

зуют на сое переоборудованную семяочистительную линию. За весь период ее эксплуатации чистота готового продукта не снижалась менее 99% при отделении во второй сорт и отходы не более 25% преимущественно неполноценных семян. По всхожести подготовленные семенные партии соответствовали нормам первого класса. Производительность линии за 1 ч чистого времени колебалась от 7 до 10 т вороха (уменьшалась при содержании в исходном материале дурнишника).

Как показали опыты и практика, в переоборудовании нуждаются также зерноочистительные машины ОС-4,5А и СМ-4, применяемые на току для очистки небольших партий семян (Бартенев, 1977, 1978, 1980).

СУШКА И ХРАНЕНИЕ СЕМЯН

На состояние получаемых при уборке семян главное влияние оказывает содержащаяся в них влага. В семенных оболочках содержится лишь 6—13% влаги от общей влаги семян. Чем ниже влажность семян, тем больше приходится на долю влаги в их оболочке (табл. 99). Это существенная особенность семян сои как объекта сушки.

99. Содержание влаги в ядре и семенной оболочке семян сои

| Влажность, % | | | Содержание влаги, % от общей влаги в семенах | |
|--------------|-------------------------------|-------------------|--|---------------------|
| семян | семян (без семенной оболочки) | семенной оболочки | в семенах (без семенной оболочки) | в семенной оболочке |
| 21,0 | 21,3 | 16,4 | 94,2 | 5,8 |
| 8,4 | 8,2 | 10,0 | 86,7 | 13,3 |

Вода в семенах сои связана в основном с гидрофильной (нежировой) частью. Поэтому в отличие от зерна пшеницы и других сельскохозяйственных культур они начинают портиться при меньшей средней влажности.

Для семян сои, как и других масличных культур, существует критическая влажность, при которой дыхание и другие физиолого-биохимические процессы в них предельно замедлены. Она обусловлена содержанием жира

и определяется по формуле, приведенной Г. Д. Павловским, С. Д. Птицыным (1972):

$$W_k = \frac{W_n(100 - A)}{100 - \frac{W_n A}{1000}} \%,$$

где W_n — влажность безопасного хранения гидрофильного комплекса, % (по данным отечественных и зарубежных исследователей, $W_n = 14\%$), A — содержание жира в абсолютно сухих семенах, %.

Комбайновый ворох сои наряду с содержанием сорных примесей, влажность которых в 2—3 раза выше влажности семян, очень неоднороден по влажности отдельных семян из-за неравномерности созревания растений в массиве. Влажные семечки являются источником очагового самосогревания даже в ворохе, общая влажность которого близка к критической.

Зарубежные исследователи считают, что зерно следует хранить при влажности на 1% ниже влажности безопасного хранения гидрофильного комплекса (Tuite, Foster, 1963). Влажность семян сои для хранения несколько ниже критической и определяется по формуле:

$$W_x = \frac{(W_k - 1)(100 - A)}{100 - \frac{(W_k - 1) \cdot A}{100}} \%.$$

Для семян сои, содержащих 20—23,5% жира (отечественные сорта), критическая влажность $W_k = 11—11,5\%$, а влажность для хранения $W_x = 10—10,5\%$.

Семена сои, как и других масличных культур, поглощают влагу в виде жидкости и в виде пара, а теряют (отдают) только в виде пара, причем до определенного уровня, который обуславливается температурой и относительной влажностью среды. Установившаяся влажность семян при определенных параметрах среды называется равновесной. Равновесная влажность семян сои в зависимости от относительной влажности среды при температуре 20°C приведена на рисунке 18. Из рисунка видно, что с увеличением относительной влажности равновесная влажность семян сои увеличивается и достигает критической при 65%. Хранить семена сои следует при относительной влажности среды ниже 60%.

При сушке и хранении учитываются и некоторые другие свойства семян сои, такие как размерная характери-

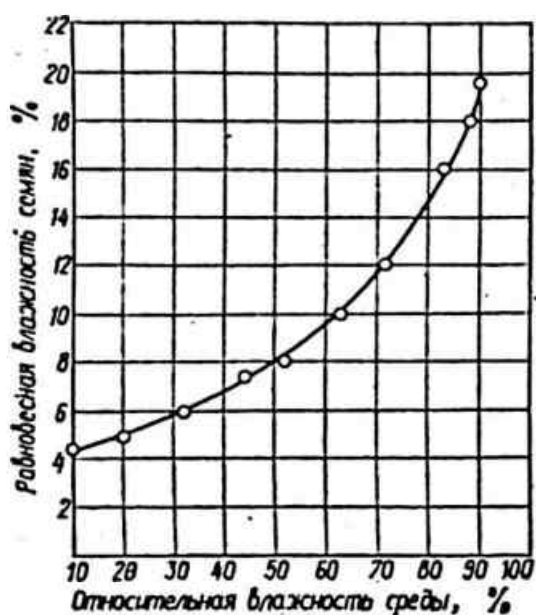


Рис. 18. Равновесная влажность семян сои в зависимости от относительной влажности среды при температуре 20°C.

ния испаряющейся влаги служит агент сушки (теплоноситель), которым может быть подогретый воздух или газоздушная смесь.

Интенсивность влагоотдачи семян сои зависит от степени их нагрева (величина нагрева связана с температурой агента сушки и продолжительностью воздействия им на семена) и скорости фильтрации потока теплоносителя через слой семян. Правильно установленные и поддерживаемые в течение определенного времени скорость фильтрации потока теплоносителя через слой семян и температура нагрева семян обеспечивают сушку их без ухудшения посевных качеств, пищевых и технических достоинств содержащегося в них масла.

По сравнению с другими масличными культурами семена сои очень чувствительны к температурным воздействиям. Более влажные семена снижают свои качества при более низкой температуре нагрева. Опыт возделывания сои показывает, что в неблагоприятные годы ее убирают при влажности до 22%. Во ВНИИМК установлены оптимальные скорость потока (фильтрации) теплоносителя через слой и предельно допустимая температура нагрева семян (Жулид, Комаровцев, 1974).

стика, фракционные, парусные и другие свойства. По данным ВНИИМК, семена с влажностью 10—22% имеют длину 5,6—10 мм, ширину 4,6—8 мм, толщину 3,6—6,5 мм, угол естественного откоса 24—34°, коэффициент трения по стали 0,23—0,56, скважность 38—46%, критическую скорость 9,4—16,5 м/с, массу 1 м³ 675—770 кг.

Процесс сушки семян сои обусловлен двумя факторами — нагревом и удалением испаряющейся с их поверхности (под воздействием нагрева) влаги. Источником нагрева и средством удале-

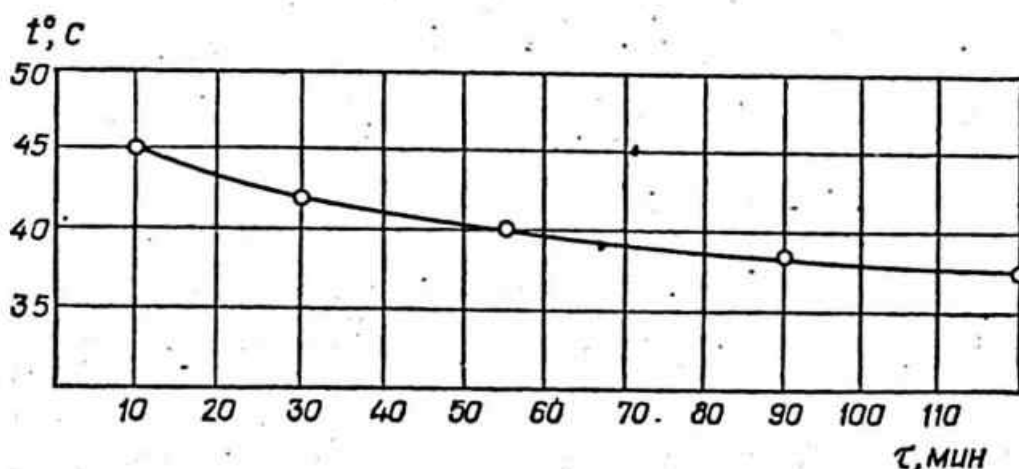


Рис. 19. Предельно допустимая температура нагрева семян сои влажностью 21,5% при сушке.

Оптимальная скорость фильтрации для семян сои с влажностью 21,5% составляет 0,5 м/с, а предельно допустимая температура нагрева семян при сушке продолжительностью до 120 мин приведена на рисунке 19.

Для семян сои с начальной влажностью 16—22% предельно допустимая температура нагрева при продолжительности воздействия 10—320 мин может определяться по формуле, приведенной С. Д. Птицыным (1962):

$$t_n^c = \frac{22350}{0,238 c (100 - W) + W} + B - 10 \lg \tau,$$

где W — средняя влажность, %; c — теплоемкость абсолютно сухих семян, кДж; τ — продолжительность нагрева, мин; B — постоянная, учитывающая особенности семян культуры.

Средняя влажность находится по выражению:

$$W = \frac{W_n + W_k}{2} \%,$$

где W_n — начальная влажность семян, %; W_k — критическая влажность семян, %.

Теплоемкость абсолютно сухих семян подсчитывают по формуле, предложенной Ф. Г. Гоголевым (1934):

$$C = \frac{(C_m M + C_b B + C_k K + C_y Y)}{100} \text{ кДж},$$

где C_m, C_b, C_k и C_y — теплоемкость масла, белка, клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ, кДж; M, B, K, Y — содержание масла, белка, клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ, %.

Для семян сои, по экспериментальным данным, постоянная $B=8$, а теплоемкость $c=1,601-1,647$ кДж.

В связи с несовершенством приборов контроля температуры, а также методов ее определения устанавливаемая температура нагрева семян при сушке должна быть на 5° ниже предельно допустимой.

Для сушки семян сои целесообразно применять сушилки напольного типа (лотковые) и отделения вентилируемых бункеров ОБВ-50 и ОБВ-100 с воздухонагревателями ВПТ-600 (ТАУ-0,75). При этом необходимо строго соблюдать режимы сушки, приведенные в таблице 100.

Главным рабочим органом лотковой сушилки (рис. 20) является сушильный лоток, состоящий из открытой камеры и подводящего канала, расположенного под ней. По данным исследований ВНИИМК, для сушки семян сои высота камеры должна быть 0,5 м, ширина — 2,5 м, а при использовании воздухонагревателя ВПТ-600 длина — 15 м (Жулид, 1974).

Основание (днище) сушильной камеры изготовлено из досок: нижних шириной 250, толщиной 25 мм и верхних шириной 130, толщиной 20 мм, уложенных поочередно так, что верхние перекрывают нижние на 25 мм в сторону, а по вертикали между ними образуется щель (5—6 мм) за счет реек длиной 130 мм, шириной 50, толщиной 5—6 мм, прибитых снизу к каждой верхней доске. Расстояние между рейками 150, а от торца доски до рейки 70 мм. Длина нижней доски 2100 мм, а верхней на 50 мм больше.

Поскольку соя — пищевая культура, для сушки ее семян используется воздухоподогреватель, имеющий теплообменник, позволяющий подогревать воздух, не смешивая его с продуктами сгорания топлива.

Для применения на сушке семян сои вентилируемых бункеров БВ-12,5, БВ-25 и К-878 (производства ГДР) в отдельные их устройства вносят изменения. Наружное ограничительное кольцо приемного устройства бункеров БВ-12,5 и БВ-25 наращивают на 300 мм постановкой дополнительного кольца, чем предотвращается разбрасывание семян за пределы бункера. Кольцо готовят из листовой стали толщиной 1,2 мм и прикрепляют его к заводскому в 4—5 местах.

Вентилируемые бункера К-878 не имеют приемных устройств. На конце их центральной трубы устанавливают приемное устройство, состоящее из трех кронштейнов-угольников из полосовой стали 20×4 мм (угольники приваривают к конусу через 120°) и наружного ограничи-

100. Режимы сушки семян сои

| Сушильные устройства | Начальная влажность, % | Работа устройства сушилки | Число перемещений в свободный бункер (число подач наружного воздуха до выгрузки) | Толщина слоя семян, м | Скорость потока (фильтрации через слой), м/с | Предельная температура, °С | | | | | | | | |
|--|-------------------------|---|--|-----------------------|--|----------------------------|----------------|-------------------------|-------------------|-------------|----------------------|-------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | теплоносителя | нагрева семян | | | | | | | |
| ОБВ-100 с воздухоподогревателем ВПТ-600 (ТАУ-0,75) | 16—18 20—22 24—26 | Перемещение в другой бункер через, часов: | 1 2 3 | 1,15 1,15 1,15 | 0,2—0,3 0,2—0,3 0,2—0,3 | 37 35 30 | 37 35 30 | | | | | | | |
| | | | | | | | | 16—18 20—22 24—26 | — 4,0 3,0 | — 1 2 | 0,61 0,61 0,61 | 0,4—0,5 0,4—0,5 0,4—0,5 | 37 35 30 | 37 35 30 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | 16—18 20—22 24—26 | 3,5 3,0 2,5 | 1 2 3 | 0,50 0,45 0,40 | 0,4—0,6 0,4—0,6 0,4—0,6 | 37 35 30 | 37 35 30 | | | | | | | |
| | | | | | | | | 16—18 20—22 24—26 | 3,5 3,0 2,5 | 1 2 3 | 0,50 0,45 0,40 | 0,4—0,6 0,4—0,6 0,4—0,6 | 37 35 30 | 37 35 30 |

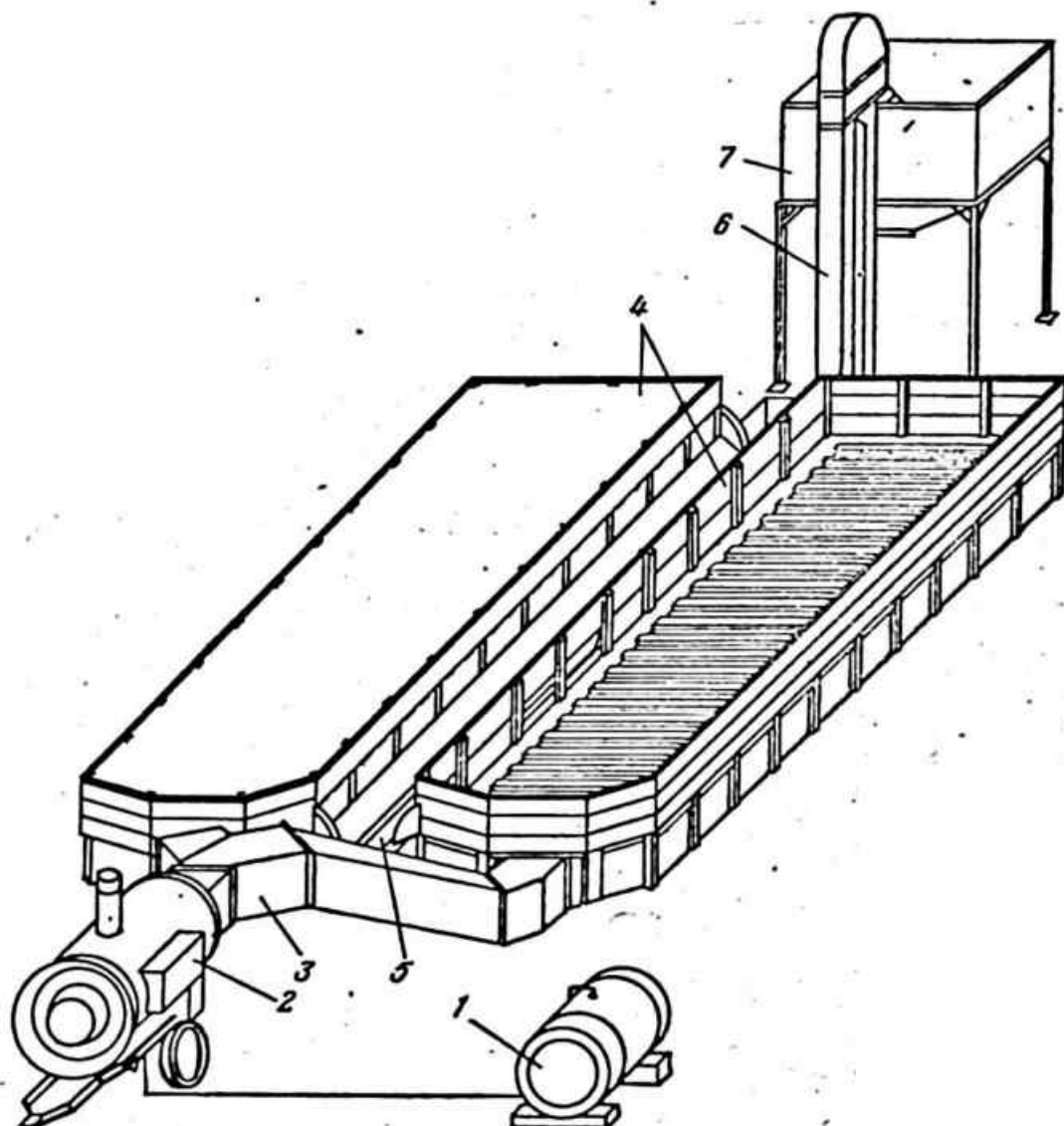


Рис. 20. Лотковая сушилка:

2 — воздухоподогреватель; 3 — воздуховод; 4 — лотки левый и правый с семенами сои; 5 — горизонтальный ленточный транспортер; 6 — нория; 7 — разгрузочный бункер.

тельного кольца диаметром 850 мм, высотой 400 мм, изготовленного из листовой стали толщиной 1,2 мм. Кольцо прикрепляют болтами к вертикальным полкам кронштейнов.

Разгрузочное отверстие в конусе бункеров увеличивают до 170 (200) мм в целях предотвращения сводообразования при выгрузке семян. Для этого конус урезают так, чтобы внутренний диаметр в месте среза был 170 (200) мм. К нему приваривают корпус вновь изготовленного шибера (рис. 21).

Для подогрева наружного воздуха до температуры, указанной в таблице 100, вентилируемые бункера дооборудуют вместо вентиляторов с электрокалориферами воздухоподогревателями ВПТ-600 (ТАУ-0,75). Лучше применять один воздухоподогреватель на два бункера, снабдив их одним воздухопроводом сечением 600×600 мм, изготовленным из листовой стали толщиной 1,0—1,5 мм и имеющим распределительную заслонку для подачи подогретого воздуха то в один, то в другой бункер.

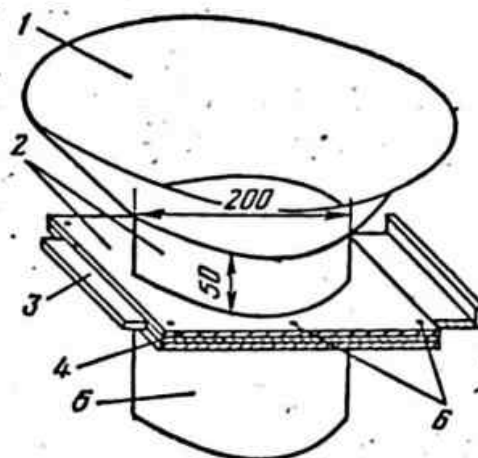


Рис. 21. Разгрузочный шибер: 1 — конус бункера; 2 — корпус шибера; 3 — заслонка; 4 — прокладка; 5 — зернопровод разгрузочный; 6 — болты крепления.

Перед сушкой семян за 2 ч до ее начала из поступающего вороха отбирают пробы, которые сразу анализируют на чистоту и влажность вороха в целом, а также на содержание в нем семян и сорных примесей. По данным анализов по таблице 100 выбирают и назначают параметры режима сушки. Наряду с этим проводят проверку состояния и окончательную регулировку контрольных приборов, загрузочных устройств и рабочих органов лотковой сушилки, воздухоподогревателей и вентилируемых бункеров, а также подготавливают их к приему семян. Устанавливают места отбора проб семян для контроля за ходом сушки. После этого камеры (бункера) загружают семенами.

Процесс сушки семян сои на лотковой сушилке заключается в следующем. Ворох, поступающий от комбайнов, засыпается в одну из камер слоем 0,4 м. После заполнения камеры формируется верхняя часть насыпи. У боковых стенок на насыпи делается уклон на глубину 5—7 см под углом 30°. После формирования насыпи включается вентилятор воздухоподогревателя, и в течение 30 мин слой семян продувается наружным воздухом. Затем включают топку и в насыпь в течение 2,5—3,5 ч подают воздух, подогретый до требуемой температуры. Семена охлаждают 5—10 мин (при относительной влажности наружного воздуха ниже 40% — 20—30 мин) и опять сушат 2,5—3,5 ч при заданной температуре теплоносителя. Если семена не достигают нужной влажности,

то после охлаждения наружным воздухом их продолжают сушить еще в течение 2,5—3,5 ч. Просушенные семена окончательно охлаждаются наружным воздухом. Одновременно с сушкой в одной камере загружают другую. После окончания сушки в первой камере воздухоподогреватель переключают на вторую. Первую камеру разгружают от сухого материала, очищают щели основания от семян сои и загружают сырым ворохом.

Контроль за ходом сушки семян в камере ведут по относительной влажности отработанного (выходящего из насыпи семян) агента сушки. Как только относительная влажность его снижается до 40%, что соответствует 13%-ной влажности семян сои в верхнем слое, подачу подогретого воздуха прекращают и семена охлаждают наружным воздухом. Лотковая сушилка обеспечивает сушку до 40 т семян сои в сутки с 16—18 до 11—12% влажности.

Процесс сушки предварительно очищенных семян сои в бункерах отделений ОБВ-100 и ОБВ-50 проходит следующим образом. Из завальной ямы комбайновый ворох приемной норией поднимается вверх и через распределители по зернопроводам направляется в приемное устройство первого бункера, а после его заполнения в третий бункер. Второй и четвертый бункера не заполняются.

По окончании заполнения бункера включается разгрузочная нория и происходит перемещение семян в течение 3—5 мин из нижнего яруса бункера в верхний с целью устранения уплотненных зон и создания условий для равномерной фильтрации воздуха через слой семян. После этого ставят клапан-распределитель воздухопроводов на подачу теплоносителя в заполненный бункер и включается воздухоподогреватель, а также устанавливаются в соответствии с таблицей 100 параметры режима сушки. Затем подачу теплоносителя прекращают, а семена перемещают (перекачивают) в свободный бункер, в котором продолжают сушить до влажности 10—10,5%.

Контроль за ходом сушки ведут по относительной влажности отработанного теплоносителя, выходящего из щелей наружного цилиндра бункера. При относительной влажности его 55—60% средняя влажность семян сои составляет 12—13%. В ходе сушки через каждый час контролируется и поддерживается на заданном уровне температура теплоносителя на входе в бункер.

Показатели сушки семян сои при указанных в таблице 100 режимах в бункерах активного вентилирования и на лотковой сушилке приведены в таблице 101, из которой следует, что в вентилируемых бункерах и на лотковой сушилке при строгом соблюдении режимов можно

101. Показатели сушки семян сои

| Хозяйство | Сушильное устройство | Пропускная способность, т/ч | Влажность | | Всхожесть | | Кислотность масла в семенах, мг КОН | |
|---------------------------------------|---|-----------------------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-------------------------------------|-------------|
| | | | % | | | | до сушки | после сушки |
| | | | до сушки | после сушки | до сушки | после сушки | | |
| ОСХ «Березанское» Краснодарского края | Агрегат из 4 вентилируемых бункеров К-878 | 1,9 | 24,9 | 12,5 | 96 | 96 | 0,58 | 0,60 |
| Совхоз «Ладжский» Краснодарского края | Лотковая сушилка | 1,4 | 17,3 | 10,2 | 98 | 98 | — | — |
| То же | Бункер БВ-12,5 отделение ОБВ-50 | 1,0 | 25,2 | 12,2 | 89 | 92 | 0,51 | 0,56 |

просушивать семена сои до безопасной в хранении влажности при сохранении посевных качеств семян и незначительном росте кислотного числа содержащегося в них масла.