



*CENELEC, the number of active standards CENELEC published during the 2012–2013 years, the number of active documents published in 2013, and the total number of published active all modern and old types of document CENELEC as of 31.12.2013, level equivalence between all modern types of documents CENELEC and the International Electrotechnical Commission (IEC).*

*Based on the results of quantitative analysis revealed the following five trends: 1) increase the total number of technical organs CENELEC; 2) growth of particles workshop agreement, technical specifications, guides and standards (european standards and harmonization documents) CENELEC in the general amount of published active all types of CENELEC documents; 3) reducing of particle technical reports; 4) reduction of particle older types of documents; 5) significant increase of particle identical documents CENELEC in the total number of all types of documents CENELEC.*

*The prospects of subsequent research are expounded: comparative analysis of all types of documents of the International Organization for Standardization (ISO), IEC, CEN, CENELEC, printed at the end of 2014 years, and development taking into account the modern state of economy of Ukraine of practical suggestions, in relation to priority of acceptance of different types of international and european documents at national level.*

**Key words:** *European Standard (CENELEC standard), Harmonization Document, Technical Specification, Amendment, Corrigenda, Interpretation Sheet, Technical Report, Guide, Workshop Agreement.*

#### REFERENCES

1. An Agreement is about Association between Ukraine, from one side, and by European Union, European Concord from atomic energy and their states-members, from other side of // Governmental portal (United web-portal of organs of executive power of Ukraine). — Access Mode: [http://www.kmu.gov.ua/control/uk/publish/printable\\_article?art\\_id=246581344](http://www.kmu.gov.ua/control/uk/publish/printable_article?art_id=246581344).
2. Gryshchenko F. Ukraina in eve participating in technical work of CEN and CENELEC / UkrNDISCI, his contribution to creation and development of the national systems of standardization and certification: materials of International scientific conference (Kyiv, on May, 25 in 2002) / State Committee of Ukraine for Technical Regulation and Consumer Policy (DSSU), Ukr. scientific-research in-t of standardization, certification and informatics. — Kharkiv: DP is «Editing of magazine «Standardization, certification, quality». — 2002. — 308 p. — (Special issue № 3–2002: 10 years UkrNDISCI).
3. Gryshchenko F. International Organization for Standardization. Types of documents and general rules of their development / F. Gryshchenko // Standardization, Certification, Quality. — 2013. — № 2. — P. 21–24.
4. Gryshchenko F. International Electrotechnical Commission. Analysis of types of documents / F. Gryshchenko // Standardization, Certification, Quality. — 2013. — № 3. — P. 30–34.
5. Velichko O.M. Bases of standardization and certification / O.M. Velichko, V.Yu. Kucheruk, T.B. Gordienko, V.M. Sevastyanov // Official web-site Ignatenko Oleksandr Grigory. — Access Mode: <http://ignatenko.vk.vntu.edu.ua/file/d5192139eb3dfb0597e7cda841630056.pdf>.
6. Gryshchenko F. European Committee for Standardization. Comparative analysis of types of documents / F. Gryshchenko // Grain Products and Mixed Fodder's. — 2013. — № 3. — P. 4–8.
7. About CENELEC // Official web-site of the European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC). — Access Mode: <http://www.cenelec.eu/aboutcenelec/whoware/index.html>.
8. The Dresden Agreement // Official web-site of the European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC). — Access Mode: <http://www.cenelec.eu/aboutcenelec/whoware/globalpartners/iec.html>.
9. DSTU 1.1:2001. National standardization. Standardization and contiguous types of activity. Terms and determinations of basic concepts. — [Operating from 2001-07-01]. — K.: State Committee of Ukraine for Technical Regulation and Consumer Policy (DSSU), 2003. — 38 p. — (National standard of Ukraine).
10. CENELEC Products // Official web-site of the European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC). — Access Mode: <http://www.cenelec.eu/standardsdevelopment/ourproducts/index.html>.
11. DSTU 1.0:2003. National standardization. Substantive provisions. — [Operating from 2003-07-01]. — K.: State Committee of Ukraine for Technical Regulation and Consumer Policy (DSSU), 2003. — 10 p. — (National standard of Ukraine).
12. CENELEC facts and figures // Official web-site of the European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC). — Access Mode: — Access Mode: <http://www.cenelec.eu/aboutcenelec/whatwedo/factsandfigures/index.html>.

Надійшла 28.08.2014

Адреса для переписки: 2, вул. Святошинська, м. Київ, 03115.  
Тел.: (044) 450-06-81, E-mail: [gff@ukrnc.org.ua](mailto:gff@ukrnc.org.ua)



УДК 664.72.001.2

Н.Я. КИРПА, д-р с.-х. наук

Государственное учреждение Институт сельского хозяйства степной зоны НААН Украины, г.Днепропетровск

## **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ СЕМЯН КУКУРУЗЫ В КАМЕРНЫХ СУШИЛКАХ**

*В материалах статьи проведен анализ исследований по энергосбережению и интенсификации процесса сушки. Исследованы и установлены различные технико-технологические приемы, которые по-разному снижают энергопотребление и интенсифицируют процесс сушки семян кукурузы.*

*Приведены технико-экономические показатели различных способов сушки семян кукурузы. Результаты исследования качества семян кукурузы после различных периодов двухстадийной сушки. Рассчитаны технико-экономические показатели сушилки СКПМ-15. Установлено, что сушка в режиме рециркуляции снижала расход топлива на 26%, электроэнергии – на 5% и не ухудшила качество семян кукурузы. Проведена оценка влияния способа продувки сушильных камер на производительность сушилки и качество семян в сушилке СКП-6. Исследовано влияние прогрева початков на технико-экономические показатели сушилки и качество семян в сушилке СКП-6. Установлено, что при параллельной продувке сушильных камер происходит улучшение качества семян, их всхожесть и сила роста, а также технико-экономических показателей – увеличивалась скорость сушки и производительность сушилки на 14,8% при тех же самых удельных затратах топлива. Изучены различные способы энергосбережения и интенсификации в процессе сушки семян кукурузы в камерных сушилках СКП-6 и СКПМ-15. К наиболее эффективным способам относятся предварительный прогрев початков и параллельная продувка сушильных камер, дифференцированные режимы сушки, в том числе на уровне максимально допустимого*



нагрева семян, а также рециркуляция и реверсирование агента сушки. Способ энергосбережения и интенсификации в обязательном порядке должен обеспечивать полное сохранение и повышение качества семян.

На основе полученных результатов предложено при проектировании новых сушилок и модернизации действующих предусматривать установку систем рециркуляции и реверсирования агента сушки, которые позволяют снизить потребление топлива на 20-26% по сравнению с типовыми сушилками камерного типа.

**Ключевые слова:** сушка семян кукурузы, энергосбережение, интенсификация, качество.

**Введение.** Семена кукурузы, в отличие от других зерновых культур, как правило, убираются с повышенной влажностью и подлежат немедленной тепловой сушке. Сушка семенной кукурузы проводится только в початках, в специальных сушилках, при сравнительно низкой интенсивности процесса и увеличенном энергопотреблении. Расчеты показывают, что тепловой коэффициент процесса составляет 30-40%, поэтому значительная часть тепла (топливо, электроэнергия) расходуется неэффективно.

Проблема энергопотребления становится все более актуальной в связи с постоянным повышением стоимости всех видов энергоматериалов – топлива дизельного и газообразного, электроэнергии. Также проблема усиливается из-за перемещения семеноводства кукурузы в северные районы Украины (Лесостепь и часть Полесья), поскольку в них складываются более благоприятные условия выращивания. Однако семенной материал в этих регионах имеет высокую уборочную влажность, из-за чего вырастают затраты на сушку.

**Анализ исследований по энергосбережению и интенсификации процесса.** Исследованы и установлены различные технико-технологические приемы, которые по-разному снижают энергопотребление и интенсифицируют процесс сушки семян кукурузы. К наиболее эффективным следует отнести: способ двухстадийной сушки, включающий сушку початков на первой стадии, их обмолот и досушивание зерна на второй; импульсный режим с периодами кратковременного нагрева и охлаждения; максимально допустимые температуры нагрева семян и агента сушки; реверсирование и рециркуляцию агента сушки (теплоносителя); способ распределения теплоносителя по камерам [1-7]. Рекомендуются в качестве вспомогательных также дополнительная герметизация сушилки, максимальная загрузка камер, их послонная продувка, замена вентиляторов, установка в сушильных камерах различных устройств, позволяющих укладывать початки без их обрушивания, отбор самообрушенного зерна из массы початков [2, 8]. Анализ показывает, что при этом различные приемы по-разному влияют на основное условие сушки – выход и качество семян, которое должно соответствовать установленным требованиям. Отдельные приемы обеспечивают значительное энергосбережение и существенно интенсифицируют процесс, но их влияние

на качество семян не установлено или приводит к разным результатам.

**Целью работы** было провести изучение наиболее эффективных технико-технологических приемов сушки, в том числе новых, установить их влияние на качество семян кукурузы, энергетику и интенсивность процесса.

**Методика исследований.** Процесс сушки, ее способы и параметры изучали в сушилках камерного типа СКП-6 и СКПМ-15, вид топлива – жидкое дизельное и газообразное. Влажность зерна кукурузы составляла в начале сушки 28-35%, в конце 13-14%. Для сушки использовали гибриды кукурузы различной группы спелости селекции ГУ Институт сельского хозяйства степной зоны НААН Украины. За результатами исследований устанавливали технико-экономические показатели сушилки – ее производительность, скорость сушки, расход топлива и электроэнергии. Качество семян (всхожесть, силу роста) изучали за методами, рекомендованными для кукурузы [9, 10]. Кроме того, семена высевали в поле, где определяли их полевую схожесть и урожайность с целью наиболее полной и всесторонней оценки качества [11].

Часть опытов на хлебоприемных предприятиях и элеваторах проводили совместно с сотрудниками Одесской национальной академии пищевых технологий (В.И. Алейников, А.Н. Смоляр).

#### Результаты исследований.

Одним из наиболее эффективных приемов, обеспечивающих энергосбережение и интенсификацию, является двухстадийный способ, который включал сушку початков в сушилке СКП-6, их обмолот и досушивание зерна в сушилке 2ДСП-320Т. При двухстадийном способе повышалась производительность камерной сушилки на 24,4%, снижался расход топлива на 40% по сравнению с полной одностадийной сушкой в початках (табл. 1).

Однако качество семян ухудшалось после первого периода двухстадийной сушки (табл. 2). Начиная с обмолота и в дальнейшем, после сушки в шахтной сушилке, снижалась всхожесть семян, их сила роста, полевая всхожесть и урожайность. Причинами снижения качества является в основном травмирование семян, которое увеличивается в 2,2-2,5 раза по сравнению с периодом сушки. Увеличивалась также трещиноватость зерновки (на 9,2-41,5%), снижалась ее прочность особенно после сушки в шахтной сушилке.

Поэтому, несмотря на существенное улучшение технико-экономических показателей, способ двухстадийной сушки

**Технико-экономические показатели различных способов сушки семян кукурузы**

Способ	Скорость сушки зерна, %/ч			Производительность камеры, т-%/ч	Расход топлива, кг/т-%
	стадия I	стадия II	общая		
Одностадийный	-	-	0,277	14,9	3,5
Двухстадийный	0,404	6,6	0,654	19,7	2,1

не может быть рекомендован из-за отрицательного влияния на качество семян. Вероятность его применения зависит от совершенствования и разработки новых технико-технологических решений процесса обмолота влажных початков и оптимизации режимов досушивания семян.

Среди параметров сушки в наибольшей степени на энергозатраты влияет температурный режим. Для камерных сушилок рекомендуется режим, который был рассчитан исходя из следующих условий: линейная зависимость между влажностью и температурой нагрева зерна; постоянство параметров сушки в различных местах насыпи початков; стабильность объектов сушки; разница температур в 4°C между агентом сушки и зерном [12]. Однако в процессе сушки условия значительно изменяются, поэтому рекомендованный режим часто становится не эффективным и снижает технико-экономические показатели камерных сушилок.

В связи с этим изучается и предлагается вести дифференцированную сушку при постоянно нарастающем или ступенчатом режиме. При нарастающем режиме скорость повышения температуры должна соответствовать скорости сушки семян. При ступенчатом температура зависит от влажности початков, находящихся в крайних слоях насыпи со стороны входа агента сушки.

Исследования показали, что при дифференцированных режимах можно повысить среднюю температуру сушки на 2-3°C, увеличить производительность сушки на 15-18% при полном сбережении качества семян. Желательно, чтобы при дифференцированных режимах сушилка работала в циклическом режиме и была оснащена дистанционной термолагодометрией во всех камерах.

С целью интенсификации и энергосбережения существенное значение имеет применение максимально допустимой температуры агента сушки. Исследования, проведенные совместно с ОНАХТ показали, что температуру можно повысить при условии частого реверсирования агента сушки (изменения

направления продувки). В опытах установлено, что при температуре агента сушки 50-55°C реверсирование должно осуществляться через 30 минут [6]. При таких условиях повышалась средняя скорость сушки на 20-27%, производительность камеры – на 15-21% по сравнению с типовым режимом, рекомендованным для камерных сушилок. Но необходимо отметить, что режим интенсификации можно применять только при сушке семян с повышенной термостойкостью, а именно для гибридов с влажностью до 30-32%.

В последнее время все большее число сушилок, в том числе камерных, переводится на рециркуляцию агента сушки (повторное использование в замкнутом или частично замкнутом сушильном контуре). В наших опытах установлено, что режим рециркуляции зависит от способа работы сушилки, а именно, циклическом или бесциклическом.

При циклическом способе все камеры сушилки загружали и включали в работу одновременно. Систему рециркуляции включали после 20-30 часов сушки, когда относительная влажность отработанного агента составила 60% и ниже, а температура 25-30°C при температуре агента на входе 40-45°C.

При бесциклическом способе большее число камер находилось в режиме сушки, две – под грузкой-выгрузкой. Опыты показали, что при каждом подключении камеры с влажными початками изменялись показатели отработанного агента сушки таким образом: повышалась относительная влажность на 12-18%, снижалась температура на 3-5°C в течение 5-8 часов. После истечения данного периода отработанный агент имел относительную влажность 50-58% и температуру 31-33°C, то есть был пригодным для рециркуляции.

Сушка в режиме рециркуляции снижала расход топлива на 26%, электроэнергии – на 5% и не ухудшала качество семян кукурузы (табл. 3).

К причинам, влияющим на энергосбережение и интенсивность процесса сушки, относится также способ продувки камер сушилки. Инструкцией реко-

Таблица 2

Качество семян кукурузы после различных периодов двухстадийной сушки

Периоды сушки	Всхожесть семян, %			Высота растений, см		Урожай зерна, т/га
	лабораторная		полевая	фаза 7-8 листьев	заключительная	
	стандарт-метод	холодный тест				
Загрузка початков в сушилку	99	90	85	79,6	208,4	4,90
Сушка початков	99	88	87	76,1	208,5	4,92
Обмолот початков	94	73	65	75,0	204,9	4,48
Сушка семян	73	42	52	71,4	191,1	4,08

Таблица 3

Технико-экономические показатели сушилки СКПМ-15 и качество семян кукурузы при различных способах сушки

Способ сушки	Скорость сушки, %/час	Расход на 1 т-%		Всхожесть, %		Урожайность зерна, т/га
		топливо, Мдж	электроэнергия, кВт час	лабораторная	полевая	
Без рециркуляции	0,28	87,9	1,50	96	82	7,20
Рециркуляция	0,27	65,1	1,43	96	86	7,21



**Таблица 4**  
**Влияние способа продувки сушильных камер на производительность сушилки и качество семян, сушилка СКП-6**

Способ продувки	Продуктивность камеры, т-%/час	Качество семян			
		всхожесть, %		сила роста	
		лабораторная	полевая	всходы, %	масса 100 ростков, г
Параллельный	21,7	96	82	92	22,5
Последовательный	18,9	94	76	89	17,4

**Таблица 5**  
**Влияние прогрева початков на технико-экономические показатели сушилки и качество семян, сушилка СКП-6**

Показатели	Прогрев	Без прогрева (контроль)
<i>Технико-экономические:</i>		
- средняя температура агента сушки, °С	42,5	44,7
- экспозиция сушки, час	80	73
- скорость сушки, %/час	0,256	0,284
- производительность камеры, т-%/час	16,5	18,5
<i>Качество семян:</i>		
- всхожесть, %	98	98
- сила роста, %	95	96
- всхожесть полевая, %	85	85
- урожайность зерна, т/га	5,56	5,91

мендовано продувать камеры по последовательной схеме, согласно которой агент сушки подается первоначально в группу камер прошедших первый период сушки, а затем в группу камер со свежезагруженными початками. Считается, что при такой схеме более эффективно используется тепловой потенциал агента сушки и топливо. Исследования приводят к другим результатам – снижается интенсивность влагоиспарения и скорость сушки початков, возрастает аэродинамическое сопротивление в воздушной сети сушилки, появляется риск запаривания и ухудшения качества семян, особенно в камерах с влажными початками.

Поэтому изучали способ параллельной продувки сушильных камер, при котором агент сушки подается одновременно во все камеры в режиме «снизу-вверх» или «сверху-вниз». Установлено улучшение технико-экономических показателей – увеличивалась скорость сушки и производительность сушилки на 14,8% при тех же самых удельных затратах топлива (табл. 4). Улучшалось также качество семян, их всхожесть и сила роста.

К особым способам интенсификации и энергосбережения следует отнести предварительный прогрев початков. Суть его заключается в том, что массив початков, находящихся в сушильных камерах, в первоначальный период медленно разогревается, поэтому температура зерна значительно ниже, чем агента сушки. Например, в течение первых 6 часов температура початков не превышала 32°C, а зерна – 25°C при температуре агента сушки 43-45°C. При повышении температуры агента до 50°C максимальный нагрев початков составил 39°C, зерна – 34°C, что допускается в процессе сушки семенного материала.

Применение предварительного прогрева сократило экспозицию сушилки на 7 часов, увеличило среднюю скорость сушки на 10,9%, продуктивность сушилки – на 12,1% по сравнению с обычной технологией (табл. 5). При этом полностью сохранялось качество семян – их всхожесть и сила роста.

Помимо нагрева початков, находящихся в сушильной камере, изучали их прогрев и подсушивание вне сушилки, в накопительных бункерах. Такие бункера устанавливаются возле сушилки и служат для резерва и ее заполнения при отсутствии подвоза початков. Для прогрева початков бункер и сушилку соединяли каналом, в котором подавали отработанный агент сушки. Отработанный агент имел в опытах такие показатели: температуру 30-40°C, относительную влажность 28-70% в зависимости от периода сушки. Масса початков, находящихся в бункере, составила 150 т, продувка велась в режиме «снизу-вверх».

В процессе прогрева початков выявлено снижение влажности зерна на 2-5%, стержней – на 1-4% в основном в нижних слоях насыпи бункера. Однако практического эффекта от нагрева не получено, поскольку подсушивание было неравномерным и продолжительность сушки всей массы початков не сокращалась. Была затруднительной также выгрузка початков в связи с их уплотнением из-за нагрева. Для создания сушильной системы «сушилка-бункер» необходимо применять дополнительные затраты, осуществить капитальное переустройство бункера, проводить его герметизацию, соединять с сушилкой.

**Выводы.** Сушка семян кукурузы относится к энергозатратным технологическим процессам, а камерные типовые сушилки периодического действия к агрегатам с низким коэффициентом теплового действия и интенсивности.

С целью энергосбережения и интенсификации процесса рекомендуются следующие технико-технологические способы сушки: предварительный прогрев початков и параллельная продувка сушильных камер; дифференцированные режимы сушки, в том числе на уровне максимально допустимого нагрева семян; рециркуляция агента сушки. Способ энергосбережения и интенсификации в обязательном порядке должен обеспечивать полное сохранение и повышение качества семян.

При проектировании новых сушилок и модернизации действующих предусматривать установку систем рециркуляции и реверсирования агента сушки, которые позволяют снижать потребление топлива на 20-26% по сравнению с типовыми сушилками камерного типа.

