

УДК 631.361.3: 633.1

В.Р. ТОРОПОВ, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник

*Сибирский научно-исследовательский институт
механизации и электрификации сельского хозяйства*
630501, Новосибирская область, пос. Краснообск
e-mail: sibime@ngs.ru

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНО-СУШИЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Обоснованы технологические схемы зерноочистительно-сушильных комплексов для сельскохозяйственных предприятий Сибирского федерального округа. В зависимости от влажности зерна рекомендуются технологии без сушки, с однократной сушкой или двукратной. Технологии без сушки можно применять лишь на ограниченной территории округа – в сухостепных зонах Хакасии, Тывы, Бурятии и Забайкальского края. Технологии с однократной сушкой зерна рекомендуются для степных и южных лесостепных зон Омской, Новосибирской областей, Алтайского и Красноярского краев. В остальных зонах необходимы технологии с двукратной сушкой. Послеуборочную обработку зерна эффективнее осуществлять на зерноочистительно-сушильных комплексах. В качестве основной характеристики типоразмера комплекса принят суточный объем обработки зерна. Для условий Сибири рекомендуются типоразмеры комплексов 100, 200, 400, 600 и 800 т/сут. Сезонные объемы обработки зерна на этих комплексах составляют соответственно 1–2, 2–4, 4–8, 8–12 и 12–16 тыс. т. Приведены требования к технологиям послеуборочной обработки зерна и семян и варианты технологических схем зерноочистительно-сушильных комплексов для их реализации. Определены технико-экономические показатели зерноочистительно-сушильных комплексов, работающих по этим схемам: затраты труда, эксплуатационные затраты и удельные капиталовложения. Установлено, что эксплуатационные затраты по рассмотренным вариантам технологических схем различаются несущественно. Для снижения затрат труда на послеуборочной обработке требуется значительное увеличение капиталовложений. Выбор той или иной технологической схемы ЗСК на конкретном сельскохозяйственном предприятии будет определяться уровнем трудовых и финансовых ресурсов. С увеличением капиталовложений степень снижения затрат труда уменьшается.

Ключевые слова: послеуборочная обработка зерна, зерноочистительно-сушильные комплексы, технологические схемы, показатели эффективности.

С оснащением сельскохозяйственных предприятий современными мощными тракторами, почвообрабатывающими и посевными комплексами, высокопроизводительными зерноуборочными комбайнами в регионах Сибири постепенно решаются вопросы обработки почвы, посева, ухода за растениями и уборки зерновых культур. На этом фоне узким местом становится послеуборочная обработка зерна. Затраты труда на нее в 1,5–2 раза выше, чем на уборку, издержки достигают 30 % себестоимости зерна [1, 2].

Полувековой опыт сельскохозяйственных предприятий показывает, что послеуборочную обработку зерна наиболее эффективно осуществлять на зерноочистительных агрегатах и зерноочистительно-сушильных комплексах (ЗСК). Существующие агрегаты и комплексы физически и морально устарели, многие из них не пригодны ни для восстановления, ни для реконструкции. Очистка зерна и семян на этих агрегатах и комплексах выполняется большим набором машин с многократными циклами. Компонентные решения агрегатов и комплексов не обеспечивают необходимую вариантность технологических схем обработки зерна. Требуется переоснащение материально-технической базы обработки зерна и семян сельскохозяйственных предприятий Сибири на основе новых ресурсосберегаю-

щих технологий и технических средств. Их выбор определяется в основном объемами и состоянием поступающего с полей зерна, а также обеспеченностью трудовыми, финансовыми и другими ресурсами. Для осуществления этого выбора руководителям и специалистам сельскохозяйственных предприятий необходимы конкретные рекомендации.

Цель работы – обосновать технологические схемы зерноочистительно-сушильных комплексов для сельскохозяйственных предприятий Сибири.

В задачи исследований входило оценить условия послеуборочной обработки зерна и семян на сельскохозяйственных предприятиях Сибири; разработать варианты технологических схем ЗСК для условий Сибири; определить технико-экономические показатели ЗСК.

УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 2013–2015 гг. в Сибирском научно-исследовательском институте механизации и электрификации сельского хозяйства (СибИМЭ) (Новосибирская область). Объект исследований – условия и технологические процессы послеуборочной обработки зерна и семян на сельскохозяйственных предприятиях Сибири.

При оценке условий послеуборочной обработки зерна и семян использованы материалы Министерства сельского хозяйства РФ и Федеральной службы государственной статистики по Сибирскому федеральному округу [3]. Разработку вариантов технологий осуществляли на основе исходных требований на базовые технологические операции в растениеводстве [4], анализа литературных источников, патентов, передового опыта сельскохозяйственных предприятий, ранее проведенных исследований. Техничко-экономические показатели технологий определены в соответствии с ГОСТ Р 53056–2008 «Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки» [5].

Технические средства для реализации рассматриваемых вариантов технологий выбирали по техническим характеристикам из имеющихся каталогов [6, 7] и проспектов машин и оборудования отечественных машиностроительных предприятий, а также зарубежных фирм исходя из соответствия этих характеристик исходным требованиям на базовые технологические операции в растениеводстве.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как уже отмечено, условия послеуборочной обработки зерна на сельскохозяйственных предприятиях характеризуются объемами и интенсивностью поступления зерна с полей, состоянием зерна (в основном его влажностью), а также наличием трудовых, финансовых и других ресурсов. Валовой сбор зерна в Сибирском федеральном округе по данным МСХ РФ [3] в наиболее урожайном 2009 г. представлен в табл. 1. Основное производство зерна (91 %) сосредоточено в пяти регионах: Алтайском и Красноярском краях, Омской, Новосибирской и Кемеровской областях.

Основным фактором, определяющим выбор технологий послеуборочной обработки зерна в Сибири, является его влажность. В зависимости от нее рекомендуются следующие виды технологий: без сушки (влажность

Таблица 1

Валовой сбор зерна в Сибирском федеральном округе в 2009 г.

Регион	Валовой сбор зерна, тыс. т	Доля регионов в сборе зерна, %
Алтайский край	5628	30,7
Омская область	4003	21,8
Новосибирская область	3193	17,4
Красноярский край	2378	13
Кемеровская область	1571	8,6
Иркутская область	688	3,8
Томская область	397	2,2
Забайкальский край	269	1,5
Республика Хакасия	112	0,6
Республика Бурятия	79	0,4
Республика Алтай	16	0,1
Республика Тыва	13	0,1
Сибирский федеральный округ	18347	100

зерна до 15 %), с однократной сушкой (влажность от 15 до 21 %) и с двукратной (с влажностью выше 21 %). Влажность зерна обуславливается в основном природной зоной [8–10]. Технологии без сушки зерна можно применять лишь на ограниченной территории Сибирского федерального округа – сухостепных зонах Хакасии, Тывы, Бурятии и Забайкальского края. Среднегодовое количество осадков составляет здесь всего 200–300 мм, доля в производстве зерна мала – менее 3 %. Технологии с однократной сушкой зерна рекомендуются в основном для степных и южных лесостепных зон Омской, Новосибирской областей, Алтайского и Красноярского краев. Среднегодовое количество осадков в этих зонах колеблется от 300 до 400 мм, доля производства зерна примерно 55 %. Технологии с двукратной сушкой зерна необходимы в северных лесостепных и подтаежных зонах низменности Омской и Новосибирской областей и Красноярского края, лесостепных и подтаежных зонах предгорий Новосибирской и Кемеровской областей и Алтайского края, а также в Иркутской области. Среднегодовое количество осадков здесь существенно выше (350–500 мм) [1, 11], доля производства зерна около 42 %. Таким образом, доля зерна, требующего сушки, составляет около 97 %. Исходя из этого, исследования были направлены в основном на разработку технологий послеуборочной обработки зерна с сушкой.

Учитывая многолетний опыт сельскохозяйственных предприятий Сибири, принято условие, что указанные технологии должны реализовываться посредством зерноочистительно-сушильных комплексов. Ранее в Сиб-ИМЭ обоснованы основные типоразмеры комплексов [12]. Типоразмер ЗСК удобнее характеризовать суточным объемом обработки зерна. Определены следующие типоразмеры комплексов: 100, 200, 400, 600 и 800 т/сут (сезонные объемы обработки зерна соответственно 1–2, 2–4, 4–8, 8–12 и 12–16 тыс. т).

С учетом природно-хозяйственных особенностей регионов Сибири определены основные требования к технологиям послеуборочной обработки зерна и семян на ЗСК: поступившее с полей зерно должно сразу же подвергаться предварительной очистке; зерно на ЗСК необходимо обработать не позднее начала следующего рабочего дня. При этом товарное зерно следует доводить до реализационных кондиций, а семена – до норм посевного стандарта, если не требуется их очистка от трудноотделяемых примесей. Показатели качества обработки зерна должны соответствовать значениям, указанным в исходных требованиях.

Исходя из этих требований, разработаны четыре варианта технологических схем ЗСК (рис. 1). Первый вариант можно применять на предприятиях с высоким уровнем трудовых ресурсов. Он предусматривает очистку и сушку зерна в две смены, а очистку семян в основном в послеуборочный период. Второй вариант предназначен для предприятий со средним уровнем трудовых ресурсов и предусматривает очистку сухого зерна (не требующего сушки) в одну смену, обработку влажного зерна – в две и вторую очистку семян в послеуборочный период. Третий вариант рекомендуется для предприятий с низким уровнем трудовых ресурсов и обеспечивает очистку сухого зерна в одну смену, обработку влажного зерна и семян в две смены. Четвертый вариант необходим для предприятий с дефицитом трудовых ресурсов и предусматривает обработку зерна и семян непосредственно в уборочный период.

Для оценки этих технологических схем определены технико-экономические показатели: затраты труда, эксплуатационные затраты и удельные капиталовложения. Результаты расчетов на примере ЗСК с суточным объемом обработки зерна 400 т (сезонный объем 8 тыс. т) для технологии с однократной его сушкой представлены в табл. 2.

Наибольшие затраты труда отмечены в первом варианте. В третьем и четвертом вариантах они меньше по сравнению с первым соответственно в 1,9 и 3,3 раза. Эксплуатационные затраты по вариантам технологических схем отличаются несущественно, однако структура затрат разная. Это обусловливается в основном различием расходов на заработную плату и амортизационных начислений. Так, в третьем и четвертом вариантах расходы

Таблица 2

Технико-экономические показатели технологических схем ЗСК

Показатель	Вариант технологических схем ЗСК			
	Первый	Второй	Третий	Четвертый
Затраты труда, ч/т	0,36	0,25	0,19	0,11
Эксплуатационные затраты, р./т:	656	657	641	675
амортизация	171	208	231	332
затраты на ремонт и обслуживание	131	138	126	90
заработная плата с начислениями	108	75	57	33
стоимость электроэнергии	14	19	17	14
стоимость топлива	232	217	210	206
Удельные капиталовложения, млн р./1000 т	1,64	2,20	2,53	3,65

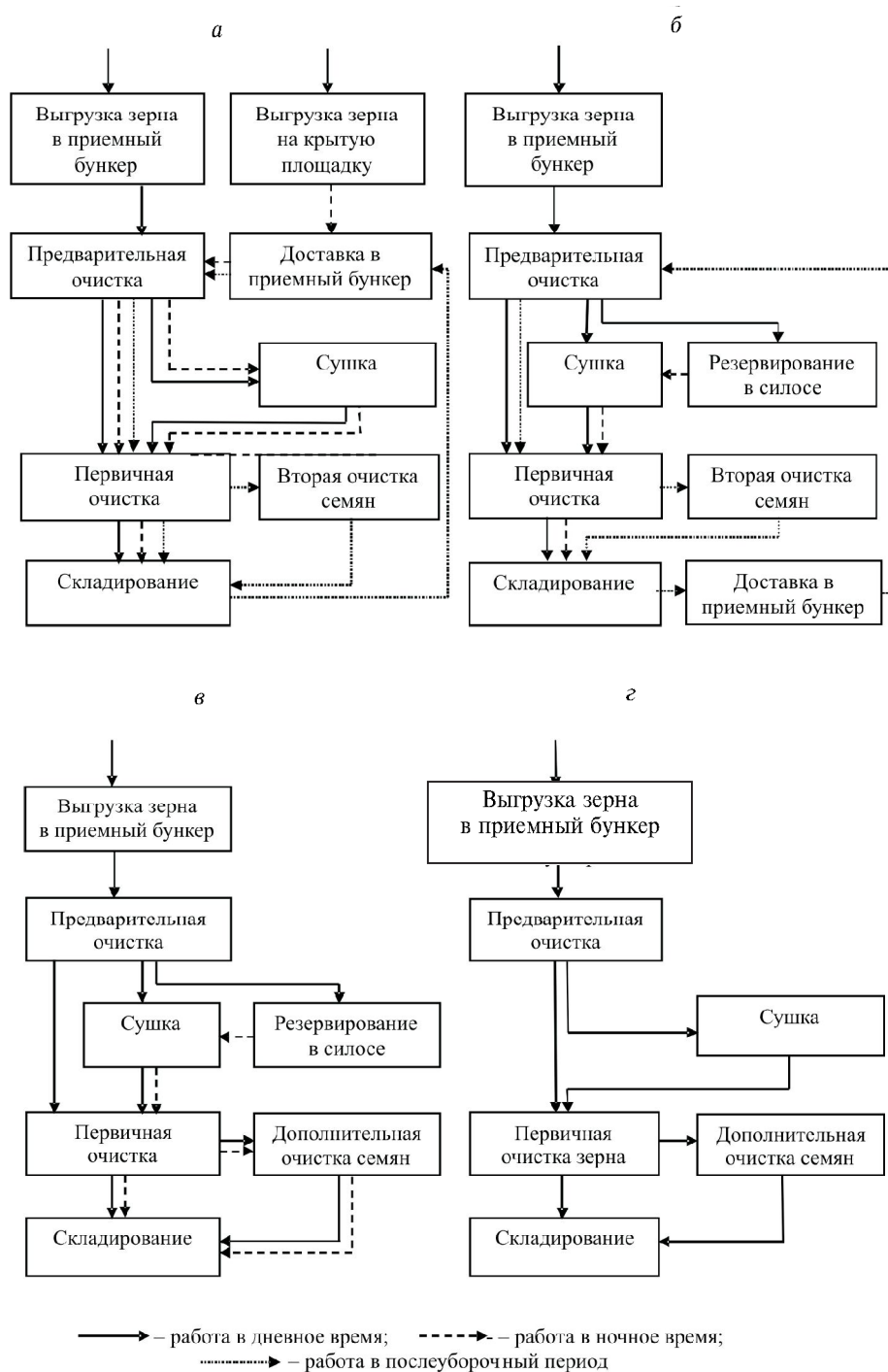


Рис. 1. Схемы вариантов технологических схем ЗСК:
 а – первый; б – второй; в – третий; г – четвертый

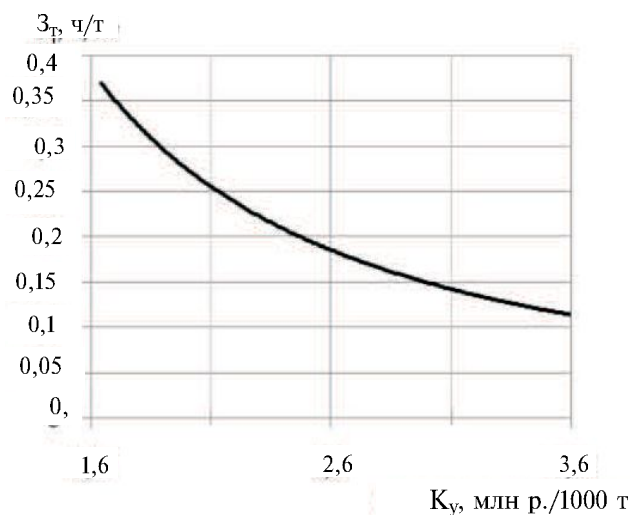


Рис. 2. Зависимость затрат труда (Z_t) на послеуборочную обработку зерна и семян от капиталовложений (K_y)

на заработную плату по сравнению с первым вариантом меньше соответственно на 47 и 69 %, а амортизационные начисления вследствие больших капиталовложений больше соответственно на 35 и 94 %. Сравнение затрат труда и капитальных вложений по рассматриваемым вариантам технологических схем ЗСК показывает, что для снижения затрат труда на послеуборочной обработке требуется существенное увеличение капиталовложений (рис. 2). В связи с этим выбор той или иной технологической схемы ЗСК для конкретного сельскохозяйственного предприятия будет определяться в основном уровнем трудовых и финансовых ресурсов. С увеличением капиталовложений степень снижения затрат труда уменьшается (рис. 3).

Повышение степени увеличения капиталовложений на послеуборочную обработку зерна и семян по сравнению с первым вариантом более чем

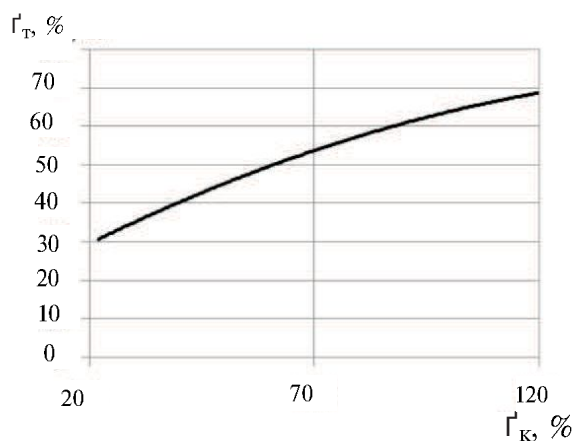


Рис. 3. Влияние степени увеличения (Γ_k) капиталовложений на степень снижения затрат труда (Γ_t)

на 120 – 150 % при существующем уровне автоматизации послеуборочной обработки зерна нецелесообразно, так как не приведет к существенному уменьшению трудоемкости работ. Для дальнейшего снижения затрат труда требуется переходить на технологии с применением автоматизированных систем управления технологическими процессами.

ВЫВОДЫ

1. Доля зерна с высокой вероятностью сушки в регионах Сибирского федерального округа составляет около 97 %. Послеуборочную обработку зерна наиболее эффективно осуществлять на зерноочистительно-сушильных комплексах. Их типоразмеры характеризуются суточным объемом обработки зерна. Рекомендуются следующие типоразмеры: 100, 200, 400, 600 и 800 т/сут (сезонные объемы обработки зерна соответственно 1–2, 2–4, 4–8, 8–12 и 12–16 тыс. т).

2. Эксплуатационные затраты по рассмотренным вариантам технологических схем ЗСК различаются незначительно. Для снижения затрат труда на послеуборочной обработке требуется увеличение капиталовложений. Выбор той или иной технологической схемы на конкретном сельскохозяйственном предприятии необходимо определять в основном уровнем имеющихся трудовых и финансовых ресурсов. С увеличением капиталовложений степень снижения затрат труда уменьшается.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чепурин Г.Е., Иванов Н.М., Кузнецов А.В. и др. Уборка и послеуборочная обработка зерна в экстремальных условиях Сибири. – М.: Росинформагротех, 2011. – 176 с.
2. Иванов Н.М., Силицын В.А., Климов А.И. Механизация процессов послеуборочной обработки зерна в Новосибирской области: реком. – Новосибирск, 2002. – 126 с.
3. Агропромышленный комплекс России: стат. сб. – М.: Министерство сельского хозяйства России, 2012. – 348 с.
4. Исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве. – М.: Росинформагротех, 2005. – 272 с.
5. ГОСТ Р 53056–2008. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. – М.: Стандартинформ, 2009. – 20 с.
6. Машины и оборудование для послеуборочной обработки зерна: каталог. – М.: Росинформагротех, 2003. – 96 с.
7. Гольяпин В.Я. Машины и оборудование для производства и послеуборочной обработки зерна: каталог. – М.: Росинформагротех, 2013. – 204 с.
8. Максимчук В.К. Обоснование потребности в технике для послеуборочной обработки зерна в условиях Западной Сибири // Перспективы развития технологий и комплексов машин для уборки урожая зерновых культур: науч.-техн. бюл. – Новосибирск, 1979. – С. 10–14.
9. Максимчук В.К., Сабашкин В.А. Разработка расчетного метода определения влажности зерна в зависимости от погодных условий // Исследование процессов уборки и послеуборочной обработки зерна: науч.-техн. бюл. – Новосибирск, 1977. – С. 7–12.
10. Максимчук В.К., Сабашкин В.А., Тесленко В.Н. Обоснование потребности Новосибирской области в машинах для послеуборочной обработки зерна: метод. реком. – Новосибирск, 1980. – 38 с.
11. Докин Б.Д., Губаренко В.Г., Аферина А.Е. и др. Система машин для комплексной механизации растениеводства в Сибири на 1981–1985 годы: метод. реком. – Новосибирск, 1982. – 358 с.
12. Торопов В.Р. Технологии и технические средства для послеуборочной обработки зерна на сельскохозяйственных предприятиях Сибири // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России: сб. докл. междунар. научн.-практ. конф. – М.: ВИМ, 2013. – С. 82–85.

Поступила в редакцию 15.04.2016

V.R. TOROPOV, Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher

Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture

Krasnoobsk, Novosibirsk District, Novosibirsk Region, 630501 Russia

e-mail: sibime@ngs.ru:

A CHOICE OF TECHNOLOGICAL SCHEME FOR GRAIN CLEANING-AND-DRYING UNIT

There were substantiated technological schemes of grain cleaning-and-drying units for agricultural enterprises of the Siberian Federal District (SFD). Depending on grain humidity is recommended to use technologies without drying, with one- or two-time drying. Technologies without drying can be used in only limited areas of the SFD, such as dry steppe zones of Khakassia, Tuva, Buryatia, and Transbaikalian Territory. Technologies with one-time grain drying are recommended for steppe and southern forest-steppe areas of Omsk, Novosibirsk Regions, Altai and Krasnoyarsk Territories. The other zones require two-time grain drying technologies. The post-harvest grain handling is most efficiently conducted by using grain cleaning-and-drying units. A daily volume of grain handling is assumed to be a basic characteristic of sizes of the units. For conditions of Siberia, the sizes of 100, 200, 400, 600 and 800 tonnes daily are recommended. The seasonal volumes of grain handling by these units make up 1–2, 2–4, 4–8, 8–12, and 12–16 tonnes daily, respectively. The requirements for post-harvest technologies for handling grain and seeds, and variants of technological schemes of grain cleaning-and-drying units to realize them are given. Such technical and economic indices of grain cleaning-and-drying units as labor costs, operating costs and specific investment costs were determined. It has been established that operating costs across the considered variants of technological schemes are not very different. To reduce labor costs in post-harvest handling, a significant increase in investments is needed. A choice of one or another technological scheme of grain cleaning-and-drying unit for a certain agricultural enterprise will be determined by a level of financial and human resources. Labor costs decrease with the increase in investments.

Keywords: post-harvest grain handling, grain cleaning-and-drying unit, technological scheme, efficiency index.