

ВОССТАНОВЛЕНИЕ С МОДЕРНИЗАЦИЕЙ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНО-СУШИЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ С СУШИЛКАМИ М-819 — ВАЖНЫЙ ФАКТОР ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ РЕСПУБЛИКИ

И.Н. Шило, д.т.н., профессор, Е.И. Михайловский, к.э.н., доцент
Белорусский государственный аграрный технический университет (г. Минск),
А.В. Ленский, к.э.н., в.н.с.

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» (г. Минск)

Сушка является наиболее надежным способом долгосрочного консервирования сельскохозяйственных продуктов. В то же время это один из наиболее энергоресурсоемких процессов в сельскохозяйственном производстве. Так, на сушку зерна приходится около 30–40% расхода топлива, 15–20% расхода металла и около 10% трудозатрат при его производстве в республике. 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 при послеуборочной обработке зерна являются следствием технологического несовершенства и физической изношенности применяемых машин и оборудования. Средний срок службы значительной части комплексов для очистки и сушки зерна в сельскохозяйственных предприятиях превысил 15 лет. Из-за этих причин в хозяйствах увеличиваются сроки уборки урожая, и республика ежегодно теряет 0,5–1,0 млн. т зерна.

Замена изношенного оборудования требует крупных единовременных затрат. Поэтому, наряду с заменой отработавших свой ресурс зерносушилок путем строительства новых зерноочистительно-сушильных комплексов, важно проводить полное восстановление и модернизацию существующих комплексов с переводом их на работу с использованием местных возобновляемых источников энергии.

К такому сушильному оборудованию, требующему незамедлительного полного восстановления и модернизации, относятся зерносушилки польского производства М-819 производительностью 20 т/ч. Эти зерносушилки начали поставляться в нашу страну более 25 лет назад и их парк в настоящее время насчитывает 1286 ед., в т.ч. в Брестской области — 116, Витебской — 292, Гомельской — 115, Гродненской — 250, Минской — 274, Могилевской — 231 ед.

Резервы продления срока эксплуатации зерносушилки. В свое время, начиная с 1979 г., в республику было поставлено примерно 1600 зерносушилок М-819 польской фирмы «Рофама». Машины оказались удачными и приспособленными к условиям Беларуси. Прошло уже более 25 лет (т.е. два амортизационных срока), а 1286 сушилок М-819 продолжают сушить зерно и доля их участия в ежегодной уборке занимает 35–39% от валового сбора. В расчете на одну машину средняя наработка составляет около 2275 т, 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, ее технологические параметры остаются практически неизменными, особенно параметры, определяющие качество сушки: неравномерность сушки (+1,8; -1,8%), механические и тепловые повреждения зерна (в среднем 0,16%).

И все же срок эксплуатации не беспределен. В последнее время резко обозначились признаки механического и коррозионного износа. Этот процесс усугубляется из-за недостатка запчастей и отсутствия должного профессионального ремонта и обслуживания. Ускоренный выход из строя более 30% наличного потенциала зерносушилок может существенно сказаться на объемах и качестве собранного урожая. Поэтому необходимо обеспечить эффективные меры по поддержанию работоспособности и продлению срока службы имеющихся в распоряжении республики зерносушилок.

В результате выборочного обследования технического состояния зерноочистительно-сушильных комплексов с сушилками М-819 были выявлены машины и оборудование, подвергшиеся на сегодняшний день наибольшему износу:

- 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 зерносушилок является повсеместное повреждение лакокрасочного покрытия, что привело к очаговым повреждениям корпуса. Тем не менее, корпусные детали находятся в удовлетворительном состоянии (благодаря толщине их стенок в 3 мм). 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.

Результаты обследования позволяют сделать вывод, 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 сушилок целесообразно проработать возможность повышения эффективности их работы.

Резервы этого направления следующие:

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) восстановленной зерносушилки М-819 современным универсальным воздухонагревателем отечественного производства с тепловой мощностью до 2,0 МВт (использующим в качестве топлива дрова, газ, дизельное топливо) и вентиляторами производительностью до 30 тыс. м³/ч.

3. Переоснащение восстановленной зерносушилки М-819 топками ВНС-1,5 отечественного производства, использующими в качестве топлива солому.

Повышение производительности зерносушилки путем включения в зону сушки охладителя зерна с выносом его функции в автономный бункер-охладитель. Самым весомым способом повышения производительности зерносушилок является увеличение параметров (зоны сушки) за счет использования имеющихся резервов в их конструкции. В качестве одного из таковых в зерносушилке М-819 должен быть перевод в зону сушки зоны охладителя зерна с выносом его функции в автономный бункер-охладитель. Такой способ часто используют зарубежные фирмы «Petkus Wuta» и «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.

Зерносушилка М-819 состоит из 28 одинаковых секций, заполненных коробами, в том числе восемь из них отведены для охладителя. Секции имеют абсолютно одинаковое устройство и размеры, что упрощает проведение реконструкции (емкость одной секции 1,71 м³).

Результаты проведенных расчетов вариантов повышения производительности зерносушилки М-819 приведены в таблице 1. 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 снизить в 1,14 раза.

Реконструкция зерносушилки с использованием универсального воздухонагревателя и другого периферийного оборудования. Промышленность республики в настоящее время имеет возможность поставить сельскому хозяйству универсальный воздухонагреватель,

Таблица 1 — Варианты повышения производительности зерносушилки М-819

Параметры	В а р и а н т ы			
	Контроль	1	2	3
Вносимые изменения	до реконструкции	простое восстановление	охладитель переключен на сушку	охладитель переключен на сушку и полная реконструкция
Производительность, т/ч	20,0	20,0	25,5	32,0
Тепловая мощность, МВт	2,10	2,10	2,10	2,94
Подача нагретого воздуха, м ³ /ч	78130	78130	78130	109390
Емкость сушильной камеры, м ³	34,2	34,2	48,0	48,0
Удельные расходы:				
– тепла, кВт/пл. т	105,0	105,0	82,8	92,2
– нагретого воздуха, м ³ /пл. т	3907	3907	3064	3418

работающий как на жидком топливе или газе, так и на местном твердом. Параметры воздухонагревателей, наиболее подходящих для замены изношенных в зерносушилке М-819, приведены в таблице 2.

Для целей рекомендуемого способа реконструкции наиболее приемлемым будет универсальный воздухонагреватель ВУ-Т (Ж, Г)-2,0 с тепловой мощностью от 1,5 до 2,0 МВт, работающий на дровах, газе или жидком топливе. Предпочтение в использовании той или иной модификации воздухонагревателя должно исходить от потребителя в зависимости от наличия указанных видов топлива.

Таблица 2 — Параметры современных воздухонагревателей отечественного производства

Параметры	ВУ-Т-1,5	ВУ-Т(Ж, Г)-2,0	АТ-2,0
Изготовитель	ООО «Амкадор-Можа», ОАО «Мозырьсельмаш»	ООО «Амкадор-Можа», ОАО «Мозырьсельмаш»	ОАО «Брестсельмаш»
Тип	топка с теплообменником		
Рабочее положение	горизонтальное	горизонтальное	горизонтальное
Вид топлива	твердое (дрова)	жидкое, газ	жидкое, газ
Расход топлива, кг/ч	до 500	до 200	до 230
Продуцируемый интервал температур нагретого воздуха, °С	до 120	до 120	до 120
Теплопроизводительность, МВт	до 1,5	до 2,0	до 2,0
Объемная подача нагретого воздуха, м ³ /ч	до 65000	до 65000	до 54000
Установленная электрическая мощность, кВт	61,0	62,5	60,0
Масса, кг не более	14720	14960	5000
Габаритные размеры, мм:			
длина	10200	10200	8200
ширина	3240	3240	2400
высота	2650	2650	2400

Снижение затрат топлива и электрической энергии зерносушилки за счет повышения эффективности предварительной очистки зернового вороха. Эффективность применения предварительной очистки определяется при прочих равных условиях тем, насколько полно из зернового вороха удалены примеси и каким образом этот процесс оказывает влияние на сушку.

Вначале определим, какое количество топлива расходуется при сушке зернового вороха на примеси, входящие в его состав. Для этого воспользуемся данными испытаний зерносушилок и градацией характеристик зернового вороха, поступающего на сушку с поля от комбайнов (по многолетним данным), приведенным в таблице 3.

Необходимо отметить, что, чем суше зерновой ворох, тем меньше в нем примесей и меньше их влажность. Поэтому наибольший эффект от предварительной очистки следует ожидать при доработке сырого вороха. Расчеты проводились на примере, касающемся доработки именно такого материала.

Таблица 3 — Обобщенные характеристики зернового вороха

Характеристики	Средние значения, распределенные по градациям влажности зерна		
	сухого (до 17%)	влажного (17—20%)	сырого (более 20%)
Содержание:			
– зерна, %;	97,2	94,9	92,3
– примесей, %	2,8	5,2	7,7
Влажность:			
– зерна, %;	16,9	19,9	23,0
– примесей, %	17,7	32,8	48,1

При плановой наработке зерноочистительных машин 400 ч в год, производительности машины предварительной очистки зерна отечественного производства ОЗЦ-50А — 50 т/ч и количестве удаляемых ею примесей — 3,85%, экономия жидкого топлива при доработке сырого зернового вороха составит 8645 кг (в литрах — $8645 \cdot 1,13 = 9769$). Стоимость его — 19 430 541 руб. за 1 сезон работы. Здесь 1,31 — коэффициент перевода физической массы зерна в плановые тонны (при влажности 23% — до сушки и кондиционной 14% — после). Окупаемость машины предварительной очистки ОЗЦ-50А по топливу не превысит 1,4 г.

Расчеты показывают, что на сушке такого зернового вороха экономия электрической энергии составит 6052 кВт·ч за 1 сезон работы, а экономия электрической энергии на предварительную очистку и сушку сырого вороха составит 3686 кВт·ч за сезон на сумму 808708 рублей.

В целом, по процессу доработки и сушки, годовая расчетная экономия топливно-энергетических ресурсов за счет предварительной очистки сырого вороха составит 20 239 249 рублей. Расчетные объемы экономии топлива за сезон от предварительной очистки зерна, в зависимости от погодных условий, приведены в таблице 4.

Таблица 4 — Эффективность предварительной очистки

Характеристика вороха и года	Экономия (расчетная) топлива за счет применения предварительной очистки зерна, т за сезон
Сухой	1,33
Влажный	3,67
Сырой	8,64

Реконструкция зерносушилки М-819 и теплообменника с установкой топки, использующей в качестве топлива солому. В условиях постоянно повышающихся цен на жидкое топливо и газ перевод имеющихся в хозяйствах республики зерносушилок на местные виды топлива является важной государственной задачей. Одним из таких источников является солома зерновых культур.

Солома зерновых культур является важным побочным продуктом растениеводства. Исходя из общего баланса использования соломы в республике (для подстилки расходуется 47%, на корм скоту — 11,7%, на буртование картофеля — 3,5%, населению — 1,1%, не менее 30% соломы рекомендуется измельчать и запахивать) 7—10% соломы можно использовать в качестве топлива при зерносушении без ущерба экономике хозяйств.

Проведенные исследования на кафедре сельскохозяйственных машин БГСХА подтвердили возможность использования соломы в качестве топлива для получения теплоносителя и использование его для сушки зерна.

В 2006 г. ОАО «Агрокомплект» (г. Могилев) разработал конструкцию, изготовил и испытал опытный образец воздухонагревателя ВНС-1,5, использующий солому в качестве топлива.

Воздухонагреватель ВНС-1,5 предназначен для сжигания местного твердого топлива и подачи теплоносителя в зерносушилку М-819 для сушки зерна. Топливом для воздухонагревателя служит солома, прессованная в рулоны: диаметр рулона — до 1800 мм, длина рулона — до 1450 мм, влажность — не более 25%.

Стоимость единицы полученной из соломы энергии, в 5—10 раз ниже, чем при использовании дров, мазута, газа.

Опыт эксплуатации установок на соломе в 2006—2008 гг. в хозяйствах Могилевской области показал, что в связи с длительной эксплуатацией зерносушилок М-819 и зерносушильных комплексов на базе данной сушилки перевод их на использование в качестве топлива соломы невозможен без полного восстановления сушилки, машин и оборудования

комплексов. Дополнительное обследование имеющихся в хозяйствах Могилевской области данных комплексов показало, что у 100% сушилок требуется капитальный ремонт топки (по технической документации такой ремонт необходимо проводить 1 раз в 5 лет), ремонт воздушной системы (вентиляторов, клапанов, воздухопроводов, коробов, циклонов, бункеров для пыли), очистку камер сушки от загрязнений и пыли; у 50% сушилок — ремонт или замена разравнивающего устройства, выгребателей, шнека, нории, электрооборудования; у 30% сушилок — замена камер сушки. Во всех зерноочистительно-сушильных комплексах необходим ремонт или замена норий, машин предварительной очистки зерна, зернопроводов и бункеров. Без проведения этих работ невозможно обеспечить эффективность сушки зерна, как на местных видах топлива, так и на жидком топливе и газе. Неисправности этих механизмов ведут к значительному увеличению расхода топлива и времени на сушку зерна.

В 2006-2009 гг. ОАО «Агрокомплект» (г. Могилев) капитально отремонтировал на таких комплексах 50 топок и узлов вентиляционной системы.

Стоимость ремонта топки в зависимости от ее технического состояния — 15–25 млн. руб., воздушной системы (вентиляторы, клапана, фильтра, циклопы, бункера для пыли) — 5–15 млн. руб. Без проведения этих работ перевод сушилок для работы с использованием в качестве топлива соломы экономически не выгоден.

Стоимость работ по ремонту и переводу зерносушилки М-819 для работы с использованием в качестве топлива соломы с ремонтом топки и вентиляционной системы составит 120–140 млн. рублей.

В хозяйствах республики есть в наличии зерносушилки, которые по ряду причин несколько лет не эксплуатировались, частично разукomплектованные, но с хорошими секциями для сушки зерна. Для доукомплектования и ремонта таких зерносушилок необходимо от 25 до 60 млн. рублей.

В ряде случаев имеется необходимость переноса зерносушилок, установленных на зернотоках присоединенных хозяйств, на территорию центрального зернотока. Все эти зерносушилки частично разукomплектованы. В этом случае к стоимости их ремонта и доукомплектования необходимо добавить стоимость проведения строительно-монтажных работ.

При необходимости ремонта комплекса и оптимизации схемы загрузки и выгрузки сушилки необходима замена двух норий (стоимость 17,5–21,0 млн. руб. за 1 норию), машины предварительной очистки (22–31 млн. руб.), бункера приемного (6,0 млн. руб.), металлоконструкции с площадкой для установки зерноочистительной машины (6 млн. руб.), бункера сухого зерна (12 млн. руб.). Необходимо денежных средств всего — 50–75 млн. рублей.

Анализ работы зерносушилок показал так же, что обслуживающий персонал не знает правил технической эксплуатации сушилки, технологии сушки, регулировок, что приводит к неэффективному использованию зерноочистительно-сушильного комплекса в целом.

Восстановление и модернизация зерноочистительно-сушильного комплекса включает в себя упрощение технологической схемы загрузки сушилки (загрузочный бункер, нория, машина предварительной очистки, транспортер отходов), ремонт воздушной системы зерносушилки М-819, ремонт теплообменника зерносушилки, установку воздушонагревателя ВНС-1,5 использующем в качестве топлива солому. При необходимости выполняется ремонт всех механизмов зерносушилки. Вторичная очистка зерна выделяется в отдельную технологическую схему, что позволяет существенно увеличить производительность комплекса.

За счет уменьшения количества передаточных механизмов увеличивается надежность работы комплекса, уменьшается расход электроэнергии и время загрузки зерносушилки. Расчетный экономический эффект, за счет использования в качестве топлива соломы, составит 15–20 тыс. руб. на 1 т зерна.

ГОДОВЫЕ ПРОГНОЗНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

А.П. Шпак, д.э.н., профессор

РНУП «Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси» (г. Минск)

В настоящее время в качестве основных целевых показателей прогноза развития отрасли используются: темп роста валовой продукции сельского хозяйства в хозяйствах всех