

Следовательно, годовые затраты труда на техническое обслуживание и ремонт холодильной установки УЗМ-8 составляют 267,3 чел.-ч.

Это позволяет своевременно обеспечить нормативами службы, занимающиеся техническим обслуживанием и ремонтной животноводческой техники.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Организация инженерно-технической службы в молочном животноводстве. / В.И. Порфириук, В.В. Регуш, Л.И. Ковалев и др. – Л., НИПТИМЭСХ НЗ, 1986 – 84 с.
2. Ковалёв, Л.И. Основы организации технического сервиса машин и оборудования животноводческих ферм и комплексов / Л.И. Ковалёв. – Минск // БГАТУ, 2011. – 136 с.
3. Ковалёв Л.И. Как поднять доходность сельскохозяйственного предприятия // Экономика. Финансы. Управление. 2010. - № 8, – с. 41-44.
4. Ковалёв Л.И. Методические указания по применению единицы сложности для планирования затрат на техническое обслуживание и ремонт машин в животноводстве. – Минск: ВНИИТИМЖ, 1986 – 104 с.
5. Система планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания машин и оборудования животноводства (система ППРТОЖ). - М.: 1988. – 144 с.
6. Ковалев, Л. Роль усовершенствованной системы нормативов на техническое обслуживание и ремонт машин, оборудования в условиях интенсификации молочного скотоводства / Л. Ковалев, И. Ковалев // Нормирование и оплата труда в сельском хозяйстве: науч.-практич. журнал. – М.: Сельхозиздат. – 2012. – №3. – С. 9-17 .

УДК 631.365.22

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗЕРНОСУШИЛКИ М-819

*В.Е. Михайловский – студент 2 курса БГАТУ*

*Научный руководитель – к.э.н., доцент Е.И. Михайловский*

Сушка является наиболее надежным способом долгосрочного консервирования сельскохозяйственных продуктов. В тоже время

это один из наиболее энергоресурсоемких процессов механизации сельскохозяйственного производства. Подсчитано, что на сушку зерна приходится 35% расхода топлива, 24% расхода металла и 8,9% трудозатрат при его производстве в Республике Беларусь. Это, примерно, в 1,3–1,5 раза выше, чем потребление ресурсов на тех же процессах в схожих по природно-климатическим условиям странах Западной Европы.

Такие высокие затраты ресурсов на завершающей стадии производства зерна являются следствием технологического несовершенства и физической изношенности применяемого оборудования. В последние годы оно в стране практически не менялось, средний срок службы комплексов для очистки и сушки зерна в сельскохозяйственных организациях превысил 15 лет. Наиболее интенсивной изношенности подверглись зерно-проводящие элементы и теплогенерирующие устройства (топки) зерносушилок. Это является главной причиной, по которой страна, из-за возникающих задержек с уборкой, ежегодно теряет до 1,5 млн. тонн зерна.

Замена изношенного оборудования потребует крупных единовременных затрат. Поэтому, наряду с капитальной заменой отработавших свой ресурс зерносушилок и строительством новых зерноочистительно-сушильных комплексов, важно проводить и реконструкцию существующего зерносушильного хозяйства.

К такому сушильному оборудованию, требующему реконструкции относится зерносушилка польского производства М-819, производительностью 20 т/ч. Данный тип зерносушилок начал поставляться в нашу страну более 25 лет назад, и их парк в настоящее время насчитывает свыше 1100 единиц.

Начиная с 1979 г., в республику было поставлено примерно 1600 зерносушилок М-819 польской фирмы «Рофама». Машины оказались настолько удачными и приспособленными к условиям Беларуси, что их популярность не снижается и сегодня. Прошло уже более 25 лет (два амортизационных срока), а 1100 сушилок М-819 продолжают сушить зерно, и доля их учаetия в ежегодной уборке занимает 35–39% от валового сбора. В расчете на одну машину средняя наработка составляет 2275 тонн, тогда как ближайшие по классу зерносушилки СЗШ-16 и зерноочистительно-сушильные комплексы на их основе обеспечивают только 1780 т.

Большим достоинством зерносушилки М-819 является и то, что, несмотря на столь продолжительный срок эксплуатации, её технологические параметры остаются практически неизменными, особенно параметры, определяющие качество сушки: неравномерность сушки ( $\pm 1,8\%$ ), механические и тепловые повреждения зерна (в среднем  $0,16\%$ ). В связи с этим сушилки М-819 получили большое распространение в семеноводческих хозяйствах. Они безопасны и удобны в эксплуатации.

И всё же срок эксплуатации не беспределен. В последнее время резко обозначились признаки механического и коррозионного износа, особенно ржавление ответственных рабочих органов. Есть опасность, что этот процесс может принять аварийные формы из-за недостатка запчастей и отсутствия должного профессионального ремонта и обслуживания. Ускоренный выход из строя более 30% наличного потенциала сушки может поставить под угрозу судьбу урожая и продовольственную безопасность страны. Необходимо продолжить работы по поддержанию работоспособности и продлению срока службы имеющихся в хозяйствах зерносушилок.

В результате выборочного контроля семи комплексов с сушилками М-819 были выявлены узлы и агрегаты, подвергшиеся на сегодняшний день наибольшему износу. К ним отнесены:

- топочный агрегат – прогорание камеры сгорания, сильный коррозионный износ нижней части теплообменника;
- нория – коррозионное разрушение башмака, деформация и отрыв ковшей, износ и разрывы ленты, разрушение редуктора привода, подшипниковых опор;
- грейфер (разравниватель зерна) – износ цепи и звездочек, заклинивание механизма регулирования натяжения транспортера, отрыв планок транспортера, заклинивание подшипниковых опор;
- выпускной механизм (лотки) – коррозионный износ и разваливание лотков, износ подшипников в подвесках лотков, заклинивание устройства регулирования производительностью выпуска;
- выгрузной шнек – износ вала и витков, разрушение подшипниковых опор вала, коррозия принимающих и отводящего окон, разрушение привода шнека;
- система аспирации – забивание пылеотделителей и мультициклонов, коррозия внешняя, заклинивание механизмов управления заслонками вентиляторов;

– электрооборудование – разводка силовой сети, контрольно-измерительное оборудование, сигнализация, ящики и шкафы управления.

Общим для всех сушилок является повсеместное повреждение лакокрасочного покрытия, что привело к очаговым повреждениям корпуса сушилки. Тем не менее, корпусные детали находятся в удовлетворительном состоянии, благодаря изначально высокой (3 мм) толщине их стенок. Опоры и рамные конструкции также не вызывают проблем. В удовлетворительном состоянии находятся корпусные и опорные детали вентиляторов. Полной замене подлежит элементная база электрооборудования, приборы, сигнализация.

В целом изложенное позволяет заключить, что техническое восстановление зерносушилок М-819 возможно, и объемы восстановления не превысят 30–35% изначальной балансовой стоимости машины. Совместно с проведением мероприятий по восстановлению работоспособности М-819 целесообразно проработать возможность повышения их производительности и эффективности. Приведенный анализ показывает, что это возможно.

Резервы этого направления видятся в следующем:

1. Повышение емкости сушильной камеры за счет включения в зону сушки охладителя зерна с выносом его функций в отдельный автономный бункер-охладитель.

2. Переоснащение (дооснащение до нормы) реконструированной сушилки современными топочными агрегатами тепловой мощностью до 3,2 МВт и вентиляторами производительностью до 30 тыс. м/ч.

3. Обязательное выполнение предварительной очистки зерна перед сушкой.

Самым весомым способом повышения производительности зерносушилок является увеличения параметров (зоны сушки) за счет использования имеющихся резервов в их конструкции. В качестве одного из таковых в реконструированной сушилке М-819 будет осуществлен перевод в зону сушки охладителя зерна с выносом его функции в автономный бункер-охладитель. Такой способ часто используют зарубежные фирмы (PetkusWutai Riela, Германия; Lau, Франция; Araj, Польша и др.). Отличие состоит в том, что эти фирмы оснащают свои сушилки устройствами для частичного переключения на сушку емкостей охладителя в самой сушилке.

Полный перенос охладителя в автономное устройство будет более эффективным, так как в этом случае появляется дополнительная возможность более продолжительной отлежки нагретого зерна после сушки. Это способствует равномерному распределению влаги в зернах, т.е. повышает качество сушки и увеличивает производительность.

Сушилка М-819 состоит из 28 одинаковых секций, заполненных коробами, в том числе 8 из них отведены для охладителя. Секции имеют абсолютно одинаковое устройство и размеры, что упрощает проведение реконструкции (емкость одной секции 1,71 м<sup>3</sup>).

По данным испытаний [1], тепловая мощность теплогенератора сушилки составляет:  $N_T = 2,1$  МВт, а расход отработавшего теплоносителя (с остаточной температурой  $t = 34^\circ\text{C}$ ) –  $L = 78133$  м<sup>3</sup>/ч и зерновая вместимость зоны сушки – 34,2 м<sup>3</sup>. Эти параметры обеспечивают М-819 расчетную производительность 20 пл. т/ч.

Если исходить из того, что удельные значения (в расчете на одну плановую тонну производительности) указанных параметров сохранить неизменными, то количество тепла, приходящегося на одну сушильную секцию, должно составить [2]

$$2,1 : 20 = 0,105 \text{ МВт}, \quad (1)$$

а количество теплоносителя

$$78133 : 20 = 3907 \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (2)$$

При реконструкции в сушку добавляется восемь секций. Следовательно, энергообеспечение реконструируемой сушилки должно увеличиться до

$$N_T = 2,1 + 0,105 \cdot 8 = 2,94 \text{ МВт}, \quad (3)$$

а расход теплоносителя – до

$$L = 78133 + 3907 \cdot 8 = 109389 \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (4)$$

Т. е. в среднем каждый из четырех вентиляторов сушилки должен вытягивать

$$109389 : 4 = 27347 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (5)$$

отработавшего теплоносителя, что на 14% больше их номинальных значений (24000 м<sup>3</sup>/ч).

Введение в зону сушки дополнительно восьми секций увеличивает ее емкость до

$$V_z = (20+8) \cdot 1,71 = 48 \text{ м}^3. \quad (6)$$

Следовательно, при таких параметрах  $N_T$ ,  $L$  и  $V_z$  можно рассчитывать на производительность реконструированной М-819

$$Q = -1,9156 + 0,0070 N_T + 2,5235 \cdot 10^{-5} L + 0,2245 V_z = -1,9156 + 0,0070 \cdot 2940 + 2,5235 \cdot 10^{-5} \cdot 109389 + 0,2245 \cdot 48 = 32 \text{ пл. т/ч.} \quad (7)$$

Т.е. полная реконструкция с повышением емкости сушки, расхода теплоносителя и тепловой мощности теплогенератора (в среднем на 40%) позволит повысить производительность на сушке пшеницы при снижении влажности с 20 до 14 % – 32 т/ч, т.е. в 1,6 раза больше, чем собственно М-819. Кроме того, автономный охладитель добавит еще не менее 0,2 пл. т/ч.

Если М-819 в среднем на одну пл. т/ч производительности затрачивает:

- тепла  $2100 : 20 = 105 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ ;
  - теплоносителя  $78133 : 20 = 3907 \text{ м}^3$ ;
- то реконструируемая потребует:
- тепла  $2940 : 32 = 91,88 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ ;
  - теплоносителя  $109389 : 32 = 3418 \text{ м}^3$ .

Следовательно, наряду с повышением производительности, реконструкция позволяет уменьшить расход ресурсов сушки в среднем на 14%.

Полная реконструкция потребует немалых средств (не менее 30% балансовой стоимости М-819). Поэтому для практической реализации будет приемлем более удобный вариант, когда, например, механизмы и их параметры восстанавливаются до изначальных, т.е. остаются прежними, как и в М-819, а изменяться будет только емкость сушильной камеры – с  $34,2 \text{ м}^3$  до  $48 \text{ м}^3$ . Такое изменение малозатратно и может быть выполнено оперативно.

В этом случае ожидаемая расчетная производительность восстановленной М-819 будет

$$Q = -1,9156 + 0,0070 \cdot 2100 + 2,5235 \cdot 10^{-5} \cdot 78133 + 0,2245 \cdot 48 = 25,5 \text{ пл.т/ч.} \quad (8)$$

При этом на одну пл. т/ч производительности будет потрачено:

- тепла  $2100 : 25,5 = 82,3 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ ;

– теплоносителя  $78133 : 25,5 = 3064 \text{ м}^3$ .

Т. е. этот вариант наиболее экономичен в расходовании ресурсов сушки. Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Из таблицы видно, что наиболее эффективное использование ресурсов ожидается во 2-м варианте, т.е. в том случае, когда зона сушки увеличивается за счет охладителя, а остальные параметры (тепловая мощность, подача нагретого воздуха) остаются неизменными. За счет увеличения зоны сушки ожидаемая производительность повысится в 1,3 раза, а расходы тепла и воздуха во столько же раз понизятся. В то же время, при полной (естественно, более дорогой) реконструкции производительность можно было бы повысить в 1,6 раза, а расход ресурсов понизить в 1,14 раза.

Таблица 1

Варианты реализации направлений повышения  
производительности зерносушилки М-819

Параметры	Варианты			
	До реконструкции	1 – простое восстановление	2 – охладитель переключен на сушку	3 – охладитель переключен на сушку и полная реконструкция
Производительность, т/ч	20	20	25,5	32
Тепловая мощность, МВт	2,1	2,1	2,1	2,94
Подача нагретого воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$	78130	78130	78130	109390
Емкость сушильной камеры, $\text{м}^3$	34,2	34,2	48	48
Удельные расходы:				
– тепла, кВт/пл.т	105	105	82,8	92,2
– нагретого воздуха, $\text{м}^3/\text{пл.т}$	3907	3907	3064	3418

1. Зерносушилка М-819 содержит весомые резервы как в повышении производительности, потреблении энергоресурсов, так и в прочности конструкции. Поэтому восстановление и реконструкция сушилки возможны и целесообразны.

2. Работы по восстановлению работоспособности сушилки должны осуществляться по следующим направлениям:

- простое восстановление.

– восстановление (ремонт) агрегатов с доведением параметров до первоначальных и включением емкости охладителя на сушку с передачей функции охладителя в автономный бункер;

– полная реконструкция, включающая замену основных узлов и агрегатов (сушильной колонны, теплогенератора, вентиляторов нории, электрооборудования) и переключение емкости охладителя на сушку с переносом функции охлаждения в автономный бункер-охладитель;

3. Наиболее приемлемым вариантом повышения производительности зерносушилки, с учетом эффективного использования ресурсов, является вариант, когда зона сушки увеличивается за счет охладителя, а остальные параметры (тепловая мощность и подача нагретого воздуха) остаются неизменными, как наиболее доступный и менее затратный.

4. С целью повышения эффективности сушки, дополнительно к мерам по восстановлению и реконструкции М-819, следует сушить зерно, поступающее от комбайнов, только предварительно очищенным.

5. Реконструируемые зерносушилки должны оснащаться наиболее эффективным периферийным оборудованием (приемно-подающим, нориями, машинами предварительной и первичной очистки, бункерами-накопителями-охладителями, современными хранилищами зерна) с целью превращения их в эффективные зерноочистительно-сушильные комплексы производительностью до 30 пл. тонн/час.

Результаты исследований внедрены на ООО «Амкадор-Можа», г. Крупки (Акт внедрения, утвержденный 28.02.2012 г.). Годовой экономический эффект составил 50 млн. рублей).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Протокол №7-81-80 государственных испытаний зерновой шахтной сушилки М-819. – Западная МИС, 1980.

2. Малин, Н.И. Справочник по сушке зерна/ Н.И. Малин.– М.:Агропромиздат, 1986.