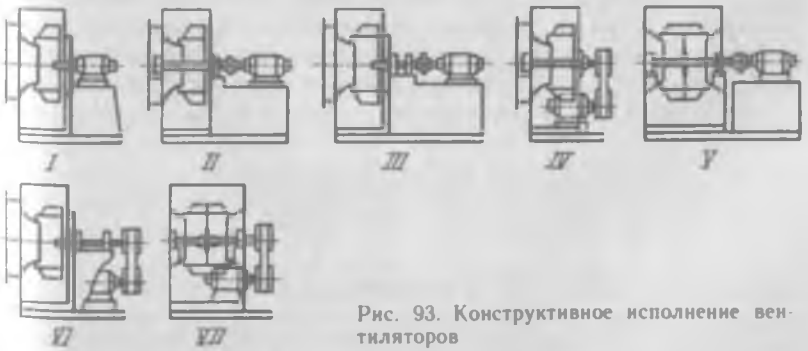


Рис. 93. Конструктивное исполнение вентиляторов

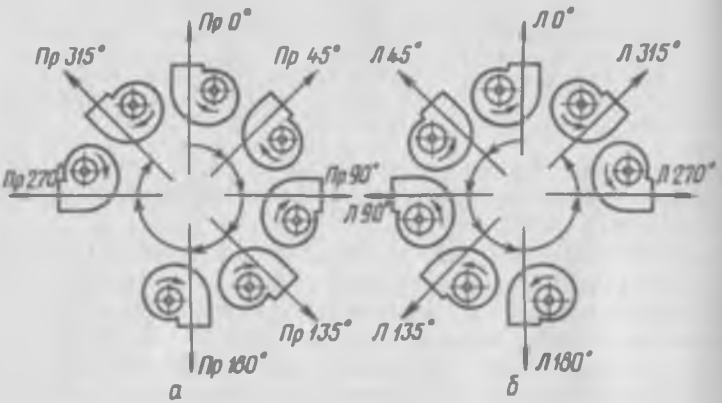


Рис. 94. Положение корпуса вентилятора

При разборке вентилятора и последующей его сборке надо следить, чтобы зазор между лопастным колесом и всасывающим патрубком был не более 3...5 мм в зависимости от размера вентилятора.

При остановке сушилки, особенно работающей под разрежением, следует осмотреть лопасти рабочего колеса вентилятора и тщательно очистить их от пыли и грязи. Для этого в кожухе вентилятора делают плотно закрывающийся люк.

Давление $H_в$, создаваемое вентилятором, определяют по формуле $H_в/\eta^2 = \text{const}$. Таким образом, если частоту вращения рабочего колеса вентилятора уменьшить в 2 раза, то давление, развиваемое вентилятором, уменьшится в 4 раза.

Сопротивление возрастает при увеличении длины воздуховодов, изменении их направлений, поперечного сечения и т. п. Увеличение сопротивления снижает подачу агента сушки и воздуха вентиляторами, а следовательно, уменьшает и производительность сушилки. Поэтому стремятся максимально сократить длину воздуховодов, не изменяя при этом их сечение по сравнению с расчетным. Не рекомендуется также монтировать непредусмотренные повороты, клапаны, сетки и т. п.

§ 1. ВЕНТИЛЯТОРЫ НИЗКОГО И СРЕДНЕГО ДАВЛЕНИЯ

Вентиляторы Ц4-70. Это вентиляторы низкого и среднего давления. Они предназначены для перемещения воздушной и газовой среды с содержанием пыли и других твердых веществ не более

150 мг/м^3, содержание липких веществ не допускается. Температура среды не должна превышать +180 °С. Полное давление, создаваемое вентиляторами, равно 2000 Па.

Рабочее колесо вентилятора имеет 12 рабочих лопаток коробчатого профиля, загнутых назад. Крепление лопаток к переднему и заднему дискам рабочих колес выполнено на сварке. Соединение боковых стенок кожуха со спиралью выполнено также на сварке. Кожух вентилятора № 16 разъемный, неповоротный. Аэродинамические характеристики вентиляторов ВЦ4-70 № 10, ВЦ4-70 № 12 и ВЦ4-70 № 16 приведены в приложениях 6—8.

Вентилятор Ц4-70 № 18,5 низкого давления, двустороннего всасывания, имеет два рабочих колеса, которые крепятся с помощью четырех врезных шпонок к валу. К ступице рабочего колеса приварены глухие вертикальные диски и конусы, обеспечивающие необходимую жесткость конструкции. К дискам приварено 12 загнутых назад прямых лопаток. Угол лопаток по внутреннему диаметру равен 165 °, по наружному — 135 °. Концы лопаток, противоположные диску, сварены на конус. Это придает жесткость рабочему колесу. Наружный диаметр рабочего колеса равен 1848 мм, внутренний — 1342, ширина колеса — 698 мм.

Всасывающие отверстия для входа воздуха в вентилятор выполнены в виде конусных коллекторов, горловины которых закруглены. Это способствует плавному входу воздуха в вентилятор.

Вал вентилятора вращается в двух самоустанавливающихся роликовых подшипниках. Подшипники заключены в чугунные корпуса, укреплены на стальных полках, которые приварены к стойкам и каркасу входного коллектора. На выступающий наружу конец вала насажен шкив с наружным ∅ 1048 мм и шириной 236 мм с шестью канавками под клиновый ремень типа Г. Корпус вентилятора выполнен в виде улитки и состоит из шести изогнутых стальных листов, а боковые стенки — из четырех сегментов каждая. Центральный, квадратный, участок боковых стенок образован каркасами шести входных коллекторов.

Аэродинамическая характеристика вентилятора Ц4-70 № 18,5 приведена в приложении 9. Наиболее высокий КПД вентилятор имеет при общем сопротивлении сети 1000 Па и производительности 160 тыс. м^3/ч.

Достоинством вентиляторов Ц4-70 № 18,5 является то, что воздух засасывается равномерно через два всасывающих коллектора. Передача от электродвигателя к вентиляторам клиноременная. Для ее осуществления на вал электродвигателя насаживают ступенчатый шкив с десятью канавками для клиновых ремней.

Вентилятор Ц4-70 № 18,5 применяют в камерных сушилках типа СКП для сушки сортовых семян кукурузы.

Техническая характеристика вентилятора Ц4-70 № 18,5	
Производительность, м³/ч	160 000
Напор, Па	1000
Электродвигатель:	
мощность, кВт	75
частота вращения ротора, об/мин	1470
Габариты, мм:	
длина	3233
ширина	2664
высота	3550
Масса, кг	3950

Вентиляторы типа Ц4-76 № 20. Центробежный вентиляторный агрегат Ц4-76 № 20 монтируют вместе с электродвигателем и направляющим аппаратом. Он отличается от вентилятора Ц4-70 профильной формой лопаток и большим раскрытием корпуса. Профильные лопатки повышают жесткость рабочего колеса вентилятора, что позволяет увеличить окружную скорость, а соответственно и подачу вентилятора.

Рабочее колесо состоит из заднего плоского и переднего конического дисков, лопаток и литой ступицы. Вентилятор смонтирован на сварной раме и имеет устройство для гашения вибрации. Аэродинамическая характеристика приведена в приложении 10.

Техническая характеристика вентилятора Ц4-70 № 20	
Подача, м³/ч	185 000
Напор, Па	1950
Мощность электродвигателя, кВт	110
Габариты, мм:	
длина	4716
ширина	4120
высота	3375
Масса с электродвигателем, кг	5005

Вентилятор Ц4-76-10Ж-02 № 10. Радиальный центробежный. Корпус вентилятора можно устанавливать в любое из положений по направлению выходного отверстия. Для этого необходимо отвернуть болты, крепящие корпус к диску станины. По направлению вращения рабочего колеса вентиляторы различают правого вращения, если колесо вращается по часовой стрелке (на вентилятор смотрят со стороны всасывающего отверстия), и левого вращения с колесом, вращающимся против часовой стрелки. Вентилятор приводится в движение через клиноременную передачу от электродвигателя, установленного на одной станине с вентилятором.

Температура агента сушки, перемещаемого вентилятором, должна быть не выше 160°С. Все наружные и внутренние поверхности деталей имеют защитные лакокрасочные покрытия. Аэродинамическая характеристика приведена в приложении 11.

Техническая характеристика вентилятора ВЦ4-75-10К-02 № 10	
Подача, м³/ч	80 000
Напор, Па	1275
Частота вращения рабочего колеса, об/мин	1280
Мощность электродвигателя, кВт	55
Габариты, мм:	
длина	1961
ширина	1960
высота	1783
Масса с электродвигателем, кг	1245

Вентилятор Ц9-57 № 6. Центробежный, общего назначения, предназначен для перемещения воздуха и других неагрессивных газов с температурой не выше 180°С, содержащих липкие вещества, а также пыль и другие твердые примеси в количестве не более 150 мг/м при полном давлении до 2000 Па. Этот вентилятор применяют в зерносушилках К4-УСА и К4-УС2-А.

Центробежный вентилятор состоит из рабочего колеса, спирального кожуха, станины с подшипниковым узлом, клиноременной передачи (со шкивами), электродвигателя, натяжного устройства.

Колесо вентилятора имеет 28 рабочих и четыре направляющих лопатки, загнутых вперед, которые крепят к заднему диску на заклепках, а к переднему — на шипах. Они обеспечивают общую жесткость колеса.

Рабочие лопатки, закрепленные к дискам на шипах, обеспечивают постоянство углов входа и выхода. Ширина колеса равна половине его диаметра. Станина вентилятора сварная, выполнена из листовой и угловой стали. Кожух вентилятора неразъемный, поворотный. Боковые стенки кожуха соединены со спиралью бортовкой в фальц. Аэродинамическая характеристика приведена в приложении 12.

Перед пуском вентилятора необходимо проверить легкость вращения рабочего колеса, прочность закрепления кожуха и рабочего колеса, отрегулировать натяжение приводных ремней и проверить параллельность валов вентилятора и электродвигателя.

Пускают вентилятор с закрытым шибером во избежание перегрузки электродвигателя. Не допускается увеличивать частоту вращения рабочего колеса выше пределов, установленных в паспорте.

Техническая характеристика вентилятора Ц9-57 № 6	
Подача номинальная, м³/ч	11 750
(максимальная)	(26 000)
Предельная частота вращения колеса, об/мин	1340
Напор, Па	2000

Диаметр рабочего колеса, мм	600
Мощность электродвигателя, кВт	10...20
Максимальный КПД	0,64
Габариты, мм:	
длина	854
ширина	931
высота	1340
Масса с электродвигателем, кг	257

2. ВЕНТИЛЯТОРЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Вентиляторы Ц10-28 № 4 и ВВД-8. Вентиляторы предназначены для подачи сжатого воздуха. Вентилятор и электродвигатель монтируют на сварной раме. Кожух вентилятора изготовлен из листовой стали и имеет спиральную форму.

Техническая характеристика вентиляторов

	Ц10-28 № 4	ВВД-8
Подача, $м^3/ч$	4000	3000
Напор, Па	4,5	5,8
Частота вращения колеса, об/мин	2920	1900
Электродвигатель:		
мощность, кВт	13	13
частота вращения ротора, об/мин	3000	1500
Габариты, мм:		
длина	700	1880
ширина	570	730
высота	650	1185
Масса, кг	216	548

Вентиляторы АВД (ЦАГИ-Ц8-18) № 3,5. Вентилятор предназначен для подачи сжатого воздуха в форсунку топки. Рабочее колесо выполнено в виде двух дисков, соединенных между собой 12-ю лопатками, загнутыми вперед. Направляющий аппарат представляет собой спиральный кожух, состоящий из сварных частей, соединенных шпильками. Разъем направляющего аппарата позволяет монтировать рабочее колесо. Воздухозаборная часть имеет конфузор с отверстиями для крепления фильтра, выходная часть — фланец, к которому крепят выхлопной патрубок. На нем закрепляют выходную часть направляющего аппарата. Две стойки служат основанием для крепления вентилятора к фундаменту. Привод вентилятора осуществляется от электродвигателя посредством клиноременной передачи. Аэродинамическая характеристика вентилятора приведена в приложении 13.

Наладка вентилятора заключается в правильном натяжении приводных ремней и смазке. Ремни натягивают поворотом муфты. Ввиду того что приводные ремни работают на повышенных скоростях, натяжение их должно быть более сильным, чем в обычных клиноременных передачах. Смазывают только подшипники вентилятора. На корпусе подшипника имеются три штуце-

ра с пробками. Для заполнения корпуса подшипника смазкой через штуцер вводится 250 кг смазки 1-13. Другая смазка не разрешается. Заменяют смазку 1 раз в три месяца. При этом корпус подшипника промывают веретенным маслом. Наличие смазки в подшипниках проверяют не реже 1 раза в декаду.

Перед пуском вентилятора должна быть проверена правильность натяжения ремней. Периодически, не реже 1 раза в декаду, необходимо проверять частоту вращения вала вентилятора тахометром. При ее падении на 5 % по сравнению с нормальной (при правильном натяжении) необходима замена приводных ремней.

Вентилятор должен работать с фильтром, устанавливаемым на всасывающем патрубке. Работа вентилятора без ограждения шкивов и приводных ремней не разрешается.

Техническая характеристика вентилятора АВД

Подача, $м^3/ч$	1200
Напор, Па	1000
Рабочее колесо:	
диаметр, мм	350
частота вращения, об/мин	5500
Мощность электродвигателя, кВт	7
Габариты (с выхлопным патрубком), мм:	
длина	810
ширина	570
высота	840
Масса, кг	75

Вопросы для самоконтроля. 1. Из каких основных узлов состоит вентилятор? 2. Какие основные параметры вентиляторов низкого, среднего и высокого давления? 3. Как пользоваться аэродинамической характеристикой вентилятора при его подборе? 4. Что означает номер вентилятора?

Глава VIII. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СУШКИ ЗЕРНА

Сушка — это основная технологическая операция послеуборочной обработки зерна, обеспечивающая его длительную сохранность. Особая роль принадлежит сушке сырого и влажного зерна, в больших объемах поступающего на хлебопекарные предприятия. В южных районах страны большое внимание уделяется сушке кукурузы, влажность которой составляет до 35...40 %, а также семян подсолнечника и рапса.

Зерносушилки входят в состав поточных линий по обработке зерна на элеваторах, СОБ и других комплексах. Обслуживают эти комплексы наряду с аппаратчиками обработки зерна и зерносушильщики. От них во многом зависит эффективная работа зерносушилки.

§ 1. ПОДГОТОВКА И СУШКА ЗЕРНА

Важным фактором в обеспечении высокоэффективной работы зерносушилок служит контроль за соблюдением технологических режимов, качеством и количеством просушенного зерна. Зерно, как правило, группируют прежде всего по культурам, качеству, назначению (продовольственное, семенное, кормовое, пищевое или техническое), а затем по влажности. При сушке не допускается ухудшение хлебопекарных, продовольственных и кормовых достоинств зерна и качества маслосемян. Зерно, предназначенное для переработки на солод в спиртовом производстве, сушат как семенное с сохранением способности к прорастанию.

В зависимости от дальнейшего назначения пшеницу сушат до влажности, предназначенной для переработки до 15,5...14,5 %; для хранения 14...15; для длительного хранения 13...14, кукурузу соответственно 14...16; 13...14; 12...13 %. Влажность пшеницы, отгружаемой на мукомольные заводы, располагающие моечными машинами, но не имеющие сушилок, должна быть не выше 13,5 % и не ниже 12,5 %; овса и проса, отгружаемого на крупяные заводы, не имеющие сушилок, — не выше 13,5 % и не ниже 12,5 %; гречихи — не выше 14,5 % и не ниже 13,5 %. В связи с этим перед отгрузкой зерна на предприятия необходимо его просушить до требуемой влажности.

При сушке зерна, предназначенного для выработки крупы, в прямоточных шахтных зерносушилках снижение влажности за один пропуск риса и сои не должно превышать 3 %; проса и гречихи — 2...3; гороха и ячменя — 3,5...4; кукурузы — 4,5...5,5, а при сушке других культур — 6 %. Если за один пропуск нельзя высушить зерно до заданной влажности, его следует сушить за несколько пропусков.

Зерно после первого пропуска направляют во вторую зерносушилку (при ее наличии) или в склад, оборудованный установками для активного вентилирования, при этом необходимо установить тщательный контроль за состоянием и качеством зерна.

При выборе режима сушки ориентируются на максимальную влажность партии зерна, поступающего в сушилку.

В рециркуляционных зерносушилках А1-УЗМ с каскадным подогревателем температура агента сушки на входе в подогреватель не должна превышать 200 °С. Предельные температуры агента сушки и нагрева зерна для шахтных прямоточных зерносушилок даны в приложении 14, а для рециркуляционных — в приложениях 15, 16.

При сушке пшеницы продовольственного назначения с хорошей клейковиной применяют режимы сушки, рекомендованные для сильной пшеницы. Кукурузу, предназначенную для пищекон-

центратной промышленности, необходимо сушить на режимах, предназначенных для семенного зерна с пониженными температурами агента сушки. При поддержании режима сушки необходимо следить, чтобы отклонения температуры агента сушки были не более чем на 10 °С. Поддерживают температуру агента сушки, увеличивая или уменьшая расход топлива и воздуха.

Контроль за соблюдением режимов и качеством зерна при сушке осуществляет лаборатория предприятия. Каждые 2 ч отбирают пробы зерна до и после сушки. По ним определяют температуру зерна, запах, цвет, влажность, количество и качество клейковины в пшенице, состояние оболочек (поджаренные, потемневшие), зараженность, а для крупяных культур — наличие ошелушенных и битых зерен, а для зерна риса — трещиноватость. Из контрольных проб зерна до и после сушки составляют пробы за смену, в которых дополнительно еще определяют натуру, количество сорной и зерновой примеси.

В процессе сушки не должно быть: поджаренных зерен, зерен с лопнувшими или вздутыми оболочками, с запахом дыма, сернистого газа, жидкого топлива, с налетом копоти, запаренных; снижения количества и качества клейковины (при сушке пшеницы); увеличения количества битых и дробленых зерен; увеличения трещиноватости (при сушке риса). При обнаружении снижения количества и ухудшения качества клейковины пшеницы необходимо снизить температуру агента сушки или увеличить выпуск зерна из сушилки.

При сушке в рециркуляционной зерносушилке после ее пуска, когда температура зерна в тепловлагообменнике достигнет температуры ниже заданной на 5 °С, включают вентилятор первой охладительной зоны. При достижении заданной температуры зерна включают вентилятор второй и третьей охладительных зон.

Скорость агента сушки регулируют так, чтобы в циклоны уносилось битое и щуплое зерно. При достижении зерном заданной влажности перекидной клапан после нории сухого зерна устанавливают в положение направления его к месту размещения. При этом в сушилку подают такое же количество сырого зерна. Уровень зерна в тепловлагообменнике поддерживают на отметке не менее $^2/_3$ его вместимости. При работе рециркуляционных зерносушилок необходимо вести контроль как за температурами агента сушки и зерна, так и за загрузкой рециркуляционной нории.

Для сушки семян подсолнечника продовольственного назначения используют сушилки: прямоточные шахтные, рециркуляционные типа «Целинная» и А1-УЗМ. При этом выполняют следующие требования: при влажности свыше 12 % семена сушат немедленно при поступлении на хлебоприемные предприятия, а ниже 12 % — в течение суток. Семена подсолнечника су-

шат после его очистки в зерноочистительных машинах. При влажности семян подсолнечника выше 20 % сушку проводят последовательно в двух сушилках, при этом вентилятор охладительной шахты первой сушилки отключают.

Необходимо не реже 1 раза в 3 сут полностью освобождать зерносушилку от подсолнечника, тщательно очищать ее от сора и продувать атмосферным воздухом. В начальный период работы зерносушилки необходимо устанавливать температуру агента сушки не выше 80 °С с последующим выходом на рекомендуемую температуру.

Сушку риса проводят как в шахтных прямоточных, так и рециркуляционных зерносушилках, только в первых съем влаги за один проход должен быть не более 3 %, а в рециркуляционных — не более 10 %. Непросушенное зерно за один пропуск направляют в бункера на двухчасовую отлежку, после чего его вторично сушат. Охлаждают рис после окончательного высушивания. При последовательной сушке зерна риса в двух сушилках охладительную шахту первой сушилки используют как тепловлагообменнпк.

При сушке зерна сои, гороха и других зерновых культур, обладающих малой механической прочностью, сокращают до минимума число перемещений зерна. Зараженное зерно вредителями необходимо сушить при максимально допустимых для каждой культуры температурных режимах, не допуская его пересушивания. Для обеззараживания зерна применяют шахтные прямоточные, рециркуляционные с камерами нагрева в падающем слое сушилки. Просушенное зерно до выпуска из зерносушилки проверяют на зараженность.

Для обеспечения высокого качества просушенного зерна и достижения максимальной производительности сушилок необходимо вести регулярно контроль за температурой нагрева зерна и агента сушки, а также поддерживать уровень зерна в тепловлагообменнике и бункере над камерой нагрева. Кроме того, следует контролировать загрузку рециркуляционной нории. Для устранения подсосов атмосферного воздуха в камеру нагрева через бункер устанавливают датчик уровня, который срабатывает при толщине слоя зерна менее 0,3 м.

Датчик уровня зерна МДУ-2, МДУ-3 применяют для контроля заполнения и опорожнения надсушильных бункеров, которые срабатывают при усилии 0,6...1,0 Н. Датчики МДУ-2 и МДУ-3 соответственно работают при температуре от — 20 до + 40 °С и от — 30 до + 50 °С. Недостатки мембранных датчиков уровня: снижение эластичности мембраны в зависимости от срока службы и ненадежность контактной группы.

В настоящее время вместо датчиков уровня МДУ-2 и МДУ-3 используют мембранный сигнализатор уровня СУМ-1 и СУМ-1-01.

Датчики СУМ-1 применяют для контроля в самотечных трубах, а СУМ-1-01 для контроля уровня сыпучих материалов в бункерах.

Техническая характеристика сигнализаторов уровня СУМ-1, СУМ-1-01

Номинальное напряжение, В	220
Номинальный ток, А	2
Усилие срабатывания, Н	0,5...0,2
Ход мембраны, мм	1...2
Рабочая температура, °С	40...50

За загрузкой рециркуляционной нории ведут контроль по амперметру. Так, для нории производительностью 100 т/ч диапазон шкалы амперметра составляет от 0 до 40 А; для нории производительностью 175 т/ч — от 0 до 60 А, а для нории производительностью 350 т/ч — от 0 до 100 А. В каждом случае опытным путем устанавливают максимальную производительность норий.

Температуру агента сушки измеряют логометрами с термометрами сопротивления. Термометр сопротивления устанавливают в диффузоре непосредственно перед сушильными зонами или камерой нагрева. Правильность показаний дистанционных термометров проверяют ртутными термометрами. Температуру агента сушки в передвижных зерносушилках К4-УСА и К2-УС2-А измеряют манометрическими термометрами. При отсутствии дистанционных термометров используют ртутные термометры.

Контроль за температурой нагрева зерна осуществляют как дистанционными термометрами сопротивления с логометрами, так и стеклянными спиртовыми или ртутными термометрами. При дистанционном измерении температуры зерна термометры сопротивления устанавливают в местах измерения температуры, а показывающий прибор на пульте управления. Важно выбрать правильно место установки термометра сопротивления, чтобы он отражал среднюю или максимальную температуру зерна.

Температуру зерна определяют также с помощью стеклянных термометров, опускаемых в отобранную пробу зерна. Ее отбирают каждые 30 мин при пуске зерносушилки и каждые 2 ч при установившемся режиме. Отбор проб зерна из прямоточных зерносушилок проводят из предпоследнего ряда коробов сушильной зоны, а в рециркуляционных из тепловлагообменника и самотечной трубы после подогревателя. Пробы отбирают совком и помещают в деревянный ящик размером примерно 150 × 150 × × 250 мм с крышкой, в которой сделано отверстие для термометра. Он не должен касаться дна и стенок ящика, при этом термометр слегка перемещают по высоте и выдерживают в слое до 8 мин.

Для дистанционного контроля температуры нагрева зерна в

шахтной прямоточной сушилке устанавливают не менее пяти термометров сопротивления в предпоследнем ряду сушильных шахт, а в рециркуляционных термометр сопротивления размещают в тепловлагообменнике.

Для снижения или увеличения температуры нагрева зерна изменяют температуру агента сушки и производительность выпускного механизма. После сушки температура зерна не должна быть выше температуры окружающей среды более чем на 10 °С. Зерно недостаточно охлажденное дополнительно охлаждают, используя установки активного вентилирования, сепараторы, конвейеры или зерносушилки, в которых сушильные зоны переведены на охлаждение зерна.

Влажность зерна определяют через каждые 2 ч до и после сушки. Пробы зерна отбирают из самотечных труб подачи в надсушильный бункер, а после охладительной шахты — из самотечной трубы или подсушильного конвейера. Влажность зерна на выходе из зерносушилки не должна отклоняться от заданной более чем на ±0,5 %. Влажность и качество зерна определяют в соответствии с действующими стандартами.

§ 2. МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ ЗЕРНОСУШИЛОК

Контроль работы зерносушилок при проведении специальных испытаний должен осуществляться значительно полнее, чем при обычной эксплуатации. Испытания могут преследовать различные цели: проверку соответствия результатов работы установки проектным нормам (приемочное испытание); проверку эффективности рационализаторских мероприятий и технических усовершенствований конструкции сушилки; установление режимов сушки зерна разных культур и с различной начальной влажностью; установление производительности сушилки и режимов ее работы; сравнение результатов работы сушилок и выбор наиболее рациональных типов и конструкций и т. д.

При проверке работы зерносушилок в производственных условиях необходимо знать температуру агента сушки и максимального нагрева зерна, влажность и другие показатели качества его до и после сушки, часовой расход воздуха или агента сушки и топлива, степень неравномерности нагрева и сушки зерна и т. п.

В каждом отдельном случае составляют программу испытаний в соответствии с особенностями конструкции установки и поставленными задачами. Сушилки новых конструкций испытывают по наиболее полной программе, а контрольные испытания установок массового производства проводят по сокращенной программе.

До начала испытаний выполняют следующие подготовительные работы: а) составляют описание сушилки и ее полную схему; б) разрабатывают программу и календарный план испытания, заводят журналы наблюдений; в) проводят осмотр, очистку и устраняют неисправности оборудования сушилки, а также регулируют ее работу; г) проводят разметку (градуирование) регулирующих приспособлений, выпускного аппарата сушилки и заслонок в воздуховодах; д) проверяют работу контрольно-измерительной аппаратуры и лабораторного оборудования для анализов зерна; все измерительные приборы должны быть предварительно протарированы в соответствующих организациях.

Программа испытаний сушилки. Включает методику проведения наблюдений, измерений и записи отдельных показателей, отбора проб зерна в процессе сушки, проведения анализов отобранных проб зерна и обработки материалов, полученных за время испытаний.

В период испытаний сушилка, как правило, должна работать непрерывно. Контрольные наблюдения начинают при установившемся режиме сушки. Этот момент наступает после пропуска зерна при заданном режиме, в количестве не менее полутора объемов сушилки и достижения просушенным зерном заданной конечной влажности. Во всех случаях испытаний обычно устанавливают конечную влажность зерна после охладительной шахты; отклонения не должны превышать $\pm 1\ \%$.

Длительность испытаний в зависимости от намеченной программы может быть различной. Однако для получения средних результатов каждое испытание должно длиться не менее 6 ч. Уход за сушилкой в процессе испытания должен проводиться в соответствии с правилами эксплуатации данной установки.

Порядок испытаний. При испытании сушилок контролируют: а) тепловой режим и показатели работы сушилки (по анализам продукта, тепловентиляционным и другим замерам); б) количество агента сушки и атмосферного воздуха, подаваемого в сушилку; в) характеристику топлива и показатели работы топки; г) мощность для привода каждого рабочего органа и сушилки в целом; д) потребность в рабочей силе и обеспечение нормальных условий охраны труда, удобство обслуживания, пожаробезопасность, общую оценку работы установки.

Для испытаний одной или сравнительных испытаний нескольких сушилок подготовляют зерно, однородное и одинаковое по влажности и чистоте. Количество зерна, требующегося для проведения испытаний, устанавливают в зависимости от производительности установок, числа опытов и их продолжительности.

Для испытания механизмы сушилки проверяют сначала вхолостую в течение 30 мин, а затем под нагрузкой не менее 1...2 ч. При этом проверяют бесперебойность работы механизмов

и рабочих органов, надежность соединений, отсутствие просыпей зерна. Обнаруженные недостатки устраняют. В составленной заранее схеме сушилки с топкой и воздуховодами обозначают места установки контрольно-измерительной аппаратуры и отбора проб зерна.

Контрольно-измерительные приборы. Датчики температуры подразделяют на несколько групп.

1. Термометры расширения — ртутные и спиртовые. Диапазон измерения температуры техническими ртутными термометрами составляет от —25 до +500 °С, для более низких температур применяют спиртовые термометры, их диапазон измерения от —200 до +65 °С.

2. Газовые манометрические термометры показывающие ТПГ-4 (50...400 °С), показывающие с сигнализирующим устройством (ТПГ-СК), самопишущие с электроприводом (ТГС-711), самопишущие с часовым приводом (ТГС-712), самопишущие двухточечные с электроприводом (ТГ2С-711), самопишущие двухточечные с часовым приводом (ТГ2С-712).

3. Термоэлектрические термометры (табл. 5): ТХА-151 — хромель-алюминиевые, ТХК-151 — хромель-копелевые и медьконстантановые соответственно с градуировкой (0 — +600 °С) и (—50 +200 °С). В качестве вторичного прибора можно использовать потенциометры с градуировкой ХК.

4. Термометры сопротивления марки (табл. 6): ТСП (платиновые), ТСМ (медные). Датчики и вторичные приборы комплектуют с одинаковой градуировкой и с одинаковым диапазоном шкалы измерения.

Вторичными приборами являются:

для термопар — электронные потенциометры ЭПД, КСП-4 (на 1, 2, 3 или 12 точек измерения), КСП-3, КСП-2, КСП-1 и КВП-1;

для термометров сопротивления логометры марки ЛПр-53 и Л-64И или электронные уравновешенные мосты ЭМД, КСМ4, КСМ3, КСМ2, КСМ1, КПМ1, КВМ1;

мост типа ЭМД с диаграммным диском, мост КСМ4 полногабаритный с диаграммной лентой, мост КСМ3 малогабаритный с диаграммным диском, мост КСМ2 малогабаритный с диаграммной лентой, мост КСМ1 миниатюрный с диаграммной лентой, мост КВМ1 миниатюрный с вращающимся цилиндрическим циферблатом.

Термометры сопротивления работают на принципе изменения электрического сопротивления металлических проводников (медных или платиновых) при их нагревании (электрическое сопротивление металлических проводников возрастает с увеличением температуры).

Термометр сопротивления состоит из катушки, на которую

5. Характеристика термопар

Тип датчика	Обозначение градуировочной характеристики	Пределы измерения, °С		Значение ЭДС, мВ	
		от	до	начало шкалы	конец шкалы
ТХК	$ХК_{68}$	−50	+100	−3,11	6,898
		−50	+150	−3,11	10,624
		−50	+200	−3,11	14,57
		0	150	0	10,624
		0	200	0	14,57
		0	300	0	22,88
ТХА	$ХА_{68}$	0	400	0	16,395

навит медный или платиновый провод, размещенный внутри тонкостенного трубчатого металлического баллончика, наполненного инертным газом. Снаружи термометр сопротивления защищен стальным футляром. С помощью термометров сопротивления измеряют температуру среды до 700 °С, отклонения от действительной температуры в пределах, не превышающих ±2,5 %.

Логометр устанавливают на пультах-щитах в помещениях (предтопочном или диспетчерской) с тем, чтобы сушильный мастер или оператор могли контролировать температуру агента сушки. Кабель, соединяющий термометры сопротивления с логометром, имеет определенную длину, и изменять ее не допускается, так как это приводит к неправильной работе термометра.

Важно знать, что если в цепи короткое замыкание, то стрелку отбрасывает влево, а если имеется обрыв цепи, то стрелку отбрасывает вправо. Проводить самостоятельно ремонт логометров или термометров воспрещается. Их для ремонта необходимо направлять в мастерские по ремонту электроаппаратуры.

Работа термопар основана на том, что в цепи, состоящей из двух спаянных с одного конца разнородных проводников, возникает электродвижущая сила. Ее величина возрастает при увеличении разности температур в местах соединения проводников. Вторичным прибором для термопар является милливольтметр. Термопара помещается в специальную защитную трубку.

Измеряемая предельная температура для термопар различна и зависит от материала. Так, для термопар, изготовленных из хромель-копеля, температура 800 °С, а из платины-платинородия — 1600 °С.

Для определения относительной влажности воздуха и отработавшего агента сушки применяются психрометры (рис. 95). Простейший психрометр состоит из двух термометров со шкалой 0...40 и 0...100 °С, у одного из них ртутный шарик покрыт марлей (или батистом), конец которой опущен в баллончик с водой — этот термометр называют «мокрым», а второй обычный называют

6. Характеристика термометров сопротивления

Тип датчика	Обозначение номинальной статической характеристики (градуировка)	Пределы измерения, °С		Значение сопротивления, Ом	
		от	до	начало шкалы	конец шкалы
ТСП	21	−70	+180	33,08	77,99
$R = 45$ Ом		0	100	46,00	63,99
		0	150	46,00	72,78
		0	200	46,00	81,43
		0	300	46,00	98,34
		0	400	46,00	114,72
ТСП	100П	−70	+180	71,883	169,544
$R = 100$ Ом	(22)	0	100	100,00	139,113
		0	150	100,00	158,221
		0	200	100,00	177,033
		0	300	100,00	213,779
		0	400	100,00	249,358
ТСМ	23	−50	+100	41,71	75,58
$R = 53$ Ом		0	100	53,00	75,58
		0	150	53,00	86,87
		0	180	53,00	93,64
		50	100	64,29	75,58
ТСМ	100 М	−50	+100	78,48	142,8
$R = 100$ Ом		0	100	100,00	142,8
		0	150	100,00	164,192
		50	100	121,404	142,8
		0	180	100,00	177,026

«сухим». При испарении воды с поверхности марли шарик «мокрого» термометра охлаждается и показания его снижаются по сравнению с показаниями «сухого» термометра.

Для более точного измерения относительной влажности воздуха устанавливается третий термометр, который измеряет температуру воды. Замеры по «сухому» и «мокрому» термометрам необходимо проводить после установившейся температуры воды в баллончике, она должна быть близка к температуре сухого термометра.

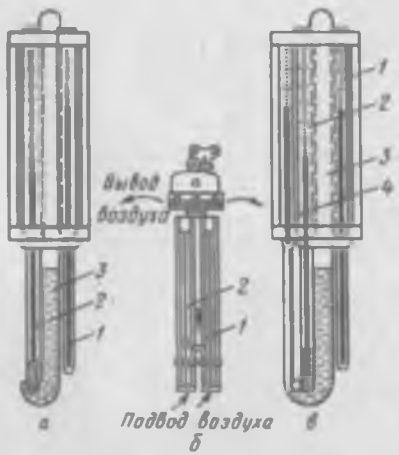


Рис. 95. Психрометры:
а — Августа; *б* — Асмана; *в* — Августа с тремя термометрами; *1* — сухой термометр; *2* — мокрый термометр; *3* — баллончик с водой; *4* — дополнительный термометр для измерения температуры воды в баллончике

чем воздух суше, тем больше будет разность между показаниями термометров. При полном насыщении воздуха влагой температура всех термометров будет одинакова. По показаниям «сухого» и «мокрого» термометров определяют относительную влажность воздуха по специальным психрометрическим таблицам, которые разработаны для воздуха, движущегося со скоростью от 0,5 до 2,5 м/с. Для обеспечения правильных показаний «мокрого» термометра марля должна быть чистой, и ее надо заменять каждую смену.

Наряду с дистанционным контролем температуры агента сушки зерна широкое распространение получил контроль непосредственно на месте соответственно ртутными или спиртовыми техническими термометрами. Они просты по устройству, отличаются сравнительно высокой точностью и небольшой стоимостью.

Для измерения температуры агента сушки применяют ртутные термометры со шкалой от 0 до 200 °С для шахтных прямоточных зерносушилок и со шкалой 0...500 °С для шахтных рециркуляционных с камерой нагрева. Спиртовые термометры для измерения температуры агента сушки устанавливают непосредственно на месте в диффузорах зерносушилки.

Ртутные термометры иногда заключают в металлическую оправу для предотвращения от механических повреждений (в специальный чехол). Ртутные термометры без оправы для измерения температуры агента сушки устанавливают в специальное отверстие с асбестовой пробкой. Все термометры размещают вертикально или с углом наклона, не превышающим 60°. Целесообразно, чтобы ртутный шарик находился в центре диффузора, в котором определяют температуру, а мениск ртутного столбика на уровне глаза наблюдателя.

Для измерения температуры зерна применяют спиртовые термометры с градуировкой от 0 до 70 °С и ртутной градуировкой 0...100 °С. Имеются также максимальные термометры, у которых ртутный столбик опускается только при встряхивании. Они удобны тем, что не требуют фиксации при достижении максимальной температуры.

Контроль теплового режима и показателей работы сушилки. Температуру агента сушки измеряют ртутным термометром, расположенным в диффузоре, и записывают через каждый час. Общий, статический и динамический напоры в горячей подводящей сети, скорость и часовой расход агента сушки определяют 2...3 раза в течение испытания посредством пневмометрической трубки и тягомера.

При отсутствии прямых участков в воздуховодах расход воздуха или агента сушки находят, измеряя их скорость анемометром и площадь измеряемого участка. Одновременно в указанных точках измеряют температуру агента сушки. При этих

замерах отмечают положение заслонки, регулирующей дополнительную подачу воздуха.

Температуру агента при поступлении в сушилку рассчитывают как среднее из показаний трех ртутных термометров, устанавливаемых в трех точках по высоте горячего подводящего диффузора (верх, середина, низ), по возможности ближе к сушильной шахте. Показания термометров записывают через каждые 15 мин.

В воздуховодах термометры пропускают через резиновую пробку. При высокой температуре агента сушки применяют асбестовую прокладку. Устанавливая термометры, необходимо соблюдать следующие условия. Ртутный шарик должен находиться примерно по центральной оси воздушного потока, температуру которого определяют; при этом должно быть обеспечено надежное омывание шарика воздухом или агентом сушки. Во избежание подсоса или утечки воздуха место установки термометра тщательно уплотняют асбестовым картоном; оно должно быть удобным для наблюдений. Глаз наблюдателя при снятии показаний должен находиться на уровне мениска ртутного столба. Термометр обычно располагают вертикально (по шкале); в случае необходимости можно придать ему наклон, угол от вертикали не должен превышать 20...30°.

Через каждые 10...15 мин от зерна, поступающего в сушилку, отбирают в ящик пробы. Из проб, отобранных в течение 2 ч, составляют средний образец массой около 2 кг для анализов. Температуру его до сушки устанавливают по ртутному термометру через каждые 2 ч.

Часовую пропускную способность сушилки находят, взвешивая партию сырого зерна и деля эту массу на продолжительность работы сушилки. Пропускную способность проверяют систематически через 1...2 ч, чтобы сделать работу сушилки ритмичной. Для ориентировочного определения пропускной способности взвешивают сухой продукт, выпущенный за небольшой промежуток времени (1...2 мин) из самотечной трубы в ящики.

В начале и в конце периода определения пропускной способности зерно в бункере над сушилкой должно быть на одном уровне, а бункер под сушилкой — пустым. При этом отмечают положение выпускных приспособлений и заслонок, регулирующих поступление сырого продукта.

Для определения максимальной температуры зерна в процессе сушки через отверстия нижних рядов отводящих и подводящих коробов сушильной шахты (из трех мест по длине коробов) ежечасно совком отбирают пробы. Число коробов должно быть не менее трех в каждом ряду (из них два по краям шахты, один — посредине).

Пробы высыпают в деревянные ящики с крышками. Отбо

проб производят по истечении периода, равного продолжительности сушки, т. е. времени пребывания продукта в сушильной шахте с начала испытания. Перед отбором из сушильной шахты пробоотборник и ящики для проб предварительно прогревают примерно до температуры продукта.

По отбираемым пробам можно судить о степени неравномерности нагрева и сушки продукта в отдельных местах шахты под нижним рядом коробов. Таким же способом проверяют неравномерность нагрева и сушки продукта в различных сечениях по высоте шахты, а также неравномерность его охлаждения и сушки в охладительной шахте.

Отбирают пробы из отдельных лотков выпускного механизма или из общей самотечной трубы для подсушенного продукта и определяют его температуру так же, как это делают с продуктом до сушки. Хранят пробы в прохладном темном месте. Интервал между началом испытания и отбором проб зерна после сушки должен соответствовать общей продолжительности его пребывания в сушилке.

О показателях качества сушки зерна судят по изменению влажности (для зерна по энергии прорастания, всхожести, жизнеспособности), количества и качества клейковины (пшеницы), а также цвета и запаха продукта, биохимическим изменениям. Результаты работы сушилки характеризуются также равномерностью нагрева и сушки продукта. Влажность, семенные свойства, количество и качество клейковины и чистоту зерна определяют в соответствии с методами, регламентируемыми стандартом, причем влажность определяют не позднее суток со дня отбора пробы.

Семенные свойства, жизнеспособность и всхожесть зерна определяют 3 раза:

первый раз не позднее 5 сут со дня отбора пробы;
второй раз через 2 мес;
третий раз через 6 мес со дня сушки.

Результаты анализов через 2 и 6 мес прилагают к отчету испытания дополнительно.

Определение расхода и параметров агента сушки и холодного воздуха. Для определения барометрического давления служит барометр — анероид, установленный в помещении сушилки. Его показания записывают через каждые 3 ч. Показания же психрометра, расположенного снаружи помещения и предназначенного для измерений относительной влажности атмосферного воздуха, записывают через каждый час.

Температуру и относительную влажность отработавшей смеси в сушилке определяют как средние значения для сушильной шахты. Психрометр устанавливают в патрубке за отводящим диффузором.

В сушилке с отводящей камерой размещают три психрометра в трех местах по высоте отводящей камеры (на расстоянии 250 мм от камеры сушилки). Для получения более точных средних данных требуется большее число психрометров в различных местах отводящей камеры.

Общий статический и динамический напоры, скорость и часовой расход холодного воздуха находят, пользуясь пневмометрической трубкой и тягомером (2...3 раза в течение испытаний при заданном режиме). Температуру и относительную влажность отработавшего холодного воздуха определяют ежечасно, так же как и температуру и относительную влажность отработавшего агента сушки.

Общий и статический напоры всей вентиляционной системы измеряют трубками и тягомерами, установленными перед вентилятором и после него. Скорость отработавшего агента сушки по отдельным отводящим секциям или коробам можно измерять в сушилке посредством анемометра. Такой замер позволяет одновременно судить о равномерности распределения агента сушки и холодного воздуха по отдельным коробам сушилки. Скорость и общий расход агента сушки и воздуха в сушилке измеряют в выхлопной трубе 2...3 раза в течение испытания посредством пневмометрической трубки и тягомера или анемометром. В том же месте ежечасно определяют температуру и относительную влажность отработавшего агента сушки.

Частоту вращения рабочих колес вентиляторов, обслуживающих сушильную и охладительную шахты, измеряют 2..3 раза в течение испытания, пользуясь тахометром или счетчиком оборотов с секундомером.

Определение показателей работы топки. Температуру горения в топке определяют пирометром. Его показания записывают ежечасно. Сопротивление топки измеряют трубками с тягомерами, установленными на пути следования газов в топочной системе. В зерносушилке тягомер устанавливают также за циклоном для замера его сопротивления. Показания тягомеров записывают через каждые 2 ч. При испытании сушилки определяют отдельно напор, создаваемый дутьевым вентилятором.

Часовой расход топлива определяют жидкостным или газовым счетчиком за период испытания. В начале и в конце испытания рабочее состояние топки должно быть одинаковым (температура топки, цвет пламени и т. п.). Анализ топочных газов проводят 2...3 раза в течение каждого испытания, пользуясь газоанализатором.

Затраты, условия охраны труда и удобство обслуживания. Затраты труда на обслуживание зерносушилки определяют путем хронометрирования работы обслуживающего персонала:

аппаратчика обработки зерна (сушильного мастера), оператора или дежурного электрика.

Для сравнительной оценки учитывают удельную величину затрат в человеко-днях. При определении условий охраны труда обслуживающего персонала учитывают: температуру и степень загрязнения воздуха (наличие пыли, газа); освещенность рабочих мест; защищенность от атмосферных осадков; отсутствие сквозняков; наличие ограждений передач и движущихся механизмов. Удобство обслуживания сушилки характеризуется доступностью отдельных ее рабочих органов для регулирования, осмотра, очистки, смазки и ремонта. Данные наблюдений заносят в характеристику конструкции испытываемой сушилки.

Проверяют пожаробезопасность источников освещения; наличие искр в агенте сушки, подводимом в сушильную шахту.

Общая оценка работы сушилки. По окончании всех работ составляют сводную таблицу результатов испытаний зерносушилки. На основе этих испытаний строят тепловой баланс сушилки. Помимо показателей, указанных ранее, в сводную таблицу вносят дополнительные характеристики.

Влагонапряжение $K_ш$ (кг исп. вл/м^3·ч) рабочего объема шахты:

$$K_ш = W/A_ш,$$

где W — количество испаренной влаги, кг/ч; $A_ш$ — объем продукта в шахте, м^3.

Влагонапряжение $K_ш$ (кг исп. вл/м^3·ч) общего объема шахты

$$K_ш = W/V_ш,$$

где $V_ш$ — общий объем сушильной шахты, м^3.

Вносят также следующие характеристики удельных расходов: агента сушки на 1 м^3 объема сушильной шахты; атмосферного воздуха на 1 м^3 объема охладительной шахты; сухого агента сушки на 1 кг влаги, испаряемой в сушильной шахте; сухого атмосферного воздуха на 1 кг влаги, испаряемой в охладительной шахте; теплоты на 1 кг испаряемой влаги.

Вопросы для самоконтроля. 1. Как проводится подготовка зерна к сушке? 2. Какие температуры агента сушки применяют в зерносушилках типа ДСП, «Целинная», А1-УЗМ и др.? 3. Влияет ли количество и качество клейковины на выбор режима сушки? 4. Особенности сушки семян подсолнечника. 5. За какими параметрами необходимо вести контроль при сушке зерна в рециркуляционных зерносушилках? 6. Особенности сушки риса-зерна. 7. Какой осуществляют контроль теплового режима? 8. Какими приборами осуществляется контроль за температурой агента сушки и зерна? 9. Методика отбора образцов зерна для определения качества. 10. Как регулируют температуру нагрева зерна? 11. Как размещают зерносушилку на хлебоприемном предприятии? 12. В чем заключается привязка зерносушилки к элеватору? 13. Каково назначение оперативного (сливного) бункера для работы зерносушилки? 14. Каковы особенности привязки зерносушилок А1-УЗМ, А1-ДСП-50 и А1-УСШ?

Глава IX. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗЕРНОСУШИЛОК

Вопросы правильной эксплуатации зерносушилок связаны с подготовкой сушилок к работе, их пуском и остановкой. Большое внимание при эксплуатации зерносушилок уделяется учету их работы и организации планово-предупредительного ремонта.

§ 1. ПОДГОТОВКА, ПУСК И ОСТАНОВКА ЗЕРНОСУШИЛОК

Подготовка сушилок к работе. Перед пуском зерносушилки в работу проверяют готовность ее оборудования. Осматривают сушильные и охладительные шахты, выпускные механизмы камеры нагрева, вентиляторы, диффузоры, воздуховоды, нории, конвейеры и другое оборудование, относящееся к зерносушилке.

До начала работы проверяют наличие запасных частей и исправность выпускных и загрузочных механизмов. Проверяют натяжение пружины, частоту срабатывания выпускного механизма, отсутствие перекоса его верхней рамы и зазор между верхней и нижней рамой выпускного механизма, ширину открытия выпускных щелей.

Проводят настройку реле времени на заданную производительность зерносушилки и возможность ее регулирования. Проверяют работу транспортных механизмов, подающих сырое сырье и убирающих сухое зерно (правильность вращения приводных барабанов, натяжение лент, наличие и исправность ковшей, скорость лент, работу заслонок, обеспечивающих их дистанционное и ручное регулирование подачи зерна).

Один раз в декаду проверяют количество подаваемого агента сушки и воздуха (положение клапанов, задвижек по соответствию надписям у рукояток — «Открыто», «Закрыто»), а также частоту вращения, легкость вращения вала, отсутствие толчков, ударов и трения рабочего колеса о кожух вентилятора, отсутствие несвойственного шума и вибрации при его работе, наличие смазки в подшипниках и масла в редукторах, натяжение ремней (приводных), плотность прилегания крышек, люков, дверей.

Проверяют исправность аспирационного оборудования (вентиляторов, циклонов, воздуховодов), наличие свободных зернохранилищ для размещения сырого и просушенного зерна. Также выясняют наличие и исправность средств пожаротушения, пожарной сигнализации, наличие и состояние ограждений, заземления электрооборудования, обеспечивающих безопасность работы обслуживающего персонала.

Предварительно опробуют все механизмы зерносушилки на холостом ходу. Выявленные недостатки, поломки, неисправности

в ходе проверки устраняют. Особое внимание уделяют: техническому состоянию топливной системы и оборудованию топки (форсунке, форкамере, отражателю, металлическим цилиндрам); исправности регулятора давления топлива, запорной арматуры, манометров; отсутствию утечек топлива из топливопровода и чистоте фильтра; исправности топливного счетчика; наличию и состоянию противовзрывных клапанов в топочном агрегате или топочном помещении.

При подготовке топки к работе проверяют техническое состояние устройств для зажигания топлива и автоматического отключения его при срыве факела и других неисправностей, работу вентилятора высокого давления, топливного насоса, а также состояние каналов подвода воздуха в топку. В топках, работающих на газообразном топливе, специалисты газовой службы осматривают запорные устройства и контрольно-измерительные приборы.

Испытывают блокировку топки следующим образом: повышают температуру агента сушки выше средней на 10 %; останавливают один из вентиляторов сушильных шахт или камеры нагрева; срывают факел, снижают давление воздуха в форсунке; при всех этих мероприятиях отключается подача топлива в форсунку и включается звуковая сигнализация (сирена), которая прекращается нажатием на кнопку «Съем сигнала». Каждый последующий розжиг топки разрешается после включения вентиляторов сушильных шахт или камеры нагрева.

Загружают зерно в надсушильный бункер в трех — шести точках для обеспечения лучшего заполнения бункера и снижения самосортирования зерна.

Пуск зерносушилок. После того как сушильный мастер установил, что зерносушилка готова к работе, подают предупредительный сигнал. Первоначально включают в работу транспортное оборудование и заполняют сушилку зерном, а затем включают вентиляторы и топку.

После заполнения шахт зерном прекращают подачу влажного зерна и сушат зерно агентом сушки с температурой не более 70 °С, обеспечивая сушку по типу «само на себя», т. е. возврат зерна в надсушильный бункер, и ведут процесс до его заданной влажности. После этого увеличивают температуру агента сушки до температуры, предусмотренной в инструкции по сушке. Просушенное зерно направляют в силос или склад для хранения.

В зерносушилках, работающих на жидком топливе, топка обеспечена автоматическим поддержанием заданной температуры агента сушки и зажиганием топлива при пуске и случайном затухании факела горения. Температуру агента сушки регулируют количеством подаваемого топлива и распыливающего воздуха. Схемой автоматики топки предусмотрена возможность

подачи топлива в топку только после пуска вентиляторов сушилки и топки в работу.

В системе топливоподачи находится электромагнитный клапан, который открывается при нажатии соответствующей кнопки управления, при этом автоматически через 30...40 с подается напряжение на электроды зажигания факела. Если загорание топлива не происходит, то автоматически закрывается электромагнитный вентиль подачи топлива.

В топках передвижных зерносушилок К4-УСА и К4-УС2-А с форсункой игольчатого типа для розжига жидкого топлива служит электроспираль накаливания. После накала спирали открывают кран подачи топлива, включают топливный насос и дутьевой вентилятор, затем постепенно открывают (маховичком) иглу форсунки и заслонку дутьевого вентилятора. Топливо воспламеняется. Подачу топлива и воздуха регулируют так, чтобы обеспечить полное сгорание топлива.

В топках, работающих на газообразном топливе, применяют специальные приборы, обеспечивающие автоматический розжиг топки. После установившегося режима и доведения просушенного зерна до заданной влажности включают вентилятор охладительной шахты, а затем примерно через 20...30 мин выпускают просушенное и охлажденное зерно. При этом необходимо отрегулировать работу выпускного механизма так, чтобы влажность зерна на выходе из зерносушилки для основных зерновых культур была 13,5...14,0 %, а для масличных культур 6,5...7,0 %.

Производительность (физическую) регулируют в одних зерносушилках (типа ДСП) при помощи реле времени, а в других (типа К4-УС2-А) изменением величины хода подвижной рамы выпускного механизма (настройка которого проводится эксцентриковым механизмом) и величиной зазора между подвижной и лотковой рамами выпускного механизма (настройка которого проводится поворотом эксцентриков валов каждой секции выпускаемого механизма).

При пуске рециркуляционных зерносушилок соблюдаются следующие требования: тепловлагообменник заполняют до уровня сливной самотечной трубы; включают вентилятор камеры нагрева; включают выпускные механизмы обеих шахт; регулируют выпуск зерна из рециркуляционной нории при полной ее загрузке; устанавливают требуемый выпуск зерна из охладительной шахты; регулируют выпускной механизм загрузочного бункера над камерой нагрева так, чтобы часть зерна пересыпалась через прорези сливных труб, после чего включают в работу топку.

Первую партию зерна на всех зерносушилках высушивают при работе зерносушилки «сама на себя», а температуру агента сушки принимают в соответствии с режимами для данной зерновой культуры. При постоянной работе зерносушилки сушильный

мастер следит за нормальным заполнением ее зерном, работой выпускных механизмов и всего оборудования зерносушилки.

Остановка зерносушилок. Ее останавливают после окончания сушки, при отсутствии сырого зерна, при переходе на сушку зерна другого качества или другой культуры, а также для выполнения профилактических и ремонтных работ. При кратковременной остановке зерносушилки прекращают подачу топлива, сырого зерна и выпуск просушенного зерна. Останавливают выпускные и загрузочные механизмы, нории, конвейеры и другие механизмы, связанные с работой зерносушилки. Вентилятор камеры нагрева в рециркуляционной зерносушилке и вентиляторы сушильных зон шахтных прямоточных зерносушилок выключают через 20...25 мин после выключения топки. Вентиляторы охладительных шахт работают до полного охлаждения зерна.

При остановке зерносушилки на продолжительное время проводят полную просушку зерна, находящегося в зерносушилке, с пониженными температурами агента сушки и дальнейшим охлаждением зерна. Прекращают подачу топлива и останавливают поочередно вентиляторы после охлаждения топки (через 20... 25 мин), освобождают сушилку от зерна. Затем останавливают выпускные механизмы и другое оборудование, относящееся к зерносушилке. Кроме того, очищают зерносущилку от пыли и сора, непродолжительно продувают вентиляторами шахты (2...3 мин).

При остановке зерносушилки на одни-двое суток зерно оставляют в ней, досушивают и охлаждают. По окончании сезона сушки проводят консервацию оборудования зерносушилки, закрывают всасывающие патрубки вентиляторов прорезиненной лентой или закрывают полимерной пленкой, снимают приводные ремни для хранения их на складе, а приводы укрывают полимерной пленкой или другим материалом, головку фотореле демонтируют и хранят в отапливаемом помещении.

§ 2. УЧЕТ РАБОТЫ ЗЕРНОСУШИЛОК

Для учета количества просушенного зерна его взвешивают до или после сушки, однако учет ведут по массе зерна, направляемого на сушку. Работу зерносушилки регистрируют (учитывают) в специальном журнале.

Журнал ведет аппаратчик обработки зерна, перенося в него данные работы из дневников сменных сушильщиков. При двукратном и более пропуске зерна через зерносушилку одной партии каждый пропуск учитывают отдельно.

Производительность зерносушилок выражают в физическом исчислении в тонно-часах, а массу просушенного зерна в тоннах

и в условном исчислении — соответственно в плановых тоннах в часах и в плановых тоннах.

План сушки составляют в плановых тоннах, а отчетность ведут как в физическом, так и в плановом исчислении.

Массу просушенного зерна $M_{пл}$ (пл. т) рассчитывают по формуле

$$M_{пл} = M_ф K_в K_к K_н,$$

где $M_ф$ — масса сырого зерна, поступившего в сушилку, т; $K_в$, $K_к$, $K_н$ — коэффициенты пересчета массы просушенного зерна в плановые тонны соответственно в зависимости от влажности зерна до и после сушки, культуры и назначения (продовольственное, семенное).

Расход натурального топлива при сушке зерна учитывают по показаниям счетчиков или по замерам израсходованного топлива в цистерне (для жидкого топлива). Для сопоставления расход натурального топлива приводят к условному, калорийность которого принята 29 330 кДж/кг топлива.

Удельный расход условного топлива $B_у$ (кг/пл. т) определяют по формуле

$$B_у = K_т \frac{B_т}{M_{пл}},$$

где $B_т$ — масса натурального топлива, израсходованного на сушку, кг; $M_{пл}$ — масса просушенного зерна, пл. т; $K_т$ — коэффициент пересчета натурального топлива в условное; для дизельного топлива, тракторного керосина и солярового масла коэффициент равен 1,45.

Расход электроэнергии учитывают по показаниям электросчетчика или замерам электроклещами и фактического времени работы зерносушилки. Удельный расход электроэнергии $Э_у$ (кВт·ч/пл. т) рассчитывают по формуле

$$Э_у = Э / M_{пл},$$

где $Э$ — общее количество электроэнергии, израсходованной при сушке, кВт·ч; $M_{пл}$ — масса просушенного зерна, пл. т.

§ 3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА

Планово-предупредительный ремонт проводят для поддержания оборудования зерносушилки в работоспособном состоянии. В зависимости от характера и сложности его делят на капитальный и текущий. Для обеспечения надежной и продолжительной работы оборудования зерносушилки делают периодический его осмотр и обеспечивают правильную его эксплуатацию. Текущий ремонт про-

водят в период остановки зерносушилки на зачистку, при отсутствии зерна или по другим причинам.

Во время текущего ремонта все оборудование должно быть подвергнуто ревизии и приведено в исправное состояние, обеспечивающее бесперебойную работу зерносушилки.

При обнаружении течи коробов освобождают шахты от зерна и заменяют их. Натягивают приводные ремни, перешивают норийные и конвейерные ленты, проверяют вентиляторы, электродвигатели и электроаппаратуру и при необходимости ремонтируют.

Капитальный ремонт проводят после окончания сезона сушки.

Капитальному ремонту предшествует подробный осмотр зерносушилки, после чего составляют ведомость дефектов и по ней смету-заявку; оформляют план-график проведения ремонтных работ; создают ремонтную бригаду; подготавливают рабочие места, инструменты, приспособления, специальные механизмы; выписывают наряды на все работы. Особое внимание при ремонте уделяют приборам автоматики топки и топливопроводной системы. Оборудование и приборы, установленные на щитах управления — логометры, амперметры, вольтметры, расходомеры, сдают в государственную поверку.

Ремонт топок, работающих на жидком топливе, заключается в замене отражательного щита, прогоревших частей кожуха, футеровки форкамеры. При ее замене используют шамотный кирпич или огнеупорную массу, которую наносят на арматуру форкамеры. Огнеупорная масса состоит из 80 % шамотного боя; 17,5 % огнеупорной глины и 2,5 % жидкого стекла. Жидкое стекло вводят после тщательного перемешивания шамотного боя с огнеупорной глиной. Футеровку форкамеры постепенно высушивают.

В сушильных и охладительных шахтах зерносушилок заменяют поржавевшие короба новыми, так как через отверстия зерно будет просыпаться внутрь и препятствовать прохождению в этом месте агента сушки или воздуха. Короба в шахте устанавливают без перекосов, параллельно друг другу. При изготовлении коробов и полукоробов и их установке проверяют, чтобы поверхность их была гладкой, без выступов, заусенцев и вмятин, а стенки находились на одинаковом расстоянии друг от друга по всей длине. Короба и полукороба должны плотно прилегать к стенкам шахты, не допускается наличие щелей.

При ремонте люков проверяют плотность их подгонки, чтобы не допускать утечки агента сушки и воздуха. При ремонте вентиляторов тщательно проверяют каждую рабочую лопатку, резьбу на спицах, гайки и контргайки. Поврежденные детали заменяют или ремонтируют, после чего проводят статическую балансировку рабочего колеса вентилятора. Проверяют состояние амортизато-

ров, на которые устанавливают вентиляторы, при необходимости их заменяют. Колесо вентилятора должно быть плотно пригнано шпонкой по пазам канавки, затянуто стопорным болтом и при вращении не давать биения в осевом и радиальном направлении.

Соединение вентилятора с воздуховодами, воздуховодов между собой и с диффузором, диффузора с шахтами должно быть плотным. В горячих воздуховодах устанавливают асбестовые прокладки, а в холодных картоновые или резиновые. Клапаны, заслонки и шиберы должны свободно двигаться и обеспечивать полное и плотное закрытие. При полном их открывании не должно создаваться сопротивления движущемуся потоку воздуха или агенту сушки. Воздушные патрубки на воздуховодах перед вентиляторами должны быть снабжены заслонками для регулирования подсоса холодного воздуха при установлении требуемой температуры агента сушки.

Диффузоры, воздуховоды, вентиляторы, подающие агент сушки, покрывают теплоизоляционным материалом. Теплоизоляция представляет собой смесь асбестита с инфузорной землей (трепелом). При изготовлении металлического каркаса для укрепления сетки теплоизоляции к воздуховоду приваривают проволоку. Концы проволок обрезают и загибают. Для предотвращения изоляции от внешних повреждений снаружи ее проклеивают суровым миткалем или мешковиной и окрашивают клеевой краской.

Характеристика наиболее распространенных теплоизоляционных материалов дана в таблице 7. Используют для теплоизоляции также изготовленные в заводских условиях маты из стеклянной или минеральной ваты. После капитального ремонта зерносушилку проверяют на холостом ходу и под нагрузкой не менее 3 ч.

7. Характеристика теплоизоляционных материалов

Материал	Характеристика и состав материала	Масса материала для покрытия 1 м² поверхности при толщине слоя 50 мм, кг	Коэффициент теплопроводности Вт/(м·град)	Допустимая температура агента сушки, °С	Срок службы, лет
Асбест по рецепту:					
первому	Асбестовое волокно (6—7-го сорта) — 70 %, чистая белая глина (каолин) — 30 %	55	0,407	300	До 10
второму	Асбестовое волокно (5—6-го сорта) — 10 %,	45	0,326	300	До 10

Продолжение

Материал	Характеристика и состав материала	Масса материала для покрытия 1 м² поверхности при толщине слоя 50 мм, кг	Коэффициент теплопроводности Вт/(м·град)	Допустимая температура агента сушки, °С	Срок службы, лет
	чистая белая глина (каолин) — 20 %, диатомит (трепел, инфузорная земля) — 70 %				
Асбозурит	Асбестовое волокно (5—6-го сорта) — 30 %, диатомит — 70 %	35...40	0,267... 0,349	300	До 10
Асботермит	Асбестовое волокно (5—6-го сорта) — 15 %, трепел — 15 %, асбошиферные отходы — 70 %	29	0,127	800	До 4
Совелит	Асбестовое волокно (6-го сорта) — 15 %, смесь легких частей углекислых солей кальция и магния — 85 %	23...25	0,105	400	До 10

§ 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКОНОМИЧНОЙ И ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЫ ЗЕРНОСУШИЛОК

Организация экономичной и эффективной работы зерносушилки связана с рядом мероприятий. Прежде всего для каждой зерносушилки необходимо разработать планы сушки и конкретные мероприятия, обеспечивающие повышение производительности без ущерба для качества зерна и при снижении себестоимости сушки. Важным фактором для обеспечения полного и эффективного использования зерносушилок является повышение квалификации зерносушильщиков, внедрение передовых методов труда, организация правильного контроля процесса сушки, учет работы зерносушилок и анализ ее работы.

План сушки зерна для хлебоприемных предприятий и отдельных участков составляют с учетом года максимального количества и года максимальной влажности зерна, которое принимают в период массового его поступления. Так как зерно принимают и обрабатывают в элеваторах и поточных линиях хлебоприемных предприятий, определяют требуемое число линий, имеющих зерносушилки. При этом производительность линий рассчитывают по производительности зерносушилок.

Для сохранения качества сырого и влажного зерна сокращают сроки его сушки, а для сырого зерна до сушки широко используют активное вентилирование.

Производительность зерносушилок для хлебоприемных предприятий определяют исходя из того, что все поступающее сырое и влажное зерно должно быть просушено в течение двух месяцев (не менее 615 ч для стационарных зерносушилок), учитывая, что во время эксплуатации проводят профилактический ремонт. Период сушки устанавливается дискретно по зонам сушки страны. Для передвижных зерносушилок рабочий период составляет 540 ч в месяц (с учетом затрат времени на перемещение зерносушилки с одного места в другое).

Наиболее эффективно используют зерносушильную мощность при круглосуточной работе зерносушилок. Перерывы в работе зерносушилки ведут к снижению количества просушенного зерна и перерасходу топлива.

Физическая производительность зерносушилок зависит от начальной и конечной влажности зерна до и после сушки. Зная фактическую производительность зерносушилки, начальную и конечную влажность, определяют производительность в плановых тоннах, умножая ее на коэффициент перевода.

Если, например, требуется просушить 1000 т пшеницы с начальной влажностью 24 % и довести ее до 14 %, то количество пшеницы в плановых тоннах, подлежащих сушке, получим, умножив указанное количество просушенного зерна в тоннах на переводной коэффициент по влажности. Для пшеницы с начальной влажностью 24 % и конечной 14 % коэффициент перевода K (см. приложение 3) составит 1,46. Таким образом, плановая производительность составит $1000 \cdot 1{,}46 = 1460$ пл. т.

В связи с тем что зерно поступает на хлебоприемные предприятия с различной влажностью, все сырое и влажное зерно переводят в плановые тонны. И расчет потребной зерносушильной мощности ведут по плановой производительности. Максимальная производительность зерносушилок может быть достигнута в том случае, если она работает непрерывно по определенному графику, исключающему простой зерносушилки.

Все зерносушилки непрерывного действия, поэтому нельзя допускать их простоя, так как это приводит к неоправданным большим потерям рабочего времени, снижению их производительности и перерасходу топлива на вторичный прогрев установки и зерна. При непрерывной работе камерных зерносушилок подключение одной из камер на разгрузку и повторную загрузку приводит к снижению производительности сушилки.

Для обеспечения ритмичной непрерывной работы всех зерносушилок необходимо иметь запас сырого зерна в силосах, специальных бункерах или складах и емкости для просушенного

зерна. При их наличии производительность зерносушилки (за месяц) может достигать максимальной, а коэффициент использования будет 0,95...1,0, а при отсутствии их падает до 0,5. Для улучшения работы зерносушилок проводят некоторые мероприятия, устраняющие конструктивные недостатки.

Устранение неравномерности движения зерна по горизонтальному сечению шахты. Такая неравномерность обусловлена местными сопротивлениями и не может быть устранена регулированием выпускного механизма. Этот недостаток объясняется несовершенством устройства шахт, неправильным расположением коробов со стороны боковых стенок, где расстояние между стенкой и коробом составляет 65 мм при необходимом размере 100 мм.

В этих местах в основном происходит перегрев и пересушивание зерна. Для того чтобы ликвидировать этот недостаток, необходимо ближайшие короба, расположенные с боковых сторон шахты, заменить на полукороба и расстояние тем самым увеличить до 115 мм.

Устранение неравномерности распределения агента сушки по коробам. Для этого наиболее рационально установить подводящие диффузоры по всей высоте сушильной шахты. Это, с одной стороны, уменьшит входную скорость агента сушки в распределительную камеру и снизит инерционность потока, с другой — позволит равномерно распределить агент сушки по всей высоте сушилки.

Изменение схемы расположения подводящих и отводящих коробов. Неравномерность нагрева и сушки зерна, вызванная неодинаковыми условиями нагрева различных потоков зерна в области подводящих и отводящих коробов, устраняется применением диагонального их расположения (расположение подводящих и отводящих коробов в одном ряду).

Этот метод использован для некоторой интенсификации процесса сушки в результате уменьшения толщины продуваемого слоя зерна (для зерносушилок К4-УСА и К4-УС2-А). При таком расположении подводящих и отводящих коробов все вертикальные потоки зерна будут находиться в одинаковых условиях по нагреву, последовательно проходя подводящие и отводящие короба.

Выбор рационального типа выпускного механизма. В настоящее время применяют конструкции выпускных механизмов, обеспечивающие непрерывное или периодическое движение зерна в шахте. При непрерывном движении зерна в шахте сушилки образуются устойчивые потоки зерна, движущиеся по пути наименьшего сопротивления. При этом в местах с большим сопротивлением движение потоков замедляется, а иногда и полностью останавливается. Повышенное сопротивление может возникнуть

в любом месте сушилки вследствие неравномерной засоренности влажности и самосортирования исходной массы зерна.

При непрерывном выпуске наряду с образованием застойных зон в шахте зерно может задерживаться на верхних кромках коробов, а также над и под полукоробами, где оно прижимается горизонтальным давлением движущегося рядом слоя зерна.

При периодическом скачкообразном выпуске части зерна из шахты создаются условия для разрушения сводов зерна, застойных зон, образовавшихся в местах скопления соломистых примесей или местных сужений потока зерна. Однако выпускной механизм периодического действия обладает существенным недостатком: при неподвижном состоянии зерна в шахте, в промежутке между открытиями затвора, зерно нагревается от горячих поверхностей подводящих коробов и под коробами непрерывно продувается агентом сушки при максимальной температуре. Вследствие этого зерно может нагреваться до недопустимой величины.

Для сохранения качественных показателей зерна при такой организации процесса сушки максимальное время пребывания зерна в неподвижном состоянии в области подводящих коробов не должно превышать 60 с. Поэтому время открытия затвора необходимо подбирать таким образом, чтобы порция зерна, выходящая из шахты за одно открытие, была около 200 кг. Это соответствует перемещению зерна в шахте сушилки примерно на 90 мм, что исключает многократное попадание одного и того же зерна в зоны интенсивного продувания горячим агентом сушки и обеспечивает минимальное время пребывания зерна в опасной зоне под подводящими коробами. Для осуществления этого мероприятия необходимо частоту вращения эксцентрикового вала увеличить в 2 раза.

В области интенсивного продувания (под подводящими коробами) зерно находится всего около 10 % от общего времени его пребывания в сушильной шахте. Остальное время при своем движении зерно последовательно проходит несколько зон «отлежек» и зон с продувкой охлажденным агентом сушки. Это способствует выравниванию температуры и влажности между отдельными зернами.

Мероприятия по эффективному использованию зерносушилок. Систематический контроль температурного режима, хорошая организация эксплуатации зерносушилок являются обязательными условиями сохранности качества зерна. Реконструкция зерносушилок с использованием передовой технологии сушки, совершенствование отдельных узлов, применение правильной привязки зерносушилок, обеспечение оптимальных режимов — все это относится к основным мероприятиям, направленным на эффективное использование зерносушилок.

Правильная организация рабочего места, улучшение методов обслуживания зерносушилки, устранение ее простоев, применение рекомендуемых режимов сушки в зависимости от качества зерна и его назначения — это важные мероприятия, позволяющие повысить производительность зерносушилок. Внедрение в производство дистанционного контроля влажности и температуры зерна обеспечивает качественную его сушку до заданной влажности.

К мероприятиям, обеспечивающим улучшение условий работы обслуживающего персонала и повышение производительности труда, относят: автоматизацию процесса сушки зерна, дистанционный контроль за температурой агента сушки и зерна, контроль за наличием зерна в зерносушилке и бункерах, хорошее освещение рабочих мест и их обогрев, удобное расположение показывающих приборов.

Обеспечение эффективного охлаждения просушенного зерна имеет большое практическое значение. Инструкцией по сушке зерна предусмотрено, что температура зерна на выходе из зерносушилки не должна превышать более чем на 10 °С температуру атмосферного воздуха. Однако практика эксплуатации зерносушилок, особенно рециркуляционных и передвижных К4-УСА и К4-УС2-А, показывает, что эта величина достигает иногда 12 и даже 16 °С. Для повышения эффективности охлаждения зерна необходимо увеличить количество подаваемого атмосферного воздуха либо продолжительность охлаждения. Кроме того, необходимо в охладительной шахте располагать подводящие и отводящие короба в одном ряду. Таким образом снижается толщина слоя зерна с 200 до 100 мм и уменьшается аэродинамическое сопротивление сети, а также увеличивается производительность вентиляторов при той же потребляемой мощности.

Увеличить подачу атмосферного воздуха можно, заменив в шахте обычные короба на скоростные. Конструкция скоростного короба отличается от обычного тем, что со стороны выхода воздуха установлена Г-образная стальная перегородка, прикрепленная к коробу так, что площадь поперечного сечения короба со стороны выхода воздуха делится на две части, равные $^1/_3\ F$ и $^2/_3\ F$.

Нижняя часть короба по длине делится Г-образной перегородкой на две части, равные $^1/_3\ l$ и $^2/_3\ l$, что соответствует делению площади под коробом соответственно $^1/_3\ S$ и $^2/_3\ S$. При этом скорость на выходе из отводящих коробов можно увеличить в 1,5...2 раза.

В зерносушилках типа «Целинная» для улучшения процесса охлаждения зерна используют напорно-распределительную камеру как дополнительный охладитель зерна. Для улучшения процесса охлаждения зерна в зерносушилке ДСП-32-ОТ применен

охладитель с жалюзийными коробами, расположенными по вертикали колонками. Напорно-распределительная камера по горизонтали делит на две равные части воздух, который пронизывает слои зерна последовательно, сначала в нижней части охладителя, а затем в верхней.

Для дополнительного охлаждения зерна используют также аэрогравитационное выпускное устройство. Для снижения температуры и очистки просушенного зерна его пропускают через зерноочистительные машины с пневмосепарирующими каналами, которые позволяют снизить температуру зерна на 10...12 °С.

К мероприятиям по экономии топлива следует отнести следующие:

обеспечение полного сгорания топлива — необходимо топку содержать в исправном состоянии, строго соблюдать правила технической эксплуатации;

уменьшить потери теплоты в окружающую среду — для этого все теплотрассы должны быть теплоизолированы;

воздух, направляемый для горения топлива, предварительно нагреть;

при работе топок на твердом топливе правильно проводить подбор колосников решеток, чтобы не было провала мелкого топлива;

контролировать температуру и относительную влажность отработавшего агента сушки, она не должна быть выше средней температуры нагрева зерна не более чем на 5 °С с относительной влажностью не менее 60 %;

в топочных газах не должно быть окиси углерода (наличие 1 % окиси углерода в топочных газах соответствует потере теплоты на 6 %);

необходимо выдерживать оптимальные размеры топочного пространства, так как при его увеличении возрастает поверхность охлаждения топочного пространства и, следовательно, повышаются потери теплоты в окружающую среду;

обеспечить бесперебойную работу зерносушилки, что позволит избежать непредвиденных потерь теплоты на повторный нагрев зерносушилки, топки, зерна;

не допускать без надобности двукратную, а иногда и трехкратную сушку зерна, так как это вызывает лишний расход топлива на повторный нагрев зерна, кроме того, ведет к значительным затратам труда и электроэнергии;

не допускать пересушивания зерна, это ведет к потерям теплоты, так как при хранении зерно сорбирует влагу из окружающей среды и достигает равновесной;

использовать рециркуляционный способ сушки для увеличения съема влаги за один проход зерна через зерносушилку, что обеспечит значительную экономию топлива и электроэнергии.

Вопросы для самоконтроля. 1. Как проводится подготовка зерносушилки к работе? 2. Порядок пуска зерносушилок. 3. Как регулируют процесс сушки? 4. Как определяют потребную производительность для хлебоприемного предприятия? 5. Каков порядок остановки зерносушилок? 6. Как проводят учет работы зерносушилок? 7. По какой формуле определяют массу просушенного зерна в плановых тоннах? 8. По каким формулам определяют удельные расходы топлива и электроэнергии? 9. В чем заключается организация планово-предупредительного ремонта? 10. Какие мероприятия проводят для повышения эффективности использования зерносушилок?

Глава X. ОХРАНА ТРУДА, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

При эксплуатации зерносушилок обслуживающий персонал обязан знать и выполнять правила техники безопасности. К работе допускаются лица, успешно сдавшие экзамен по правилам техники безопасности и противопожарной безопасности. Кроме того, на каждом рабочем месте должен быть проведен инструктаж по правилам безопасности обслуживания машин и механизмов и противопожарной безопасности.

§ 1. ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

В обязанности зерносушильщика входит надзор за исправным состоянием и работой оборудования, относящегося к зерносушилке. Зерносушильщик контролирует работу оператора топки, дает ему указания о времени пуска ее в работу, о температуре агента сушки и об остановке топки и сушилки. Обслуживать зерносушилку разрешается только в комбинезоне и берете, при этом обшлага рукавов и брюк должны быть застегнуты, волосы убраны под головной убор. Запрещается носить поверх комбинезона теплую одежду и поясной ремень.

На рабочих местах и этажах сушилки устанавливают звонки громкого боя, которые включают как с пульта управления, так и с рабочего места. На пульте управления и рабочих местах устанавливаются плакаты «Перед пуском — дай сигнал». Пуск и останов машин и механизмов должны осуществляться и с пульта управления, и с рабочего места. Обслуживание электрических сетей, привода машин и механизмов, освещения, сетей вторичной коммутации, диспетчеризации и контроль осуществляются электриком не ниже IV разряда.

Площадки обслуживания ограждают прочными перилами высотой не менее 1 м со сплошной обшивкой снизу на высоту

0,2 м. Лестницы должны быть прочными. Расстояние по высоте между ступенями при угле наклона к горизонту 45 ° — 200 мм, а при угле 60 ° — 250 мм. Ограждения приводных ремней делают легкими, прочными и устанавливают так, чтобы удобно и безопасно производить уборку около оборудования, нижняя часть ограждения не должна доходить до пола на 100 мм.

Причинами несчастных случаев при обслуживании конвейеров, вентиляторов является допуск к обслуживанию механизмов рабочих без инструктажа и практического обучения безопасным методам труда непосредственно на рабочем месте. Принимая смену, необходимо убедиться в исправности оборудования, механизмов, приборов, наличии и исправности ограждений вращающихся частей.

При обслуживании вентиляционного оборудования зерносушилок должны выполняться следующие требования:

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 быть хорошо закреплен на фундаменте или на перекрытии;

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

заземление токоприемников и изоляции электроприводов вентиляционного оборудования должны быть исправными;

необходимо обращать внимание на соблюдение зазора между всасывающим патрубком и рабочим колесом вентилятора; увеличение зазора приводит к уменьшению подачи вентилятора;

частота вращения рабочего колеса вентилятора должна быть в пределах паспортных значений, снижение ее приводит к уменьшению производительности сушилки;

необходимо устранять причины налипания на лопатки колеса вентилятора пыли; плотная масса пыли может быть причиной снижения подачи вентилятора и его вибрации.

При обслуживании конвейеров и норий необходимо:

проверить наличие и исправность всех ограждений, при отсутствии ограждений приводов конвейеров и норий пускать его в работу не разрешается; особенно опасна работа конвейеров и норий с открытыми зубчатыми передачами, так как она может привести к тяжелому несчастному случаю;

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

следить за нормальным натяжением ремней приводов конвейеров и норий, при ослаблении для его натяжения следует отодвинуть электродвигатель по направляющим салазкам; если этого нельзя сделать, ремень необходимо заменить.

Не разрешается:

допускать во время работы конвейера и норий сбегания ленты в сторону, в результате этого снижается их производительность и увеличивается расход электроэнергии;

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

смазывать приводной ремень для уменьшения скольжения канифолью или другими вяжущими веществами; это приводит к быстрому износу ремней и является одной из основных причин аварий и несчастных случаев;

тянуть руками за ленту, помогая ходу при пуске конвейеров и норий.

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

§ 2. ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Пожарная опасность сушилок обусловлена наличием в ней легковоспламеняемых материалов — пыли, половы, органической примеси и высушиваемого зерна, попавшего в диффузоры. В процессе сушки происходит выделение пыли. Пыль оседает на неровности стенок сушильных шахт, а также в напорно-распределительных камерах на горизонтальных участках (уголках, швеллерах) и других конструктивных элементах. Подвергаясь длительному нагреву, она может самовозгораться.

Основным опасным местом в пожарном отношении является топка. Поэтому особое внимание при эксплуатации сушилки необходимо уделять топке. При работе с жидким и газообразным топливом создаются лучшие санитарно-гигиенические условия по сравнению с работой на твердом топливе. Агент сушки не должен содержать дыма, копоти и запаса сернистых газов.

Топочные и предтопочные помещения необходимо выполнять из несгораемых материалов. В период розжига и в процессе работы топки должно быть обеспечено полное сгорание топлива. Устойчивое горение топлива наблюдается при температуре 800... 1000°С. О процессе горения можно судить по характеру и цвету

пламени. Если пламя желтое или желто-голубое некоптящее, факел ровный, устойчивый, то процесс горения 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 $(1,5...1,75)\cdot 10^5$ Па.

Для обеспечения необходимого давления воздуха перед форсункой частота вращения колеса вентилятора АВД должна быть 5900 об/мин. При недостаточном давлении топлива трудно отрегулировать форсунку для обеспечения нужной температуры агента сушки. Кроме того, в форсунке плохо распыливается топливо, в результате чего происходит неполное его сгорание с образованием дыма и копоти.

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 сушильной шахты или 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 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 $м^2$ на 1 $м^3$ объема топочного пространства. При эксплуатации топки необходимо внимательно следить за исправностью и четкостью работы автоматики процесса горения топлива, а также за исправностью основных блокировок технологического процесса сушки.

Для выполнения требований по электробезопасности необходимо хорошо знать принципиальную электрическую схему автоматики сушилки.

Она предусматривает:

предупредительную сигнализацию;

дистанционный запуск электродвигателей;

автоматизацию процесса горения топлива;

сигнализацию о положении уровня зерна в бункере;

сигнализацию о превышении температуры агента сушки;

прекращение выпуска зерна при снижении его уровня ниже допустимого;

остановку топки при аварийной температуре агента сушки.

Требования автоматики процесса горения предусматривают:

электромагнитный вентиль должен быть сблокирован с топливным насосом, вентилятором высокого давления АВД и вентиляторами сушилок; если электродвигатели этого оборудования не включены или вентилятором АВД не развито необходимое давление воздуха перед форсункой, то топливо к форсунке не поступит.

Подача звуковой сигнализации при повышении температуры агента сушки и дальнейшее повышение температуры сопровождаются 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, 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 пространства. Важным условием соблюдения противопожарной техники является герметичность топливопровода 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.

Перед началом ремонта выключают оборудование, а на пусковую аппаратуру вывешивают специальную табличку «Не включать, ремонт!» или «Не включать, работают люди!». Следят за исправностью заземления токоприемников и изоляции электропроводов.

Пуск и остановку механизмов обеспечивают как с пульта управления, так и с рабочего места.

В случае загорания зерна в сушилке немедленно:

сообщают в пожарную команду объекта;

выключают все вентиляторы и закрывают задвижки в воздуховоде от топки к сушилке;

выключают топку;

устанавливают выпускной механизм на максимальный выпуск, открывают люки для разгрузки зерна из зерносушилки в подсушильные бункера, на пол или площадку;

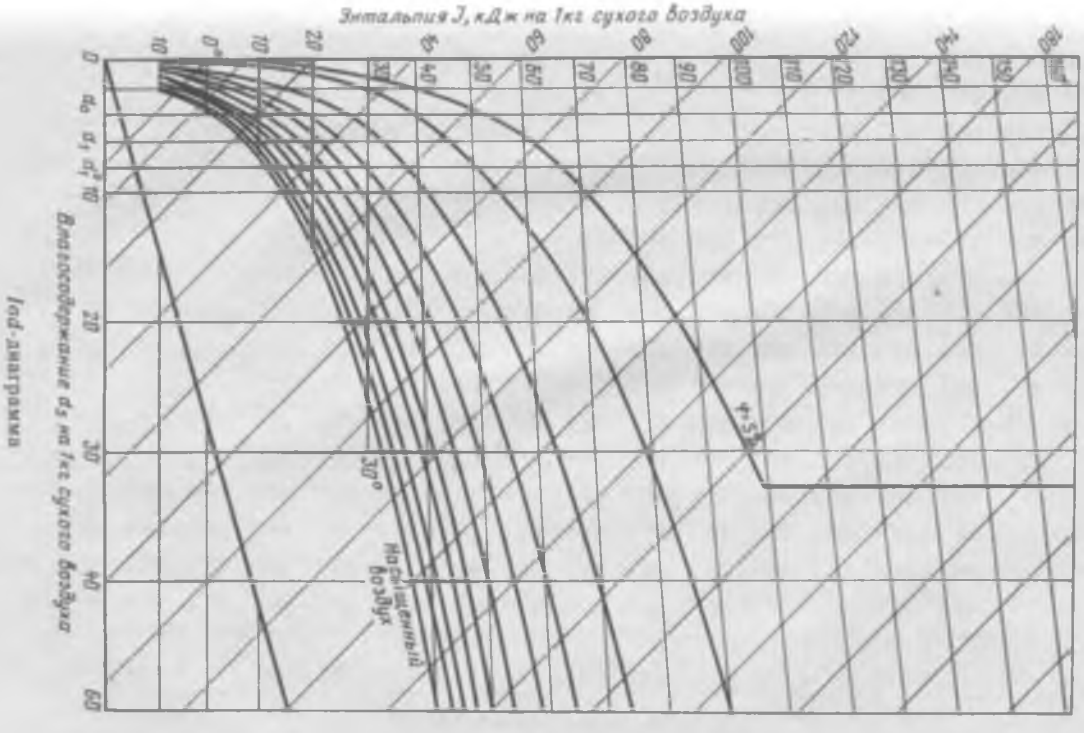
тлеющее зерно на площадке заливают водой.

Вопросы для самоконтроля. 1. Какие правила техники безопасности необходимо соблюдать при обслуживании зерносушилки? 2. Какие требования (правила) необходимо соблюдать при обслуживании топки? 3. Какие требования (правила) необходимо соблюдать при обслуживании вентиляторов? 4. Какие требования (правила) необходимо соблюдать при обслуживании транспортного оборудования?

ПРИЛОЖЕНИЯ

Объем влажного воздуха V_0 (м³) на 1 кг сухого воздуха

t, °С	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	5	0
−15	0,7472	0,7470	0,7469	0,7468	0,7467	0,7465	0,7464	0,7463	0,7462	0,7460	0,7460	0,7459
−10	0,7624	0,7622	0,7620	0,7618	0,7616	0,7614	0,7612	0,7610	0,7608	0,7606	0,7605	0,7604
−5	0,7780	0,7776	0,7773	0,7770	0,7767	0,7764	0,7761	0,7758	0,7754	0,7751	0,7750	0,7748
0	0,7941	0,7937	0,7932	0,7927	0,7925	0,7922	0,7912	0,7907	0,7902	0,7897	0,7895	0,7893
5	0,8108	0,8101	0,8094	0,8087	0,8080	0,8073	0,8065	0,8058	0,8051	0,8044	0,8041	0,8037
10	0,8284	0,8274	0,8263	0,8253	0,8243	0,8233	0,8222	0,8212	0,8202	0,8192	0,8187	0,8182
15	0,8472	0,8457	0,8442	0,8427	0,8413	0,8398	0,8384	0,8369	0,8355	0,8340	0,8333	0,8326
20	0,8675	0,8654	0,8633	0,8613	0,8592	0,8572	0,8551	0,8531	0,8511	0,8491	0,8481	0,8471
25	0,8899	0,8870	0,8841	0,8812	0,8783	0,8755	0,8727	0,8698	0,8670	0,8643	0,8629	0,8615
30	0,9151	0,9110	0,9070	0,9030	0,8990	0,8951	0,8912	0,8873	0,8835	0,8797	0,8778	0,8760
35	0,9438	0,9382	0,9327	0,9272	0,9217	0,9164	0,9111	0,9058	0,9006	0,8955	0,8929	0,8904
40	0,9775	0,9697	0,9620	0,9545	0,9471	0,9398	0,9326	0,9265	0,9189	0,9116	0,9082	0,9049
45	1,0175	1,0068	0,9963	0,9860	0,9759	0,9660	0,9563	0,9468	0,9375	0,9283	0,9238	0,9193
50	1,0662	1,0513	1,0368	1,0228	1,0090	0,9967	0,9827	0,9700	0,9576	0,9455	0,9396	0,9338
55	1,1268	1,1060	1,0860	1,0667	1,0480	1,0300	1,0125	0,9957	0,9794	0,9635	0,9568	0,9482
60	1,2041	1,1748	1,1468	1,1201	1,0946	1,072	1,0469	1,0245	1,0030	0,9824	0,9725	0,9627
65	1,3059	1,2636	1,2230	1,1866	1,1514	1,1170	1,0870	1,0573	1,0292	1,0025	0,9896	0,9771
70	1,4448	1,3820	1,3240	1,2713	1,222	1,1754	1,1345	1,0951	1,0583	1,0239	1,0075	0,9916
75	1,6441	1,5466	1,4600	1,3824	1,3126	1,2494	1,1919	1,1394	1,0912	1,0469	1,0261	1,0060
80	1,9500	1,7885	1,6513	1,5336	1,4313	1,3417	1,2625	1,1920	1,1289	1,0720	1,0456	1,0205
85	2,4762	2,1759	1,9491	1,7502	1,5938	1,4628	1,3515	1,2558	1,1725	1,0995	1,0662	1,0349
90	3,5664	2,8824	2,4176	2,0812	1,8264	1,6268	1,4662	1,3342	1,2237	1,1300	1,0882	1,0494
95	7,1448	4,5662	3,3529	2,6476	2,1863	1,8612	1,6197	1,4332	1,2849	1,1641	1,1117	1,0638
99,4	—	10,9192	5,4498	3,6277	2,7167	2,1700	1,8055	1,5451	1,3482	1,1980	1,1341	1,0765
100	—	10,9251	5,4554	3,6318	2,7198	2,1726	1,8078	1,5473	1,3519	1,1999	1,1359	1,0783
110	—	11,2026	5,5943	3,7248	2,7899	2,2290	1,8550	1,5880	1,3876	1,2318	1,1662	1,1072
120	—	11,4801	5,7342	3,8183	2,8602	2,2855	1,9024	1,6287	1,4234	1,2638	1,1966	1,1361
130	—	11,7576	5,8741	3,9117	2,9308	2,3422	1,9498	1,6695	1,4593	1,2958	1,2269	1,1650
140	—	12,0403	6,0140	4,0059	3,0015	2,3990	1,9972	1,7103	1,4951	1,3278	1,2573	1,1939
150	—	12,3224	6,1547	4,0999	3,0728	2,4558	2,0448	1,7512	1,5310	1,3598	1,2877	1,2228
160	—	12,6000	6,2956	4,1944	3,1433	2,5128	2,0924	1,7921	1,5667	1,3918	1,3180	1,2517
170	—	12,8828	6,4376	4,2889	3,2114	2,5698	2,1404	1,8331	1,6029	1,4238	1,3484	1,2806
180	—	13,1655	6,5796	4,3838	3,2858	2,6270	2,1878	1,8741	1,6388	1,4559	1,3788	1,3095
190	—	13,4483	6,7216	4,4787	3,3571	2,6842	2,2359	1,9151	1,6748	1,4879	1,4092	1,3384
200	—	13,7361	6,8636	4,5735	3,4285	2,7414	2,2833	1,9562	1,7108	1,5199	1,4396	1,3673



Коэффициент пересчета массы просушенного зерна в плановые тонны

Влажность зерна после сушки, %	Влажность зерна до сушки, %																		
	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0
11,0	0,79	0,86	0,95	1,00	1,07	1,12	1,20	1,27	1,31	—	1,42	1,46	1,50	1,55	1,59	1,63	—	—	—
11,5	0,62	0,73	0,80	0,88	0,95	1,01	1,07	1,13	1,20	1,24	1,30	1,35	1,39	1,43	1,47	1,53	—	—	—
12,0	—	0,57	0,68	0,75	0,82	0,89	0,96	1,01	1,08	1,13	1,17	1,23	1,29	1,32	1,37	1,42	—	—	—
12,5	—	—	0,54	0,64	0,70	0,78	0,85	0,92	0,97	1,03	1,08	1,12	1,20	1,22	1,27	1,33	—	—	—
13,0	—	—	—	0,51	0,60	0,66	0,74	0,80	0,87	0,93	1,00	1,05	1,08	1,12	1,15	—	1,24	—	1,34
13,5	—	—	—	—	0,47	0,57	0,62	0,70	0,76	0,84	0,88	0,96	1,00	1,05	1,08	1,12	1,17	1,22	1,27
14,0	—	—	—	—	—	—	0,54	0,60	0,67	0,73	0,80	0,86	0,92	0,97	1,00	1,03	1,10	1,15	1,20
14,5	—	—	—	—	—	—	0,42	0,52	0,57	0,64	0,70	0,78	0,84	0,89	0,93	0,99	1,03	1,08	1,13
15,0	—	—	—	—	—	—	—	—	0,49	0,55	0,62	0,68	0,74	0,80	0,87	0,93	0,97	1,01	1,08
15,5	—	—	—	—	—	—	—	—	0,38	0,47	0,53	0,59	0,66	0,73	0,79	0,86	0,92	0,96	1,01
16,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,45	0,50	0,57	0,64	0,72	0,78	0,85	0,91	0,96
16,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,35	0,44	0,49	0,56	0,62	0,70	0,77	0,84	0,89
17,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,42	0,46	0,54	0,61	0,69	0,76	0,82
17,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,42	0,47	0,53	0,60	0,68	0,75
18,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,41	0,43	0,52	0,59	0,68
18,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,39	—	0,52	0,58
19,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,51
19,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение

Влажность зерна после сушки, %	Влажность зерна до сушки, %																	
	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0	26,5	27,0	27,5	28,0	28,5	29,0	29,5	30,0	30,5	31,0
11,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
11,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
12,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
12,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
13,0	—	1,49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
13,5	1,31	1,43	1,46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
14,0	1,27	1,31	1,39	1,46	1,50	1,54	1,53	1,63	1,69	1,75	1,81	1,88	1,95	2,01	2,07	2,14	2,20	2,26
14,5	1,17	1,24	1,29	1,37	1,43	1,52	1,47	1,57	1,62	1,69	1,75	1,82	1,88	1,94	2,01	2,07	2,14	2,20
15,0	1,12	1,17	1,22	1,29	1,37	1,45	1,43	1,50	1,56	1,62	1,69	1,75	1,82	1,88	1,94	2,01	2,07	2,13

Продолжение

Влажность зерна после сушки, %	Влажность зерна до сушки, %																	
	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0	26,5	27,0	27,5	28,0	28,5	29,0	29,5	30,0	30,5	31,0
15,5	1,07	1,12	1,15	1,22	1,27	1,34	1,40	1,44	1,50	1,56	1,62	1,69	1,75	1,82	1,87	1,94	2,01	2,07
16,0	1,00	1,05	1,10	1,15	1,22	1,28	1,34	1,39	1,43	1,50	1,56	1,63	1,68	1,75	1,81	1,87	1,94	2,00
16,5	0,95	0,99	1,03	1,08	1,13	1,30	1,24	1,34	1,37	1,45	1,50	1,56	1,62	1,69	1,74	1,81	1,87	1,94
17,0	0,88	0,93	0,97	1,01	1,08	1,13	1,20	1,27	1,31	1,39	1,44	1,50	1,55	1,62	1,68	1,74	1,81	1,87
17,5	0,82	0,87	0,92	0,96	1,00	1,07	1,12	1,17	1,24	1,31	1,37	1,43	1,49	1,57	1,61	1,68	1,74	1,81
18,0	0,74	0,80	0,86	0,91	0,96	1,00	1,07	1,13	1,17	1,24	1,29	1,37	1,42	1,49	1,54	1,61	1,68	1,74
18,5	0,67	0,74	0,80	0,86	0,89	0,95	0,99	1,05	1,12	1,17	1,22	1,29	1,34	1,43	1,48	1,54	1,61	1,68
19,0	0,58	0,66	0,73	0,80	0,85	0,89	0,93	0,99	1,05	1,12	1,17	1,24	1,29	1,37	1,42	1,48	1,54	1,61
19,5	—	0,57	0,66	0,72	0,79	0,84	0,88	0,93	0,97	1,05	1,10	1,17	1,22	1,29	1,37	1,42	1,48	1,55
20,0	—	—	—	0,65	0,71	0,78	0,82	0,88	0,93	0,99	1,03	1,12	1,17	1,24	1,29	1,37	1,42	1,48
20,5	—	—	—	0,56	0,64	0,70	0,77	0,82	0,87	0,92	0,97	1,03	1,10	1,17	1,22	1,29	1,34	1,42
21,0	—	—	—	0,49	0,56	0,64	0,70	0,77	0,82	0,87	0,92	0,97	1,03	1,10	1,15	1,22	1,29	1,37
21,5	—	—	—	0,42	0,48	0,54	0,63	0,70	0,76	0,82	0,85	0,92	0,96	1,03	1,10	1,15	1,20	1,29
22,0	—	—	—	—	—	—	—	0,62	0,69	0,76	0,82	0,86	0,92	0,97	1,03	1,10	1,15	1,22
22,5	—	—	—	—	—	—	—	0,54	0,62	0,59	0,75	0,82	0,85	0,92	0,96	1,03	1,08	1,15

Продолжение

Влажность зерна после сушки, %	Влажность зерна до сушки, %																	
	31,5	32,0	32,5	33,0	33,5	34,0	34,5	35,0	35,5	36,0	36,5	37,0	37,5	38,0	38,5	39,0	39,5	40,0
11,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14,0	2,32	2,39	2,45	2,52	2,58	2,64	2,70	2,77	2,83	2,90	2,95	3,02	3,08	3,14	3,20	3,28	3,33	3,40
14,5	2,23	2,33	2,39	2,46	2,52	2,58	2,64	2,71	2,77	2,84	2,90	2,96	3,02	3,08	3,14	3,21	3,28	3,34
15,0	2,20	2,26	2,33	2,40	2,46	2,52	2,57	2,64	2,71	2,77	2,83	2,89	2,96	3,02	3,08	3,15	3,21	3,28
15,5	2,13	2,19	2,26	2,33	2,39	2,45	2,51	2,58	2,64	2,71	2,77	2,83	2,89	2,96	3,02	3,09	3,15	3,21
16,0	2,07	2,14	2,19	2,27	2,33	2,39	2,45	2,52	2,58	2,64	2,70	2,77	2,83	2,89	2,96	3,02	3,09	3,15
16,5	2,00	2,07	2,13	2,20	2,27	2,32	2,38	2,45	2,51	2,58	2,64	2,70	2,76	2,83	2,89	2,96	3,02	3,08
17,0	1,94	2,00	2,07	2,14	2,20	2,26	2,32	2,39	2,45	2,51	2,58	2,64	2,70	2,77	2,83	2,90	2,96	3,02
17,5	1,87	1,94	2,00	2,07	2,14	2,20	2,25	2,32	2,38	2,46	2,51	2,57	2,64	2,70	2,77	2,83	2,90	2,96
18,0	1,80	1,87	1,94	2,01	2,07	2,13	2,19	2,26	2,32	2,39	2,45	2,51	2,57	2,64	2,70	2,77	2,83	2,90
18,5	1,74	1,81	1,87	1,94	2,01	2,07	2,13	2,20	2,26	2,32	2,39	2,45	2,51	2,57	2,64	2,71	2,77	2,83
19,0	1,68	1,74	1,81	1,88	1,94	2,00	2,07	2,13	2,20	2,26	2,32	2,39	2,45	2,51	2,57	2,64	2,70	2,77
19,5	1,61	1,68	1,74	1,82	1,87	1,94	2,00	2,07	2,13	2,19	2,26	2,32	2,38	2,45	2,51	2,58	2,64	2,71
20,0	1,55	1,61	1,68	1,74	1,81	1,87	1,93	2,00	2,07	2,13	2,19	2,26	2,32	2,38	2,45	2,52	2,58	2,64

Продолжение

Влажность зерна после сушки, %	Влажность зерна до сушки, %																	
	31,5	32,0	32,5	33,0	33,5	34,0	34,5	35,0	35,5	36,0	36,5	37,0	37,5	38,0	38,5	39,0	39,5	40,0
20,5	1,48	1,55	1,61	1,69	1,74	1,81	1,87	1,94	2,00	2,07	2,13	2,19	2,25	2,32	2,38	2,45	2,52	2,58
21,0	1,42	1,49	1,55	1,63	1,69	1,74	1,81	1,87	1,94	2,00	2,06	2,13	2,19	2,25	2,32	2,39	2,45	2,51
21,5	1,34	1,42	1,49	1,55	1,62	1,68	1,74	1,81	1,87	1,94	2,00	2,06	2,13	2,18	2,25	2,32	2,39	2,45
22,0	1,29	1,37	1,42	1,49	1,55	1,62	1,68	1,75	1,81	1,87	1,93	2,00	2,06	2,12	2,18	2,26	2,32	2,39
22,5	1,20	1,29	1,34	1,43	1,49	1,55	1,61	1,68	1,74	1,81	1,87	1,93	1,99	2,06	2,12	2,20	2,25	2,32

Коэффициент пересчета физической массы просушенных семян подсолнечника в плановые единицы

Влажность после сушки, %	Влажность до сушки, %																	
	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5
6,5	2,12	2,16	2,21	2,25	2,30	2,35	2,41	2,47	2,53	2,59	2,65	2,71	2,78	2,86	2,94	3,02	3,11	3,20
7,0	2,00*	2,00*	2,08	2,13	2,17	2,22	2,27	2,31	2,35	2,42	2,49	2,55	2,61	2,69	2,77	2,85	2,92	3,01
7,5	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,04	2,08	2,12	2,16	2,19	2,26	2,33	2,38	2,43	2,51	2,58	2,65	2,72	2,79
8,0	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,04	2,10	2,16	2,21	2,26	2,33	2,39	2,46	2,53	2,60
8,5	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,08	2,15	2,21	2,27	2,33	2,39
9,0	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,02	2,07	2,13	2,18
9,5	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*

Продолжение

Влажность после сушки, %	Влажность до сушки, %																	
	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0	26,5	27,0	27,5	28,0	28,5	29,0	29,5	30,0
6,5	3,30	3,39	3,49	3,59	3,69	3,79	3,90	4,00	4,11	4,22	4,33	4,44	4,56	4,67	4,79	4,90	5,02	5,14	5,25
7,0	3,09	3,18	3,27	3,38	3,48	3,58	3,67	3,77	3,86	3,97	4,08	4,18	5,29	4,40	4,51	4,62	4,74	4,85	4,96
7,5	2,87	2,96	3,04	3,14	3,24	3,33	3,42	3,52	3,61	3,71	3,81	3,92	4,02	4,13	4,23	4,35	4,46	4,55	4,66
8,0	2,67	2,74	2,82	2,91	3,00	3,09	3,17	3,26	3,35	3,45	3,55	3,66	3,76	3,86	3,96	4,06	4,17	4,27	4,37
8,5	2,45	2,52	2,60	2,68	2,76	2,84	2,91	3,00	3,09	3,19	3,29	3,39	3,48	3,58	3,68	3,79	3,89	3,98	4,07
9,0	2,23	2,30	2,37	2,44	2,52	2,59	2,67	2,75	2,84	2,93	3,02	3,12	3,22	3,31	3,40	3,50	3,60	3,69	3,78
9,5	2,01	2,07	2,14	2,20	2,27	2,34	2,42	2,50	2,58	2,67	2,76	2,85	2,95	3,04	3,13	3,22	3,31	3,39	3,48

* При данном сочетании влажности производительность сушилки ограничена пропускной способностью очистительных машин и транспортных коммуникаций, коэффициент пересчета следует принимать равным 2.

Техническая характеристика шахтных прямоточных зерносушилок

Показатели	ДСП-16	ДСП-32	ДСП-24СН	ДСП-32ОТ	СЗШ-16/СЗШ-16М	ЛСО-11	М-819	К4-УСА	К4-УС2-А
Производительность по пшенице продовольственного назначения при снижении влажности с 20 до 14 %, т/ч (паспортная)	16	32	20	32	16/20	40	20	10	10
Количество испаренной влаги, кг исп. вл/ч	—	2300	1400	2300	1150/1400	2800	1400	700	700
Удельный расход условного топлива, кг/т (при температуре наружного воздуха +5 °С и относительной влажности 75 %)	12,0	12,0	12,0	12,2	12,2	12,3	12,0	12,2	12,2
Удельный расход дизельного топлива, кг/т	8,3	8,3	8,3	8,5	8,5	8,6	8,0	8,5	8,5
Часовой расход дизельного топлива, кг/ч	135	275	166	272	166	344	160	75	75
Количество теплоты, ккал/ч/кДж/ч	1300000/5750000	2600000/11500000	1710000/1160000	2630000/11600000	1315000/1710000/5810000/7160000		1700000/7100000	850000/3510000	850000/3510000
Удельный расход тепла, ккал/кг исп. вл/кДж/кг исп. вл.	1190/5000	1190/5000	1190/5000	1200/(5040)	1200/(5040)	—	1200/5000	1200/5000	1200/5000
Установленная мощность, кВт	—	—	54,7	125	—	273,6	90,3	—	—
Потребляемая мощность, кВт	40	71,0	45,0	78,5	60,8/76,0	—	80,0	40	40
Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/т	2,5	2,2	2,25	2,5	3,8/3,8	4,16	4,0	4,0	4,0
Температура агента сушки в сушильной зоне, °С:									
первой	50...130	50...130	50...130	50...130	50...130	—	—	50...130	50...130
второй	50...160	50...160	50...160	50...160	50...160	—	—	90...130	50...130
Число рядов коробов:									
первая сушильная зона	23	23	16	23	14	—	—	2	2
вторая сушильная зона	14	14	8	14	14	—	—	1	2
охладительная зона	10	18	14	10	Охладительная колонка	—	—	2	2
Число коробов в одном ряду	16	16	16	16	8	—	—	—	—
Габариты зерносушилки, мм:									
длина	3250*	3250*	12000	15500	2030*	30000	15250	9300	9300
ширина	1000*	1000*	6000	8300	1000	11000	8000	2750	2750
высота	11300*	11300*	17130	18724	6400*	24000	13135	4000	4000
Расход агента сушки, м³/ч									
первая сушильная зона	37500	80000	45900	80000	27000	90000 (кг/ч)	—	20000	20000
вторая сушильная зона	23200	4200	27800	42000	14100	—	24000/4	14000	14000
Расход атмосферного воздуха на охлаждение зерна	23000	4900	49300	49000	19000	60000 (кг/ч)	30000	11000	1000
Вентилятор									
Первая зона									
марка	ВРС № 10	ВРС № 12	ВРС № 12	Ц4-76 № 12	Ц4-70 № 8	ВВЕ-2000	—	—	—
частота вращения рабочего колеса, об/мин	520	410	400	980	—	—	—	—	—
вторая зона									
марка	ВРС № 8	ВРС № 10	ВРС № 8	Ц4-76 № 10	Ц4-70 № 6	ВВЕ-2000	—	—	—
частота вращения рабочего колеса, об/мин	680	470	610	1050	960	—	—	—	—
охладительная зона									
марка	ВРС № 10	ВРС № 12	ВРС № 10	Ц4-76 № 12	Ц4-70 № 8	—	—	—	—
частота вращения рабочего колеса, об/мин	400	300	315	630	960	—	—	—	—
Масса зерносушилки, кг	—	—	—	32600	—	194000	32000	10800	10800
Масса зерна в сушилке (при объемной массе 750 кг/м³), т	20,2	39,7	32,9	39,7	16,4	40,0	20,000	10,0	10,0

* Размеры сушильных и охладительных шахт.

Техническая характеристика рециркуляционных зерносушилок

Показатели	«Целинная-50»	«Целинная 30»	РД2×25-70	У2-УЗБ-50	А1-УЗМ
Производительность по пшенице продовольственного назначения при снижении влажности с 20 до 14 %, т/ч	50	30	50	50	50
Количество испаренной влаги, кг исп. вл/ч	3500	2100	3500	3500	3500
Удельный расход условного топлива, кг/т (при температуре наружного воздуха +5 °С и относительной его влажности 80 %)	12,3	12,3	13,3	12,5	11,0
Удельный расход дизельного топлива, кг/ч	8,4	8,4	9,1	8,6	7,5
Часовой расход дизельного топлива, кг/т	420	252	420	430	375
Количество теплоты, ккал/ч / (кДж/ч)	4,5 / 18,7	2,7 / 11,2	4,7 / 19,5	4,6 / 19,1	4,0 / 16,7
Удельный расход тепла, Гкал/кг исп. вл. / ГДж/кг исп. вл.	1272 / 5330	1272 / 5330	1272 / 5330	1300 / 5456	1135 / 4760
Установленная мощность, кВт	160	122,7	182,5	160,0	150
Потребляемая мощность за час, кВт·ч	155	93	133,2	139,2	120
Удельный расход электроэнергии, кВт· ч/т	3,1	3,1	3,25	2,8	2,4
Температура агента сушки, °С (в зависимости от культуры и назначения)	250...350	300...350	300...350	300...350	140...160
Размеры зерносушилки, мм, без норий и топки:					
длина	6000	5880	6400	11000	10000
ширина	6000	5220	5300	7600	7000

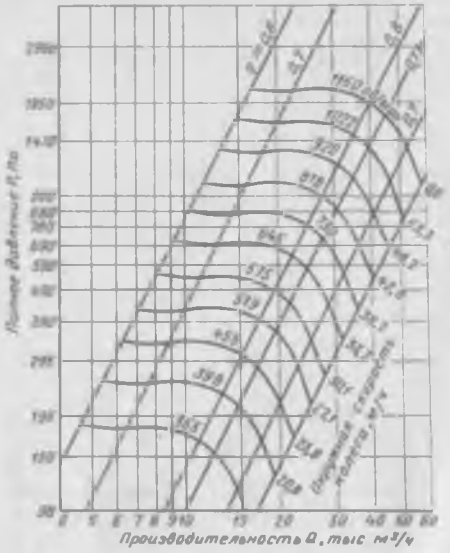
А1-ДСП-50	«Целинная-20» на базе двух сушилок ЗСПЖ-8	«Целинная-36» на базе ДСП-24-СН	«Целинная-60» на базе ДСП-32-ОТ	«Целинная-60»	«Целинная-50К»	ДСП-32-ОТ с комплектом У1-УКЗ-50
50	20	36	60	60	75	50
3500	1400	2520	4200	4200	5250	3500
11,0	13,1	12,3	10,5	10,0	11,5	11,9
7,5	9,0	8,4	7,2	6,8	7,9	8,2
375	180	302	432	408	593	410
4,0 / 16,7	1,9 / 8,0	3,2 / 13,4	4,6 / 19,2	4,3 / 18,1	6,3 / 26,3	4,3 / 18,2
1135 / 4760	1363 / 5710	1270 / 5323	1090 / 4568	1029 / 4315	1197 / 5016	1242 / 5202
150	104,2			144	220	130
120	65,5	79,7	174,0	127,0	190,0	125
2,4	3,3	2,35	2,9	2,6	2,5	2,50
140...160	250...350	250...350	250...350	250...350	250...350	до 160
10000 7000	— —	— —	— —	6500 6500	13000 4000	

Показатели	«Целинная-50»	«Целинная-30»	РД2×25-70	У2-УЗБ-50	А1-УЗМ
высота	23100	16830	21700	25784	20000
Расход агента сушки, $м^3/ч$	36000	42000	68400	46200	120000
Охладительная зона, $м^3/ч$	106000	54000	80000	80000	70000
Характеристика вентиляторов:					
агента сушки					
марка	Ц4-70 № 12	Ц4-70 № 10	Ц9-55 № 8	ВЦ-14-46 № 8	ВЦ-4-76-10Ж-02
число	3	1	2	2	2
частота вращения рабочего колеса, об/мин	870	1150	1140	970	1470
охладительная зона					
марка	ВРС № 12; Ц4-70 № 10; ЦВ-55 № 12	Ц4-70 № 10	ВЦ4-70 № 12	ВЦ4-70 № 12	ВЦ4-76-10Ж-02
число	3	2	2	2	2
частота вращения рабочего колеса, об/мин	870; 1460; 650	1460	870	1460	1470
Масса зерносушилки, т	—	—	71100	66680	55000

Продолжение

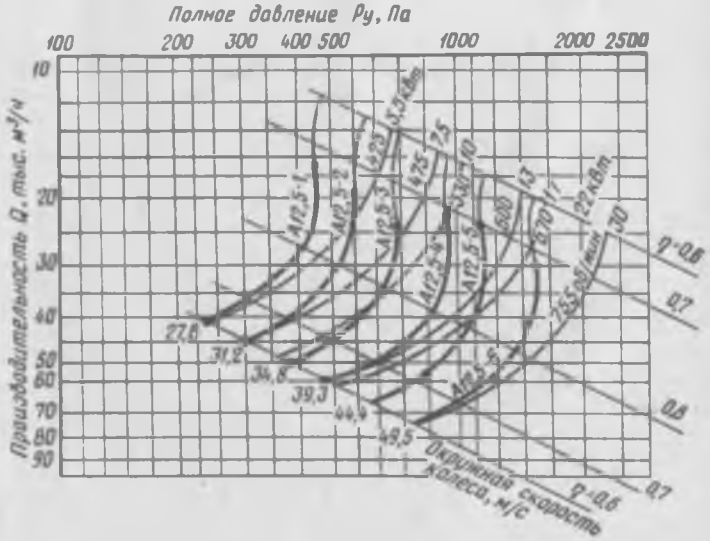
А1-ДСП-50	«Целинная-20» на базе двух сушилок ЗСПЖ-8	«Целинная-36» на базе ДСП-24-СН	«Целинная-60» на базе ДСП 32-ОТ	«Целинная-60»	«Целинная-50К»	ДСП-32-ОТ с комплектом У1-УКЗ-50
20000	—	—	—	36600	24800	
120000	—	—	—	—	—	
70000	—	—	—	—	—	
ВВ-4-76-10Ж-02	Ц4-70 № 8	Ц4-70 № 12	Ц4-70 № 12	Ц4-70 № 12	Ц4-70 № 12	Ц4-70 № 10
2	1	1	1	1	1	1
1470	1460	850	800	800	800	960
ВЦ4-76-10Ж-02	СТД-Ц9-59 № 6; СТД-Ц9-59 № 5; СТД-Ц9-59 № 5	Ц4-70 № 12; ВРС-8; ВРС-10	Ц4-70 № 12; Ц4-70 № 10; Ц4-70 № 12	Ц4-70 № 12; Ц4-70 № 12	Ц4-70 № 12; Ц4-70 № 10; Ц4-70 № 10 (2 шт.)	Ц4-70 № 12; Ц4-70 № 10; Ц4-70 № 12
2		3	3	2	3	3
1470	1820; 1260; 1210	850; 800 650	800; 960; 630	800; 800	800; 960; 960	800; 960; 630
53000	—	—	—	—	—	—

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

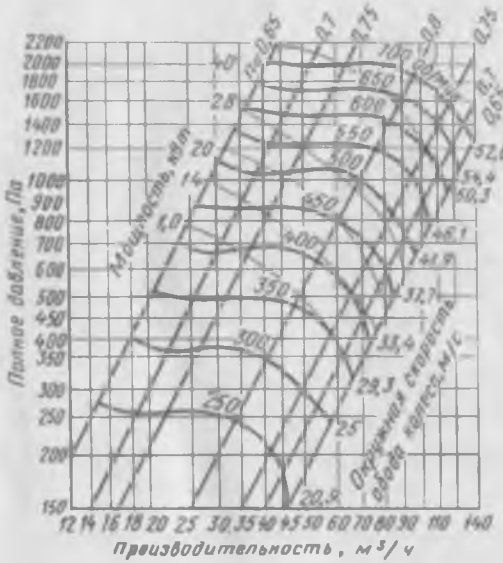


Аэродинамическая характеристика вентилятора ВЦ-70 № 10

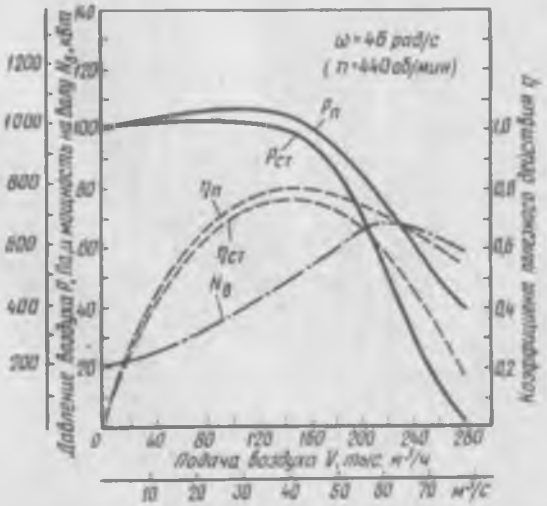
ПРИЛОЖЕНИЕ 7



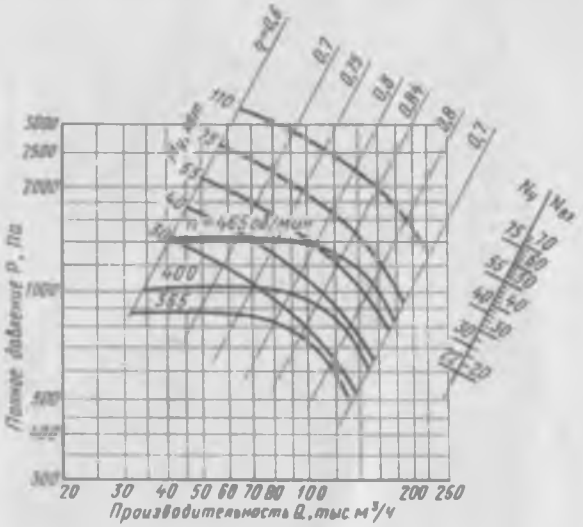
Аэродинамическая характеристика вентилятора ВНЦ-70 № 12



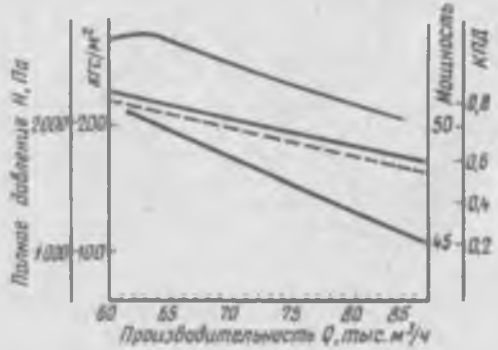
Аэродинамическая характеристика вентилятора ВЦ-70 № 16



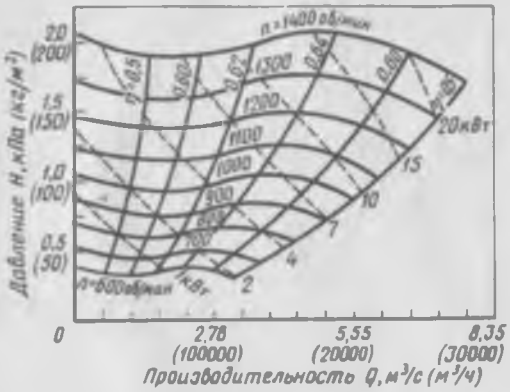
Аэродинамическая характеристика вентилятора Ц4-70 № 18,5



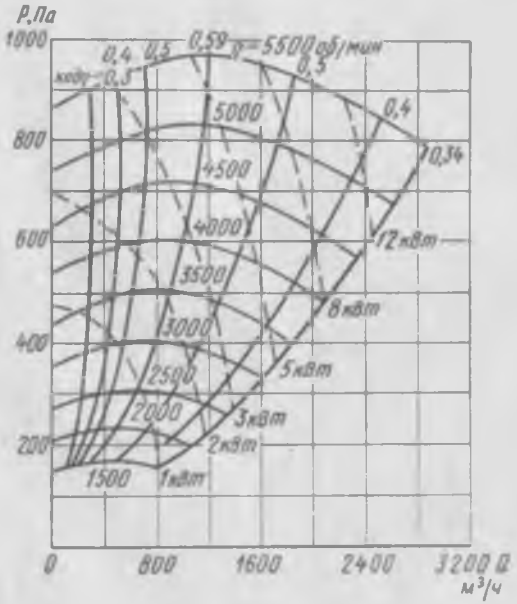
Аэродинамическая характеристика вентилятора Ц4-76 № 20



Аэродинамическая характеристика вентилятора ВЦ4-76-1 ОЖ-02 № 10



Аэродинамическая характеристика вентилятора Ц9-57 № 6



Аэродинамическая характеристика вентилятора АВД № 3,5

Высшие пределы температуры агента сушки и нагрева зерна продовольственного и кормового назначения в шахтных зерносушилках

Культура	Начальная влажность зерна, %	Предельная температура зерна, °С	Предельная температура агента сушки, °С, в зерносушилках							
			работающих на одноступенчатом режиме	работающих на двухступенчатом режиме		ДСП-32-ОТ×2 при последовательной сушке				
						первая сушилка			вторая сушилка	
				первая зона	вторая зона	первая зона	вторая зона	охладительная шахта	первая зона	вторая зона
Пшеница:										
с нормальной клейковиной (от 40 до 80 ед. ИДК)	До 17	50	120	110	120	—	—	—	—	—
	От 17 до 20		100	100	120	—	—	—	—	—
	От 20 до 25		100	90	100	90	100	Атм. воздух	110	120
	Свыше 25		90	80	90	—	—	—	—	—
со слабой клейковиной (более 80 ед. ИДК)	До 17	55	—	—	—	130	150	150	150	Атм. воздух
	От 17 до 20									
	От 20 до 25									
	Свыше 25									
твердых, сильных и ценных сортов пшеницы	До 20	50	—	100	110	90	100	Атм. воздух	100	110
	Свыше 20					90	100		100	110
Рожь, ячмень продовольственный	Независимо от первоначальной влажности	60	160	130	160	—	—	—	—	—
Ячмень пивоваренный	До 19	40	80	70	80	—	—	—	—	—
Высокомасличные сорта семян подсолнечника	От 15 до 20	55								
	От 20 до 25									
	Свыше 25									
Кукуруза:										
на переработку	Независимо от первоначальной влажности	50	150	180	160	—	—	—	—	—
на длительное хранение	Независимо от первоначальной влажности	50	100	100	130	—	—	—	—	—
Овес	Независимо от влажности	50	140	130	160	—	—	—	—	—
Просо	То же	40	80	80	100	—	—	—	—	—
Гречиха	»	40	90	90	110	—	—	—	—	—
Рис	Снижение влажности зерна на 3 %	35	70	70	60	—	—	—	—	—
Горох и другие бобовые	До 18	40	80	80	100	—	—	—	—	—
	Свыше 18	30	70	70	90	—	—	—	—	—
Соя	До 18	25	60	60	80	—	—	—	—	—
	Свыше 18	25	50	50	70	—	—	—	—	—
Конопляное семя	До 18	45	140	140	160	—	—	—	—	—
	Свыше 18	45	115	115	130	—	—	—	—	—

Высшие пределы температуры агента сушки и нагрева зерна в рециркуляционных сушилках с нагревом зерна в камерах с падающим слоем

Культура	Начальная влажность зерна, %	Предельная температура нагрева зерна, °С	Предельная температура агента сушки в камере нагрева, °С
Пшеница продовольственная:			
с крепкой клейковиной (до 40 ед. ИДК)	До 20	50	300
	Свыше 20	45	250
с хорошей клейковиной (от 45 до 75 ед. ИДК)	До 20	60	350
	Свыше 20	55	330
со слабой клейковиной (более 80 ед. ИДК)	До 20	65	370
	Свыше 20	60	350
Пшеница сильная, твердая и ценных сортов	До 20	55	330
	Свыше 20	50	300
Ячмень пивоваренный	До 19	50	300
Рожь продовольственная	Независимо от начальной влажности	60	350
Ячмень продовольственный и кормовой	До 20	60	350
	Свыше 20	55	330
Подсолнечник	До 15	55	250
	До 20	55	220
	Свыше 20	50	200
Овес	Независимо от начальной влажности	55	330
Просо	До 20	50	300
	До 25	45	250
	Свыше 25	40	210
Рис-зерно	До 20	55	330
	До 25	45	280
	Свыше 25	40	250
Гречиха	До 20	60	350
	До 25	55	330
	Свыше 25	50	320

Примечание. При выборе режима сушки ориентироваться на максимальную влажность партии зерна, поступающей на сушилку. В сушилках, переведенных на рециркуляционно-изотермический режим сушки, применять температуру агента сушки и нагрева зерна, указанную в приложении 14. В сушильные зоны шахты подавать агент сушки при температуре не выше 100 °С, а при сушке пивоваренного ячменя — не выше предельно допустимой температуры нагрева зерна.

В рециркуляционных сушилках с каскадным подогревателем температура агента сушки на входе в подогреватель не должна превышать 200 °С.

Высшие пределы температуры агента сушки и нагрева зерна в рециркуляционных сушилках с нагревом зерна в напорно-распределительных камерах

Культура	Начальная влажность зерна, %	Предельная температура нагрева зерна, °С	Предельная температура агента сушки в камере нагрева, °С
Пшеница продовольственная			
с крепкой клейковиной (до 40 ед. ИДК)	До 20	50	140
	Свыше 20	45	130
с хорошей клейковиной (от 45 до 75 ед. ИДК)	До 20	60	150
	Свыше 20	55	140
со слабой клейковиной (более 80 ед. ИДК)	До 20	65	160
	Свыше 20	60	150
Пшеница сильная, твердая из ценных сортов	До 20	55	140
	Свыше 20	50	130
Ячмень пивоваренный	До 19	50	80
Рожь продовольственная	Независимо от начальной влажности	60	160
Ячмень продовольственный и кормовой	До 20	60	160
	Свыше 20	55	150
Подсолнечник	До 15	55	120
	До 20	55	100
Овес	Независимо от начальной влажности	55	150
Просо	До 20	50	150
	До 25	45	140
	Свыше 25	40	130
Рис	До 20	50	100
	До 25	45	90
	Свыше 25	40	80
Гречиха	До 20	50	120
	До 25	45	100
	Свыше 25	40	80

Вахтенный журнал работы зерносушилки

Сушилка № _____
(прямоточная или рециркуляционная)

Дата и номер смены	Время пуска, остановки сушилки и проведения наблюдений, ч — мин	Культура зерна, поступившего на сушку	Влажность зерна до сушки, %	До какой влажности сушить зерно (по заданию), %	Влажность зерна после сушки (фактическая), %	Температура, °С							
						атмосферного воздуха	агента сушки зерна						
							на входе в первую зону	на входе во вторую зону	на входе в камеру нагрева	на входе в рециркуляционную шахту при изотермическом режиме сушки	до сушки	после сушильной шахты	в теплообменнике	после охлаждения
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Продолжение

Масса зерна (физическая), т		Вид и марка топлива	Расход натурального топлива, кг(м³)	Продолжительность простоев сушилки, ч — мин	Причины простоев	Отметка о состоянии сушилки		Фамилия, имя, отчество зерносушильщика и лаборанта	Подписи зерносушильщика и лаборанта
до сушки	после сушки					техническое состояние	санитарное состояние		
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

Журнал учета работы зерносушилок за смену

Дата и номер смены	Время пуска, и остановки сушилки, ч — мин	Культура зерна, поступившего на сушку	Влажность зерна до сушки (по данным лаборатории), %	До какой влажности сушить зерно (по заданию), %	Влажность зерна после сушки (фактическая), %	Температура, °С								
						атмосферного воздуха	агента сушки зерна							
							на входе в первую зону	на входе во вторую зону	на входе в камеру нагрева	на входе в рециркуляционную шахту при изотермическом режиме сушки	до сушки	после сушильной шахты	в теплообменнике	после охлаждения
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Продолжение

Содержание клейковины, %, или другие признаки качества		Масса зерна (физическая), т		Коэффициент пересчета в плановые единицы	Просушено зерна, план, т	Должно быть просушено, план, т	Продолжительность простоев сушилки, ч — мин	Причины простоев	Вид и марка топлива	Расход натурального топлива за смену, кг	Удельный расход условного топлива, план, кг/т	Расход электроэнергии за смену, кВт·ч	Удельный расход электроэнергии, план, кВт·ч/т	Фамилия, имя, отчество сушильного мастера	Подпись сушильного мастера
до сушки	после сушки	до сушки	после сушки												
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

Вахтенный журнал работы зерносушилки. Ведут зерносушильщик и лаборант каждую смену и заполняют его чернилами. Если в течение смены сушили разные партии зерна, то в этом случае все графы журнала заполняют отдельно для каждой партии. Записи по каждой партии и каждой смене отделяют в журнале свободными промежутками в две горизонтальные строчки для последующей записи средних значений.

Графы 1, 2, 7...15, 18...22, 24, 25 заполняет зерносушильщик, а графы 3...6, 16, 17, 23, 24, 25 — лаборант. Графы 4, 6, 15 заполняют через каждые 2 ч работы сушилки, графы 2, 18, 19 — по мере пуска и остановки сушилки, остальные графы — один раз в смену по каждой партии зерна. Данные в графах 3...5 заполняют в соответствии с распоряжением на сушку зерна. При сушке зерна в прямоточных сушилках в графах 10, 11, 14 записи не делают. При сушке зерна в рециркуляционных сушилках с камерами нагрева оставляют пустыми графы 8, 9, 13.

Массу зерна записывают по результатам взвешивания на весах до сушки (графа 16) или после сушки (графа 17) в зависимости от схемы технологической линии, а расход натурального топлива (графа 19) — по показанию счетчика или мерной линейки.

В конце смены рассчитывают и записывают среднеарифметические значения температуры и влажности зерна за смену (графы 4, 6, 12...15), температуры агента сушки и атмосферного воздуха (графы 7...11) по каждой просушенной партии зерна.

Журнал учета работы зерносушилок. Ведет сушильный мастер. Он записывает средние данные за смену по каждой просушенной партии зерна. Графы 1...15, 18, 19, 23...26 сушильный мастер заполняет по данным вахтенного журнала работы сушилки, а графы 16 и 17 — по данным лаборатории.

Физическую массу зерна до сушки (графа 18) $M_{ф_1}$ (т) и физическую массу зерна после сушки $M_{ф_2}$ (т) определяют по формулам

$$M_{ф_1} = M_{т_2}\frac{100-w_2}{100-w_1}; \qquad M_{ф_2} = M_{ф_1}\frac{100-w_1}{100-w_2},$$

где w_1 — влажность зерна до сушки, %; w_2 — влажность зерна после сушки, %.

Коэффициент $K_п$ пересчета массы просушенного зерна в плановые единицы (графа 20) в зависимости от влажности зерна до и после сушки нужно брать из приложения 3.

Расход электроэнергии за смену (графа 28) следует учитывать по счетчику электроэнергии, а при его отсутствии оценивать ориентировочно на основании установленной мощности электродвигателей и фактического времени работы сушилки.

Неисправности сушилок и способы их устранения

Неисправность	Причина	Способ устранения
Не поступает топливо к форсунке	Засорена топливная система; неисправен насос	Очистить топливную систему; проверить насос
Не воспламеняется топливо	Марка топлива не соответствует рекомендуемой; не работает электрозажиг; засорена форсунка	Проверить марку топлива и залить в бак рекомендуемое; проверить зазор между концами электродов; очистить форсунку
Выбивается пламя из камеры сгорания	Подается большое количество топлива	Уменьшить подачу топлива
Подгорает продукт	Не отрегулирован выпускной механизм; высокая температура агента сушки; термометры дают неправильные показания	Отрегулировать механизм выпуска продукта; уменьшить температуру агента сушки (увеличить подсос холодного воздуха, уменьшить подачу топлива), проверить температуру агента сушки лабораторным термометром и отрегулировать электроконтактный термометр
Трудно регулируется горение: при незначительном открывании или закрывании вентиля факел резко изменяется или вообще не изменяется	Засорен или неисправен регулировочный вентиль форсунки	Прочистить или исправить регулировочный вентиль форсунки
Форсунка не обеспечивает требуемую температуру и коптит при полностью открытых воздушных задвижках	Давление воздуха недостаточно; занижена производительность форсунки, засорены воздушные или топливные каналы	Повысить производительность форсунки, увеличив диаметр выходного отверстия наконечника; прочистить воздушные и топливные каналы
Форсунка гаснет, несмотря на то что вентили открыты до отказа	Забился топливный наконечник или фильтр; отключена подача топлива, неисправен электромагнитный вентиль	Прочистить иглой наконечник; снять, разобрать и промыть фильтр; включить подачу топлива, исправить электромагнитный вентиль
При погасании факела не срабатывает автоматика	Перегорело сопротивление прибора контроля пламени; отошли контакты сопротивления	Заменить фотосопротивление, зачистить и зажать контакты

Неисправность	Причина	Способ устранения
Не подается продукт в рабочую камеру	Засорено входное отверстие камеры, засорен башмак нории	Зачистить входное отверстие камеры; выключить норию; открыть нижнюю разгрузочную заслонку башмака, затем резко открыть и снова закрыть задвижку
Сбегает транспортерная лента	Не отрегулированы натяжные барабаны и ролики	Отрегулировать ленту натяжения барабанами и роликами
Перегревается мотор-редуктор	Перекос мотор-редуктора; нет смазки в подшипниках; недостаточное количество масла в картере	Правильно выставить мотор-редуктор; заполнить подшипники смазкой; залить масло до нужного уровня
Не включается электродвигатель привода вентилятора	Сработал автоматический выключатель; заедает электромагнитная система магнитного пускателя или подгорели контакты	Нажать на кнопку автоматического выключателя; проверить, нет ли перекоса подвижной системы магнитного пускателя; зачистить контакты
Не включается электродвигатель шнеков или транспортера	Сработала электрозащита, «завалило» шнек или транспортер продуктом	Включить автоматический выключатель; освободить шнеки или транспортер от лишнего продукта
«Бьет» током при прикосновении к машине	Повреждена изоляция проводов; машина плохо заземлена	Проверить изоляцию проводов и заземление машины
Не срабатывает сирена	Сильно зажата мембрана; вышло из строя реле в цепи сигнализации или подгорели его контакты	Отрегулировать натяжение мембраны; заменить реле или зачистить контакты
При включении электродвигателя не включается сигнальная лампочка	Перегорела лампочка	Заменить лампочку

Определение влажности w_c зерна по отношению к массе сухого вещества в зависимости от влажности w, полученной из расчета на полную (общую) массу зерна

w, %	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11,10	11,23	11,35	11,50	11,60	11,75	11,86	12,00	12,10	12,25
11	12,35	12,50	12,60	12,75	12,85	13,00	13,10	13,25	13,40	13,50
12	13,65	13,75	13,90	14,05	14,15	14,30	14,40	14,55	14,65	14,80
13	14,95	15,10	15,20	15,35	15,45	15,60	15,75	15,85	16,00	16,15
14	16,30	16,40	16,55	16,70	16,80	16,95	17,10	17,20	17,35	17,50
15	17,65	17,80	17,90	18,05	18,20	18,35	18,50	18,60	18,75	18,90
16	19,05	19,20	19,35	19,45	19,70	19,75	19,90	20,05	20,20	20,35
17	20,05	20,65	20,75	20,09	21,05	21,20	21,35	21,50	21,65	21,80
18	21,95	22,10	22,25	22,40	22,55	22,70	22,85	23,00	23,15	23,30
19	23,50	23,60	23,75	23,90	24,05	24,40	24,40	24,55	24,70	24,85
20	25,00	25,15	25,30	25,45	25,65	25,80	25,95	26,10	26,20	26,40
21	26,60	26,75	26,90	27,05	27,25	27,40	27,55	28,70	27,90	28,05
22	28,20	28,35	28,55	28,70	28,85	29,10	29,20	29,35	29,55	29,70
23	29,90	30,05	30,20	30,40	30,55	30,70	30,90	31,05	31,25	31,40
24	31,60	31,75	31,95	32,10	32,30	32,50	32,65	32,80	33,00	33,15
25	33,35	33,50	33,70	33,85	34,05	34,25	34,40	34,60	34,75	34,95

Пример: Если w=20,5 %, то w_c=25,8 %.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Атаназевич В. И. Зерносушилка А1-УЗМ. — М.: ЦНИИТЭИ Минхлебопродуктов СССР, 1986.

Атаназевич В. И., Воронцов Г. О., Ивентьева О. В. Сушка семян кукурузы. — М.: Агропромиздат, 1986.

Баум А. Е., Резчиков В. А. Сушка зерна. — М.: Колос, 1983.

Жидко В. И., Резчиков В. А., Уколов В. С. Зерносушение и зерносушилки. — М.: Колос, 1982.

Комышник Л. Д., Журавлев А. П., Ревера Н. Г. Эксплуатация рециркуляционных зерносушилок. — М.: Агропромиздат, 1986.

Малин М. И. Справочник по сушке зерна. — М.: Агропромиздат, 1987.

Петриченко В. Е. Прогрессивная технология приемки и хранения зерна. — М.: Агропромиздат, 1985.

Фукс В. А. Зерносушилка У2-УЗБ-50. — М.: ЦНИИТЭИ Мингазаг, 1983.

Юкиш А. Е., Хувес Э. С. Справочник работника элеваторной промышленности. — М.: Колос, 1983.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3
Глава I. **Основы процесса сушки зерна** 5
§ 1. Общая характеристика процесса сушки зерна 8
§ 2. Состав и свойства атмосферного воздуха 9
§ 3. Зерно как объект сушки 11
§ 4. Способы сушки зерна 17
§ 5. Особенности сушки зерна различных культур 21

Глава II. **Шахтные прямоточные зерносушилки** 25
§ 1. Устройство шахтных зерносушилок 25
§ 2. Зерносушилки типа ДСП 41
§ 3. Зерносушилки типа СЗШ 47
§ 4. Зерносушилки ЛСО-11 и М-819 50
§ 5. Передвижные зерносушилки 58
§ 6. Паровые зерносушилки 65

Глава III. **Шахтные рециркуляционные зерносушилки** 69
§ 1. Зерносушилки типа РД 69
§ 2. Зерносушилки А1-УЗМ, А1-ДСП-50, А1-УСШ 80
§ 3. Зерносушилки типа «Целинная» 92
§ 4. Реконструкция зерносушилки ДСП-32-ОТ 109
§ 5. Шахтная рециркуляционная зерносушилка с двумя контурами рециркуляции 112

Глава IV. **Камерные сушилки** 114
§ 1. Сушилки коридорного и секционного типов 115
§ 2. Сушка обрушенной кукурузы 122
§ 3. Импульсный режим сушки семенной кукурузы в початках . . 125
§ 4. Последовательная и параллельная работа камерных сушилок 130

Глава V. **Барабанные зерносушилки** 136
§ 1. Зерносушилка СЗСБ-8 137
§ 2. Передвижная барабанная зерносушилка СЗПБ-2,5 141

Глава VI. **Топки и топливное хозяйство** 142
§ 1. Топки зерносушилок 143
§ 2. Газовая топка 160
§ 3. Тепловентиляционные агрегаты 163
§ 4. Топливо для сушки зерна 165

Глава VII. **Вентиляторы зерносушилок** 170
§ 1. Вентиляторы низкого и среднего давления 172
§ 2. Вентиляторы высокого давления 176

Глава VIII. **Организация технологического процесса сушки зерна** . . 177
§ 1. Подготовка и сушка зерна 178
§ 2. Методика испытаний зерносушилок 182

Глава IX. **Эксплуатация зерносушилок** 192
§ 1. Подготовка, пуск и остановка зерносушилок 192
§ 2. Учет работы зерносушилок 195
§ 3. Организация планово-предупредительного ремонта 196
§ 4. Организация экономичной и эффективной работы зерносушилок 199

Глава X. **Охрана труда, техника безопасности и противопожарные мероприятия** 205
§ 1. Охрана труда и техника безопасности 205
§ 2. Противопожарные мероприятия 207

Приложения 210

Список рекомендуемой литературы 238

Учебное издание

Атаназевич Валентин Иванович

СУШКА ЗЕРНА

Зав. редакцией *Л. М. Богатая*
Художник *Л. Ч. Гоцлавский*
Художественный редактор *Б. К. Дормидонтов*
Технический редактор *Т. Б. Платонова*
Корректор *Н. Я. Туманова*

ИБ № 5106

Сдано в набор 13.03.89. Подписано к печати 30.08.89. Т-03785. Формат 60×88¹/₁₆. Бумага кн.-журн. импорт. Гарнитура Литературная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 14,7. Усл. кр.-отт. 14,7. Уч.-изд. л. 15,31. Изд. № 52. Тираж 14 000 экз. Заказ № 294. Цена 65 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени ВО «Агропромиздат», 107807, ГСП-6, Москва, Б-78, ул. Садовая-Спасская, 18.

Диапозитивы изготовлены в Ярославском полиграфкомбинате Госкомпечати 150014, Ярославль, ул. Свободы, 97.

Отпечатано в Московской типографии № 8 Госкомпечати 101898, Москва, Хохловский пер., 7. Тип. зак. № 1845.