



УДК 631.361.3: 633.1

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНО-СУШИЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

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

*Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации
сельского хозяйства СФНЦА РАН*

630501, Новосибирская область, пос. Краснообск

e-mail: sibime@ngs.ru

В соответствии со спецификой условий послеуборочной обработки зерна на сельскохозяйственных предприятиях Сибири выделены три группы природно-климатических зон, характеризующихся разной влажностью зерна. В зонах с максимальной влажностью до 15 % при уборке сушка зерна не требуется, от 15 до 20 % достаточно однократной сушки, от 21 до 27 % необходима двукратная сушка. Предприятия первой группы зон должны оснащаться зерноочистительными агрегатами, второй и третьей – зерноочистительно-сушильными комплексами. Исходя из объемов обработки зерна и производительности имеющихся на рынке машин, определены четыре типоразмера агрегатов и комплексов с суточной производительностью соответственно 100, 200, 400 и 800 т. Применительно ко второй группе зон для различных сочетаний условий послеуборочной обработки зерна разработаны технологические схемы и определены технико-экономические показатели вариантов зерноочистительно-сушильных комплексов. Установлено, что при производительности их 100 т/сут по эксплуатационным затратам предпочтительна обработка зерна поточным способом, при этом требуются некоторые дополнительные капиталовложения. В случае дефицита ресурсов на капиталовложения предприятие при достаточном количестве работников может пойти на обработку зерна с резервированием его на площадке. На комплексах производительностью 200, 400 и 800 т/сут предпочтителен вариант обработки зерна с хранением его в операционном силосе. В случае дефицита трудовых ресурсов, но при наличии возможности дополнительных капиталовложений предприятию целесообразно применить поточную технологию обработки зерна на комплексе с производительностью 200 т/ч. При дефиците финансовых ресурсов на комплексах производительностью 400 и 800 т/сут при достаточной численности работников можно применить схему обработки зерна с резервированием его на крытой площадке.

Ключевые слова: послеуборочная обработка зерна, зерноочистительно-сушильные комплексы, технологические схемы, технико-экономические показатели, граничные условия.

Многолетний опыт сельскохозяйственных предприятий Сибири показал, что послеуборочную обработку зерна наиболее эффективно осуществлять на зерноочистительных агрегатах (ЗА) и зерноочистительно-сушильных комплексах (ЗСК) [1–3]. Существующие агрегаты и комплексы физически и морально устарели. Очистка зерна и семян на них выполняется большим набором машин с многократными циклами. Затраты труда на обработку зерна и семян в

1,5–2,0 раза выше, чем на уборку, издержки достигают 30 % себестоимости зерна [4]. Требуется переоснащение материально-технической базы послеуборочной обработки зерна на основе новых, ресурсосберегающих технологий и технических средств.

Исследованиями Сибирского научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства (СибИМЭ) СФНЦА РАН установлено, что для существенного снижения затрат труда

и средств целесообразно непосредственно в уборочный период доводить товарное зерно за один пропуск через зерноочистительные агрегаты или зерноочистительно-сушильные комплексы до реализационной кондиции, а семенное зерно – до нормы посевного стандарта, если не требуется очистка семян от трудно отделяемых примесей. Это может быть осуществлено за счет применения точных способов работ, универсальных зерноочистительных машин, качественной предварительной очистки зерна, резервирования его в операционных емкостях [5]. Предложены три варианта технологий послеуборочной обработки зерна и семян: с резервированием зерна на площадке; с резервированием его в операционном силосе; поточная схема. Также разработаны технологические схемы универсальных ЗСК для их реализации, обеспечивающие обработку зерна различного вида и состояния.

Цель работы – оценить эффективность предложенных зерноочистительно-сушильных комплексов в различных условиях.

Задачи исследования предусматривали градацию условий послеуборочной обработки зерна, определение показателей эффективности вариантов ЗСК и граничных условий их применения.

УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 2015–2016 гг. в СибИМЭ СФНЦА РАН. Объект исследований – технологические процессы послеуборочной обработки зерна и семян на сельскохозяйственных предприятиях Сибири. При оценке условий послеуборочной обработки зерна и семян использованы результаты ранее выполненных работ [5]. Разработка вариантов технологических схем и компоновки ЗСК осуществлялась на основе исходных требований на базовые технологические операции в растениеводстве [6], анализа литературных источников, патентов, передового опыта сельскохозяйственных предприятий. Технические средства для реализации рассматриваемых вариантов технологий выбирались по характеристикам из

имеющихся каталогов [7], проспектов машин и оборудования отечественных машиностроительных предприятий и зарубежных фирм с учетом соответствия этих характеристик исходным требованиям на базовые технологические операции в растениеводстве.

Оценка эффективности зерноочистительно-сушильных комплексов осуществлялась в соответствии с ГОСТ Р 53056–2008 «Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки» [8]. Определялись следующие технико-экономические показатели: затраты труда, ч/т; эксплуатационные затраты, р./т; удельные капиталовложения, р./т. Исходные данные для расчета принимались по каталогам машин и оборудования, нормативно-справочным материалам [9], проспектам, прайс-листам предприятий-поставщиков и другим источникам. Техничко-экономические показатели ЗСК рассчитывались исходя из объемов обработки товарного сухого и влажного зерна и обработки семенного зерна за весь сезон, включая очистку семян в послеуборочный период.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Условия послеуборочной обработки зерна на сельскохозяйственных предприятиях характеризуются его состоянием, объемами и интенсивностью поступления с полей, уровнем финансовых, трудовых и других ресурсов. Основным фактором, определяющим технологические схемы обработки зерна, является его влажность. Известно, что при влажности поступающего с полей зерна до 15 % не требуется его сушка, при 15–21 % можно обойтись однократной сушкой, при 21–27 % необходима двукратная сушка [10]. Исходя из этого, в Сибири по природно-климатическим характеристикам [11–15] были выделены три группы зон (с максимальной влажностью соответственно до 15 %, от 15 до 21 % и от 21 до 27 %). Предприятия первой группы должны оснащаться зерноочистительными агрегатами, второй и третьей – зерноочистительно-сушильными комплексами.

Исходя из объемов обработки зерна и производительности имеющихся на рынке машин, определены четыре типоразмера ЗА и ЗСК с суточной производительностью 100, 200, 400 и 800 т. Сезонные объемы обработки зерна на них составляют соответственно 1–2, 2–4, 4–8, 8–16 тыс. т. С учетом трех групп зон и четырех уровней объема обработки зерна при определении эффективности ЗА и ЗСК и граничных условий их применения необходимо рассматривать, как минимум, 12 сочетаний условий обработки зерна.

Каждый типовой зерноочистительный агрегат или зерноочистительно-сушильный комплекс предназначается для выполнения какой-то одной из трех указанных выше технологий послеуборочной обработки зерна. С целью определения рациональных типовых ЗСК для каждого сочетания условий необходимо провести технико-экономическую оценку вариантов комплексов, реализующих эти технологии. В данной работе приведена оценка эффективности универсальных зерноочистительно-сушильных комплексов применительно ко второй группе зон.

Для этой группы на рис. 1 в качестве примера представлены варианты технологических схем универсальных ЗСК производительностью 400 т/сут: с резервированием зерна на площадке (а), с резервированием зерна в операционном силосе (б) и поточная схема (в). По первому варианту зерноочистительно-сушильный комплекс работает всегда в две смены. Одна часть поступающего с полей зерна выгружается из транспортных средств в приемный бункер, другая – на крытую площадку. Из приемного бункера зерно подается в машину предварительной очистки зерна. Если на комплекс поступает сухое зерно, оно после предварительной очистки направляется в универсальную машину первичной очистки, далее – в бункер-накопитель и из него на склад. Другая часть зерна (с крытой площадки) в ночное время транспортом доставляется в приемный бункер, далее технологический процесс осуществляется так же, как в дневное время. Если на комплекс поступает влажное зерно, то после предварительной очистки оно пода-

ется в сушилку, затем в универсальную машину первичной очистки. Семенное зерно в уборочный период проходит первичную очистку в режиме товарного зерна и транспортируется на склад. В послеуборочный период это зерно доставляется на комплекс, проходит предварительную очистку и подается в универсальную машину первичной очистки, в которой проходит обработку в семенном режиме. Если необходима очистка от трудно отделяемых примесей, семена после первичной очистки подают в триерный блок и далее в пневмокласификатор.

По второму варианту (б) все поступающее с полей зерно выгружается в приемный бункер, из него подается в машину предварительной очистки. Если на комплекс поступает сухое зерно, то оно после предварительной очистки сразу проходит первичную. Работа в ночную смену при этом исключается. Если на комплекс поступает влажное зерно, то после предварительной очистки одна часть его подается на сушилку, другая в операционный силос. После сушки зерно подается в машину первичной очистки. Из операционного силоса оно проходит первичную очистку в ночное время. При обработке семенного зерна после предварительной очистки часть его сразу проходит первичную очистку в семенном режиме, другая часть подается в операционный силос и проходит первичную очистку в семенном режиме в ночное время. Если требуется освобождение от трудно отделяемых примесей, семена после первичной обработки сразу подаются в триерный блок и далее в пневмокласификатор.

По третьему варианту (в) все зерно сразу проходит полную обработку поточным способом в одну смену и транспортируется на склад.

Полученные в результате расчетов технико-экономические показатели ЗСК представлены на рис. 2 в виде графиков их зависимости от суточной производительности. На зерноочистительно-сушильных комплексах производительностью 100 т/сут наибольшие затраты труда и эксплуатационные затраты наблюдаются при схеме обработки зерна с резервированием его на

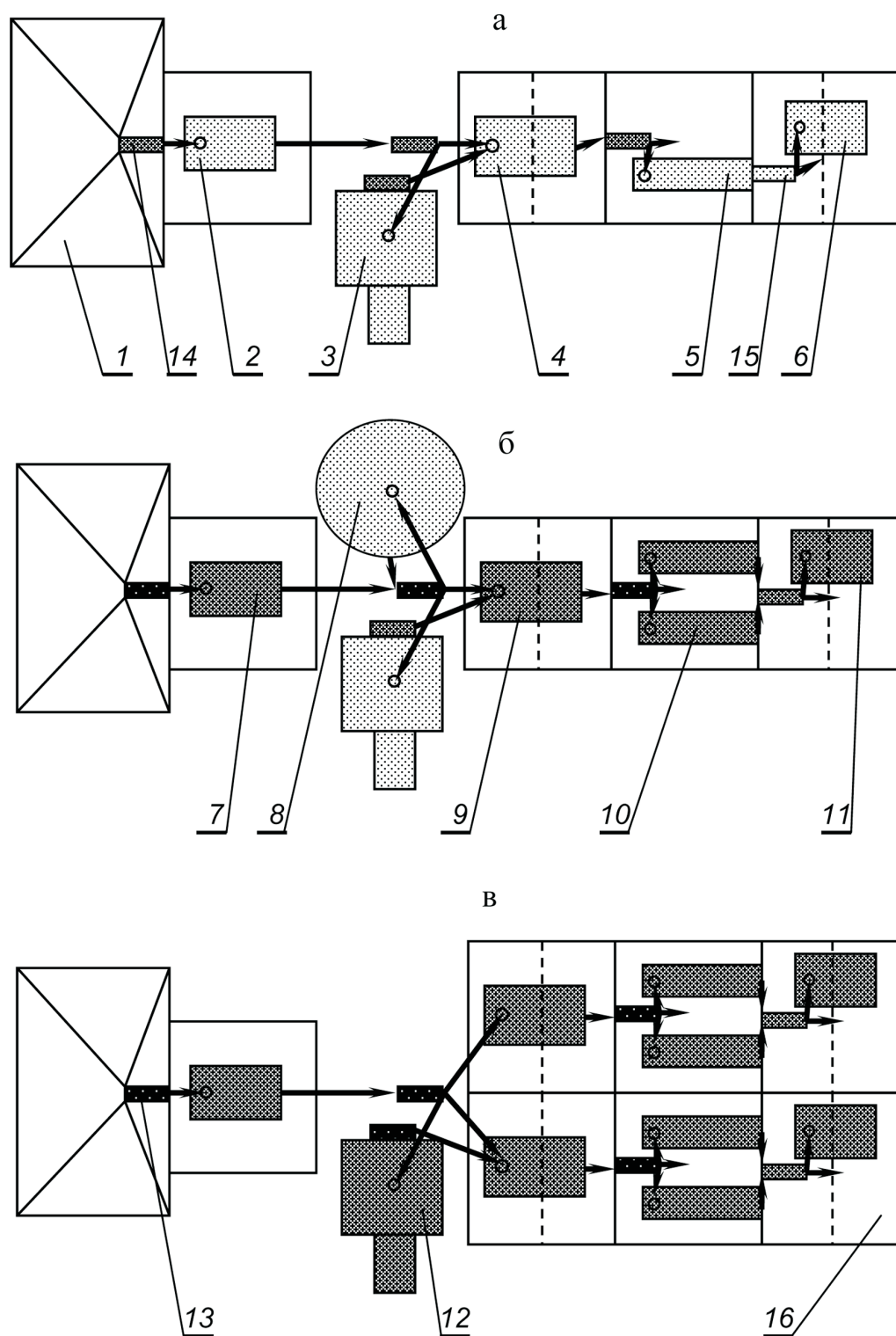


Рис. 1. Варианты технологических схем универсальных зерноочистительно-сушильных комплексов производительностью 400 т/сут.:

1 – бункер приемный; 2 – машина предварительной очистки 25 т/ч; 3 – сушилка 20 т/ч; 4 – машина универсальная первичной очистки зерна 20 т/ч и семян 10 т/ч; 5 – блок триерный 7 т/ч; 6 – пневмоклассификатор 10 т/ч; 7 – машина предварительной очистки 50 т/ч; 8 – силос резерва зерна; 9 – машина универсальная первичной очистки зерна 40 т/ч и семян 20 т/ч; 10 – блок триерный 10 т/ч; 11 – пневмоклассификатор 20 т/ч; 12 – сушилка 40 т/ч; 13 – нория 50 т/ч; 14 – нория 25 т/ч; 15 – нория 10 т/ч; 16 – бункер-накопитель.

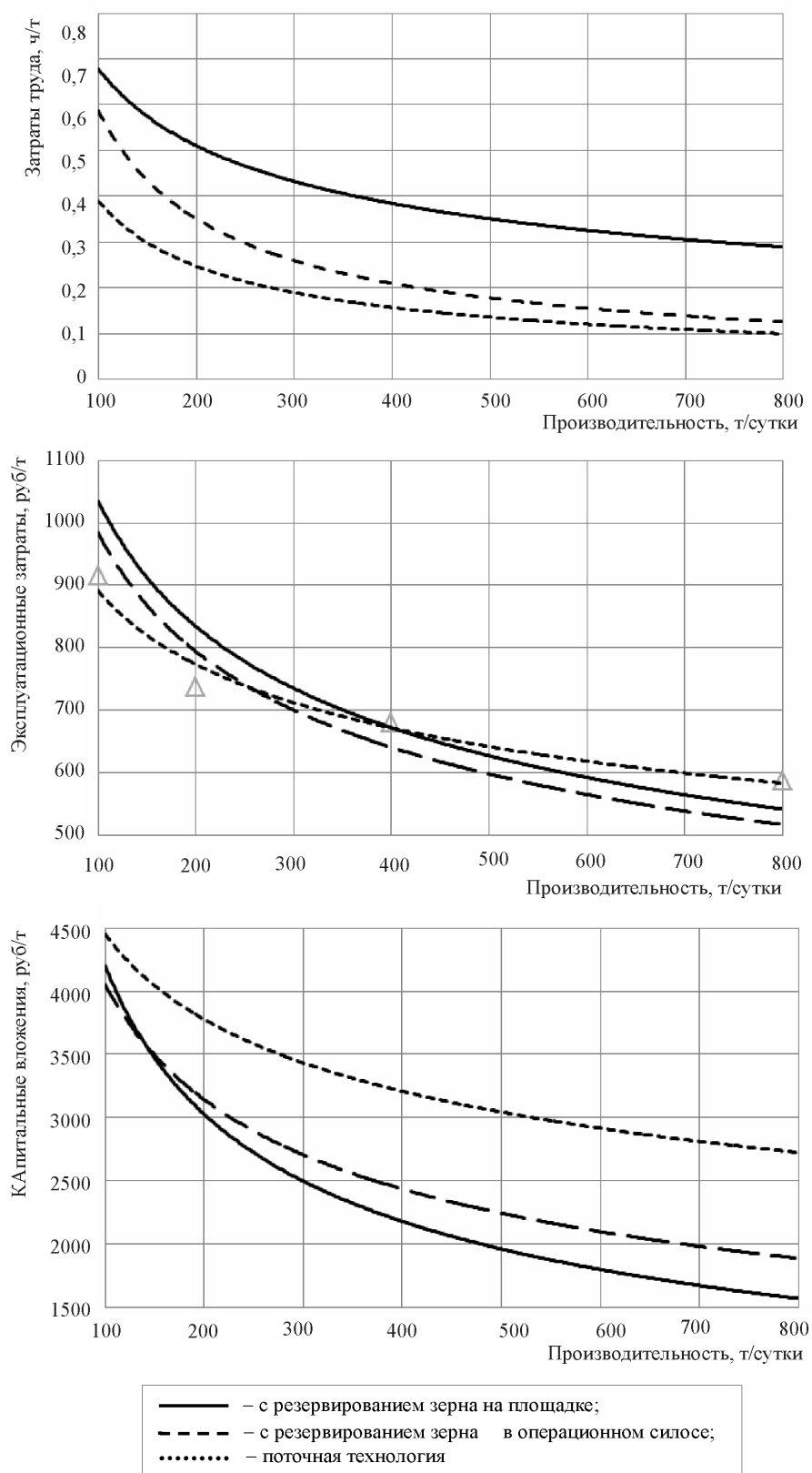


Рис. 2. Зависимость показателей зерноочистительного сушильного комплекса от суточной производительности

площадке, наименьшие – при поточной схеме обработки зерна, удельные капиталовложения при этом различаются несущественно. На зерноочистительно-сушильных комплексах производительностью 200 т/сут наблюдается та же закономерность, но при поточной схеме удельные капиталовложения значительно выше. На комплексах производительностью 400 и 800 т/сут наименьшие эксплуатационные затраты получены при обработке зерна с резервированием его в операционном силосе, но удельные капиталовложения несколько выше, чем при резервировании зерна на площадке. Наилучшие показатели обеспечиваются на ЗСК с большей производительностью (эксплуатационные издержки, затраты труда и удельные капиталовложения на комплексах производительностью 800 т/сут приблизительно в 2 раза меньше, чем с производительностью 100 т/сут).

ВЫВОДЫ

1. Условия послеуборочной обработки зерна характеризуются его состоянием, объемами и интенсивностью поступления с полей, уровнем финансовых и трудовых ресурсов. Основным фактором, определяющим технологические схемы обработки зерна, является его влажность. По данному показателю выделены три группы зон, характеризующихся разной влажностью зерна. В зонах с максимальной влажностью до 15 % при уборке сушка зерна не требуется, от 15 до 20 % достаточно однократной сушки, от 21 до 27 % необходима двукратная сушка. Сельскохозяйственные предприятия первой группы должны оснащаться зерноочистительными агрегатами, второй и третьей – зерноочистительно-сушильными комплексами. Исходя из объемов обрабатываемого в хозяйствах зерна определены четыре типоразмера ЗА и ЗСК с суточной производительностью 100, 200, 400 и 800 т (сезонные объемы обработки зерна соответственно 1–2, 2–4, 4–8, 8–16 тыс. т).

2. Применительно ко второй группе зон для различных сочетаний условий послеуборочной обработки зерна разработаны техно-

логические схемы и определены технико-экономические показатели вариантов ЗСК. Установлено, что на ЗСК производительностью 100 т/сут по эксплуатационным затратам предпочтительна обработка зерна поточным способом, при этом требуются некоторые дополнительные капиталовложения. Если на предприятии дефицит ресурсов на капиталовложения, то при достаточном количестве работников оно может пойти на обработку зерна с резервированием его на площадке.

На комплексах производительностью 200, 400 и 800 т/сут предпочтителен вариант обработки зерна с резервированием его в операционном силосе. Если на предприятии дефицит трудовых ресурсов, то на комплексе с производительностью 200 т/ч при наличии возможности дополнительных капиталовложений целесообразно применить поточную технологию обработки зерна. Если на предприятии дефицит финансовых ресурсов, то на комплексах производительностью 400 и 800 т/сут при достаточной численности работников можно применить схему обработки зерна с резервированием его на крытой площадке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Олейников В.Д., Кузнецов В.В., Гозман Г.И. Агрегаты и комплексы для послеуборочной обработки зерна. – М.: Колос, 1977. – 112 с.
2. Чепурин Г.Е., Иванов Н.М., Кузнецов А.В. и др. Уборка и послеуборочная обработка зерна в экстремальных условиях Сибири. – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2011. – 176 с.
3. Иванов Н.М., Сеницын В.А., Климок А.И. и др. Механизация процессов послеуборочной обработки зерна в Новосибирской области: рекомендации. – Новосибирск: СибИМЭ, 2002. – 126 с.
4. Иванов Н.М., Торопов В.Р. Модернизация послеуборочной обработки зерна на сельскохозяйственных предприятиях Сибири // Модернизация сельскохозяйственного производства на базе инновационных машинных технологий и автоматизированных систем: сб. докл. науч.-практ. конф. ГНУ ВИМ Россельхозакадемии. – М., 2012. – С. 610–612.
5. Торопов В.Р. Выбор технологических схем зерноочистительно-сушильных комплексов // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2016. – № 2. – С. 83–89.

6. **Исходные требования** на базовые машинные технологические операции в растениеводстве. – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2005. – 272 с.
7. **Гольяпин В.Я.** Машины и оборудование для производства и послеуборочной обработки зерна: кат. – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2013. – 204 с.
8. **ГОСТ Р 53056-2008.** Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. – М.: Стандартинформ, 2009. – 20 с.
9. **Нормативно-справочный** материал для экономической оценки сельскохозяйственной техники. – М.: АгроНИИТО, 1988. – 202 с.
10. **Атаназевич В.И.** Сушка зерна. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 480 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: СибИМЭ, 1982. – 358 с.
12. **Чепурин Г.Е.** Инженерно-техническое обеспечение процесса уборки зерновых культур в экстремальных условиях / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибИМЭ. – Новосибирск, 2000. – 228 с.
13. **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: СибИМЭ, 1977. – С. 7–12.
14. **Максимчук В.К., Сабашкин В.А., Тесленко В.Н.** Обоснование потребности Новосибирской области в машинах для послеуборочной обработки зерна: метод. реком. – Новосибирск: Сиб. отд-ние ВАСХНИЛ, 1980. – 38 с.
15. **Максимчук В.К., Сабашкин В.А., Тесленко В.Н.** Расчет потребности в зерноочистительно-сушильной технике // Индустриальные технологии и средства комплексной механизации сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1981. – С. 43–47.
- экстремаль'nykh usloviyakh Sibiri. – М.: FGNU Rosinformagrotek, 2011. – 176 с.
3. **Ivanov N.M., Sinitsyn V.A., Klimok A.I. i dr.** Mekhanizatsiya protsessov posleuboroch-noy obrabotki zerna v Novosibirskoy oblasti: rekomendatsii. – Novosibirsk: SibI-ME, 2002. – 126 с.
4. **Ivanov N.M., Toropov V.R.** Modernizatsiya posleuborochnoy obrabotki zerna na sel'sko-khozyaystvennykh predpriyatiyakh Sibiri // Modernizatsiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva na baze innovatsionnykh mashinnykh tekhnologiy i avtomatizirovannykh sistem : sb. dokladov nauch.-prakt. konf. GNU VIM Rossel'khozakademii. – М., 2012. – С. 610–612.
5. **Toropov V.R.** Vybory tekhnologicheskikh skhem zernoochistitel'no-sushil'nykh kompleksov // Sib. vestn.s.-kh. nauki. – 2016. – № 2. – С. 83–89.
6. **Iskhodnye trebovaniya** na bazovye mashinnye tekhnologicheskie operatsii v rastenievodstve. – М.: FGNU Rosinformagrotek, 2005. – 272 с.
7. **Gol'tyapin V.Ya.** Mashiny i oborudovanie dlya proizvodstva i posleuborochnoy obrabotki zerna: kat. – М.: FGNU Rosinformagrotek, 2013. – 204 с.
8. **GOST R 53056-2008.** Tekhnika sel'skokhozyaystvennaya. Metody ekonomicheskoy otsenki. – М.: Standartinform, 2009. 20 с.
9. **Normativno-spravochnyy material** dlya ekonomicheskoy otsenki sel'skokhozyaystvennoy tekhniki. – М.: AgroNIITO, 1988. – 202 с.
10. **Atanazevich V.I.** Sushka zerna. М.: DeLi print, 2007. – 480 с.
11. **Dokin B.D., Gubarenko V.G., Aferina A.E. i dr.** Sistema mashin dlya kompleksnoy mekhanizatsii rastenievodstva v Sibiri na 1981–1985 gody: metod. rekom. – Novosibirsk: SibIME, 1982. – 358 с.
12. **Chepurin G.E.** Inzhenerno-tekhnicheskoe obespechenie protsessov uborki zernovykh kul'tur v ekstremal'nykh usloviyakh / RASKhN. Sib. otd-nie. SibIME. – Novosibirsk, 2000. – 228 с.
13. **Maksimchuk V.K., Sabashkin V.A.** Razrabotka raschetnogo metoda opredeleniya vlazhnosti zerna v zavisimosti ot pogodnykh usloviy / Issledovanie protsessov uborki i posleuborochnoy obrabotki zerna: nauch.-tekhn. byul. – Novosibirsk: SibIME, 1977. – С. 7–12.
14. **Maksimchuk V.K., Sabashkin V.A., Teslenko V.N.** Obosnovanie potrebnosti Novosibirskoy oblasti v mashinakh dlya posleuborochnoy obrabotki zerna: metodicheskie rekomendatsii. – Novosibirsk: Sib. otd-nie VASKhNIL, 1980. – 38 с.

REFERENCE

1. **Oleynikov V.D., Kuznetsov V.V., Gozman G.I.** Agregaty i komplekсы dlya posleuboroch-noy obrabotki zerna. – М.: Kolos, 1977. – 112 с.
2. **Chepurin G.E., Ivanov N.M., Kuznetsov A.V. i dr.** Uborka i posleuborochnaya obrabotka zerna v

15. Maksimchuk V.K., Sabashkin V.A., Teslenko V.N.
Raschet potrebnosti v zernoochisti-tel'no-
sushil'noy tekhnike // Industrial'nye tekhnologii i
sredstva kompleksnoy mekha-nizatsii sel'skokho-

zyaystvennogo proizvodstva: sb. nauch. tr.
VASKhNIL, Sib. otd-nie. – Novosibirsk, 1981. –
S. 43–47.

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF UNIFIED CLEANING AND DRYING COMPLEXES

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

Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture, SFSCA RAS

Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia

e-mail: sibime@ngs.ru

There is given gradation of conditions of postharvest grain processing at Siberian agricultural enterprises, due to three groups of natural areas: without drying of grain harvested (grain moisture of below 15 percent), single-time drying (grain moisture of 15 to 21 percent), and two-time drying (grain moisture of 21 to 27 percent). Enterprises of the first group of zones should be equipped with grain cleaning units, those of the second and third groups of zones with grain cleaning and drying complexes. Based on the volume of grain to be processed and performance of available machinery, four sizes of units and complexes with capacities of 100, 200, 400 and 800 tons of grain a day were established. With regard to the second group of zones, technological schemes for various combinations of conditions of postharvest grain processing were developed, and technical and economic parameters of variants of grain cleaning and drying complexes were determined. It has been found that when the capacity of the complex makes up 100 tons of grain a day, it is preferred, from the point of view of operating costs, to process grain by the flow line method; this requires certain additional investment. In case of investment resources deficit but the sufficient number of employees, an enterprise can use grain stocking at the processing ground. When using complexes with capacities of 200, 400 and 800 tons a day, a variant of grain processing with storing it in the operating silo is preferred. In case of manpower deficit but availability of extra capital investment, an enterprise is recommended to use the flow-line grain processing technology by means of the complex with the capacity of 200 tons of grain a day. If an enterprise lacks financial resources but has the sufficient number of employees, the scheme of grain processing, followed by its reservation at the covered area, should be used.

Keywords: postharvest grain processing, grain cleaning and drying complexes, technological scheme, technical and economic parameters, boundary conditions.

Поступила в редакцию 21.03.2017