

ПЕРЕРАБОТКА ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА



УДК 633.1:664.641.004.12

С.Ю. Бузоверов, В.И. Лобанов
S.Yu. Buzoverov, V.I. Lobanov

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УВЛАЖНЕНИЯ ЗЕРНА ПЕРЕД ПОМОЛОМ НА СПИРАЛЬНОМ ШНЕКЕ

THE STUDY OF WHEAT GRAIN TEMPERING IN TEMPERING SCREW PRIOR TO GRINDING

Ключевые слова: перерабатывающая промышленность, мукомольная промышленность, гидротермическая обработка зерна, отволаживание зерна, мукомольные свойства зерна, шнековый увлажнитель.

Одним из путей решения проблемы повышения мукомольных свойств зерна пшеницы является совершенствование процесса его увлажнения непосредственно перед помолом и улучшение мукомольных свойств. Целью исследований послужило изучение распределения влаги в зерновом материале в зависимости от способа гидротермической обработки (ГТО) и определение коэффициента внутреннего трения зерна до и после увлажнения. Основная задача исследований – определение влияния влажности исходного сырья, входящего на первую драную систему, на выход муки и основные показатели ее качества, а также определение коэффициента внутреннего трения зерна в бункере со спиральным шнеком. Самая оптимальная влажность зерна I драной системы равна 17,0%, так как при этой влажности получились самые оптимальные показатели количества и качества готовой продукции: влажность муки высшего сорта – 15%, первого сорта – 14,8, манной крупы – 15,4, количество муки высшего сорта – 20,5%, манной крупы – 4%, общий выход муки – 75,5%. Отклонение влажности зерна на I драной системе в большую или меньшую сторону приведет к снижению эффективности переработки зерна пшеницы. Проведенные исследования на ЗАО «Табунский элеватор» указывают на оптимальную влажность при максимальной производительности перед I драной системой $\omega = 15\%$. В этом случае угол внутреннего трения $\varphi = 37,4^\circ$. Поэтому предлагаем для дальнейших расчётов

ориентироваться на оптимальный угол внутреннего трения $\varphi = 37^\circ$ при $\omega = 15\%$.

Keywords: processing industry, flour-milling industry, hydrothermal treatment of grain, tempering, grain milling qualities, tempering screw.

One of the solutions of wheat grain milling qualities increase problem is the improvement of the tempering process prior to grinding. The goal of this research was to study moisture distribution in grain material depending on the hydrothermal treatment technique and to define the internal-friction coefficient of grain before and after tempering. The main research objective was to reveal the effect of the moisture content of the starting raw material being fed to the First Break system on flour-extraction and the main flour quality indices, and to determine the internal-friction coefficient of grain in the hopper housing the tempering screw. It is found that the most optimum grain moisture level of First Break system is 17.0% as that moisture level enables obtaining the following most optimum quantity and quality indices of the finished product: moisture content of the premium grade flour – 15%, that of the first grade flour – 14.8%, and that of semolina – 15.4%; the amount of premium grade flour made 20.5%, that of semolina – 4%, and the total flour-extraction ratio made 75.5%. The deviation of grain moisture level at First Break system may decrease the efficiency of wheat grain processing. The research conducted in the mill of the ZAO "Tabunskiy Elevator", the Altai Region, indicates the optimum moisture level at the maximum through-put prior to First Break system as much as $\omega = 15\%$. In that case the internal friction angle made $\varphi = 37.4^\circ$. Therefore, we propose for further calculations to be guided by the optimum internal friction angle $\varphi = 37^\circ$ at $\omega = 15\%$.

Бузоверов Сергей Юрьевич, к.с.-х.н., доцент, каф. «Механизация переработки сельскохозяйственной продукции», Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-80-56. E-mail: mpsp-asau@mail.ru.

Лобанов Владимир Иванович, к.т.н., доцент, зав. каф. «Механизация переработки сельскохозяйственной продукции», Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-80-56. E-mail: mpsp-asau@mail.ru.

Buzoverov Sergey Yuryevich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agricultural Product Processing Mechanization, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-80-56. E-mail: mpsp-asau@mail.ru.

Lobanov Vladimir Ivanovich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Agricultural Product Processing Mechanization, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-80-56. E-mail: mpsp-asau@mail.ru.

Введение

Качество выпускаемой продукции на любых типах мукомольных цехов и заводов во многом зависит от качества исходного зерна. В этом направлении европейские страны и Россия, а также страны СНГ имеют различный подход к решению данного вопроса, отсюда и получаемые результаты. В Европе общепринятым законом является поставка на заводы зерна мельничных кондиций, то есть определенной влажности, минимальной засоренности и т.д. [1]

Зерно, поступающее на переработку, обычно имеет небольшую влажность, при этом структурно-механические свойства эндосперма и оболочек различаются незначительно. Поэтому разделить их трудно, и результаты переработки такого зерна ниже, то есть выход и качество готовой продукции не соответствуют требованиям «Правил организации и ведения технологического процесса на мельницах» [2, 3].

Для изменения технологических свойств зерна применяют различные методы гидро-термической обработки (ГТО) или кондиционирования. При проведении ГТО зерна стремятся, прежде всего, усилить различие свойств оболочек и эндосперма.

На мукомольном заводе процесс ГТО ведут так, чтобы снизить прочность эндосперма и повысить прочность оболочек. Чем более интенсивнее произойдут изменения, тем выше эффективность переработки зерна в муку.

В настоящее время на современных мукомольных заводах применяют холодное кондиционирование.

Наряду с вышеуказанным вызывает интерес изучение движения жидкости через слой зернистого материала.

При движении жидкости или газа через слой зернистого материала считают, что поток одновременно обтекает отдельные частицы или элементы слоя и движется внутри пор и пустот, образующих систему извилистых каналов переменного сечения. Изучение такого движения составляет смешанную задачу гидродинамики. Слой зернистого материала при этом может быть неподвижным или подвижным (взвешенным). Движение жидкости или газа в слое зернистых матери-

алов или насадочных тел зависит от многих факторов: направления потока газа или жидкости (восходящий или нисходящий), скорости потока, гидравлического сопротивления слоя (высоты слоя, его однородности, размера частиц, их формы), удельной поверхности частиц и их скорости витания [4-8].

Материал и методы исследований

Одним из путей решения данной проблемы является совершенствование процесса увлажнения зерна перед помолом и улучшение его мукомольных свойств.

Цель исследований – изучение распределения влаги в зерновом материале в зависимости от способа ГТО и определение коэффициента внутреннего трения зерна до и после увлажнения.

Основная задача исследований – определение влияния влажности исходного сырья, входящего на первую драную систему, на выход муки и основные показатели ее качества, а также определение коэффициента внутреннего трения зерна в бункере со спиральным шнеком.

Результаты исследований

Экспериментальные исследования проводились в условиях лаборатории ЗАО «Табунский элеватор» Табунского района Алтайского края, а также лаборатории «Процессы и аппараты» кафедры МПСР ФГБОУ ВПО АГАУ.

Анализируя данные таблицы 1, становится ясно, что самая оптимальная влажность зерна I драной системы равна 17,0%, так как при этой влажности получились самые оптимальные показатели количества и качества готовой продукции: влажность муки высшего сорта – 15%, первого сорта – 14,8, манной крупы – 15,4, количество муки высшего сорта – 20,5, манной крупы – 4, общий выход муки – 75,5%. Отклонение влажности зерна на I драной системе в большую или меньшую сторону приведет к снижению эффективности переработки зерна пшеницы.

Лабораторная установка для формирования конуса из сыпучих материалов и замера параметров этого конуса изображена на рисунках 1-2.

Основные показатели качества зерна и муки (экспериментальные данные)

№ образца	Влажность зерна, %			Влажность продукции, %			Клейковина, %		Выход муки, %			
	с элеватора	после первого отволаживания	на I драной системе	мука, высший сорт	мука, первый сорт	манная крупа	мука, высший сорт	мука, первый сорт	высшего сорта	первого сорта	манной крупы	общий
1	13,4	15,0	15,0	13,6	13,4	14,0	28,0	30,0	10,0	67,0	0,0	77,0
2	13,4	15,0	15,1	13,7	13,5	14,1	28,0	30,0	12,0	64,5	0,0	76,5
3	13,4	15,0	15,2	13,8	13,6	14,2	28,0	30,0	14,0	62,0	0,0	76,0
4	13,4	15,0	15,3	13,9	13,7	14,3	28,0	30,0	16,0	58,5	1,0	75,5
5	13,4	15,0	15,4	14,0	13,8	14,4	28,0	30,0	20,0	53,0	2,0	75,0
6	13,4	15,0	15,5	14,1	13,9	14,5	28,0	30,0	24,0	49,0	2,0	75,0
7	13,4	15,0	15,6	14,2	14,0	14,6	28,0	30,0	28,0	44,0	3,0	75,0
8	13,4	15,0	15,7	14,3	14,1	14,7	28,0	30,0	32,0	40,0	3,0	75,0
9	13,4	15,0	15,8	14,4	14,2	14,8	28,0	30,0	36,0	35,0	4,0	75,0
10	13,4	15,0	15,9	14,5	14,3	14,9	28,0	30,0	38,0	33,0	4,0	75,0
11	13,4	15,0	16,0	14,6	14,4	15,0	28,0	30,0	42,0	29,0	4,0	75,0
12	13,4	15,0	16,1	14,7	14,5	15,1	28,0	30,0	46,0	25,0	4,0	75,0
13	13,4	15,0	16,2	14,8	14,6	15,2	28,0	30,0	48,0	23,2	4,0	75,2
14	13,4	15,0	16,3	14,9	14,7	15,3	28,0	30,0	50,0	21,4	4,0	75,4
15	13,4	15,0	16,4	15,0	14,8	15,4	28,0	30,0	51,0	20,5	4,0	75,5
16	13,4	15,0	16,5	15,1	14,9	15,5	28,0	30,0	52,0	19,3	4,0	75,3
17	13,4	15,0	16,6	15,2	15,0	15,6	28,0	30,0	53,0	18,0	4,0	75,0
18	13,4	15,0	16,7	15,3	15,1	15,7	28,0	30,0	54,0	16,7	4,0	74,7
19	13,4	15,0	16,8	15,4	15,2	15,8	28,0	30,0	56,0	14,4	4,0	74,4
20	13,4	15,0	16,9	15,5	15,3	15,9	28,0	30,0	58,0	12,2	4,0	74,2

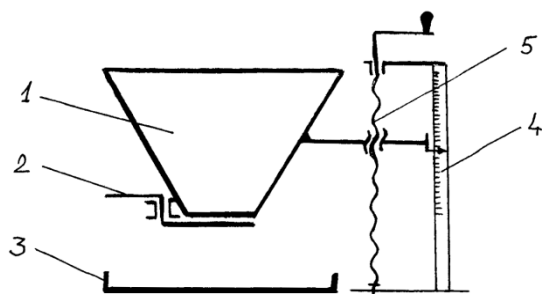


Рис. 1. Схема экспериментальной установки



Рис. 2. Экспериментальная установка

Установка включает бункер 1 с регулирующей заслонкой 2. Под бункером устанавливается мерный ящик 3, на дне которого имеются восемь радиально расположенных

миллиметровых шкал с началом отсчета от центра. Кроме того, устройство снабжено направляющей 4 с мерной линейкой и механизмом подъема бункера 5.

Исходя из конструкции предлагаемого спирального увлажнителя следует, что производительность и высота увлажняемого материала зависят от угла внутреннего трения, который меняется в зависимости от влажности материала.

Исследования по определению влияния влажности на угол внутреннего трения на спиральном шнеке проводили в лаборатории «Процессы и аппараты» кафедры МПСР. Для чего использовалась экспериментальная установка для формирования конуса из сыпучих материалов и замера параметров этого конуса.

На основании проведенных измерений были построены графики влияния влажности зерна на угол внутреннего трения увлажнителя (рис. 3) и высоты материала в увлажнителе (рис. 4).

Из рисунка 3 видно, что при повышении влажности происходит резкое нарастание угла внутреннего трения увлажнителя. Это можно объяснить тем, что увеличиваются силы сцепления между отдельными частицами. По достижении влажности зернового материала 15% угол внутреннего трения составляет 38,4°. Затем, когда влажность повыша-

ем до 16,5-17,1%, угол внутреннего трения не только не нарастает, а наблюдается его незначительное снижение. Вероятно, при дальнейшем повышении влажности материала,

он будет проявлять свои адгезионные свойства, в результате увеличиваются силы сцепления между отдельными частицами.

Таблица 2

Данные экспериментальных исследований и расчетов

Влажность зерна, %	Номер опыта	H, мм	R _{ср} , мм	f _i	f _{ср}	φ	Обработка результатов измерений			
							f _i -f _{ср}	(f _i -f _{ср}) ²	S _x	σ
11,3	1	70	157,5	0,444	0,454	27,1	-0,01	0,0001	0,018	0,01
	2	75	157,5	0,476			0,022	0,0008		
	3	70	157,5	0,444			-0,01	0,0001		
13,5	1	92	159	0,545	0,551	32,4	-0,01	0,0001	0,011	0,006
	2	94	159	0,561			0,01	0,0001		
	3	92	157	0,547			-0,004	0,00002		
15,0	1	110	164	0,642	0,653	37,4	0,011	0,0001	0,007	0,007
	2	112	160	0,658			0,005	0,0001		
	3	110	169	0,659			0,006	0,0001		
16,5	1	115	167,5	0,686	0,679	39,7	0,07	0,00005	0,0058	0,003
	2	115	170	0,676			-0,03	0,00001		
	3	115	170	0,676			-0,03	0,00001		
17,1	1	114	169	0,679	0,678	37,9	0,001	0,0001	0,001	0,001
	2	117	163	0,679			0,001	0,0001		
	3	112	167	0,677			-0,001	0,0001		

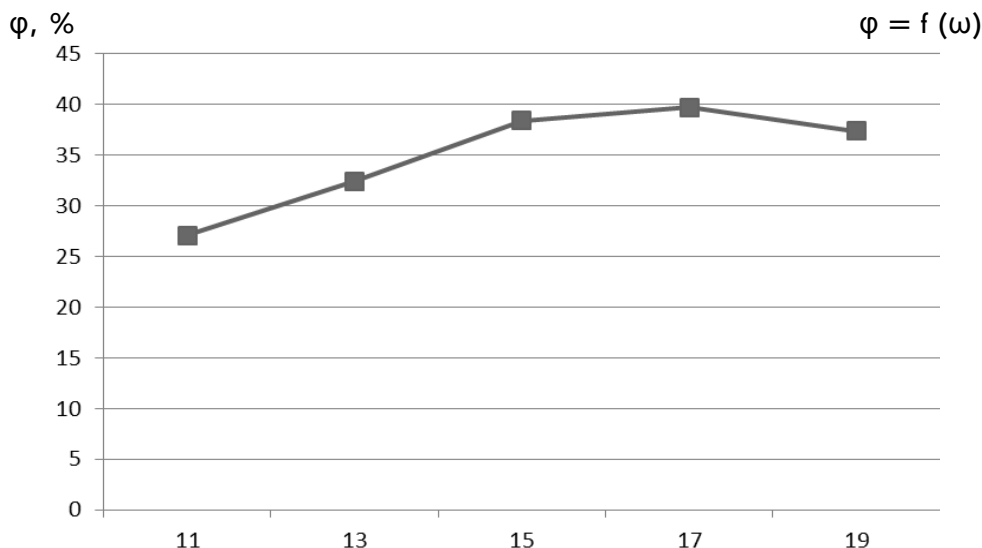


Рис. 3. Влияние влажности зерна на угол внутреннего трения увлажнителя

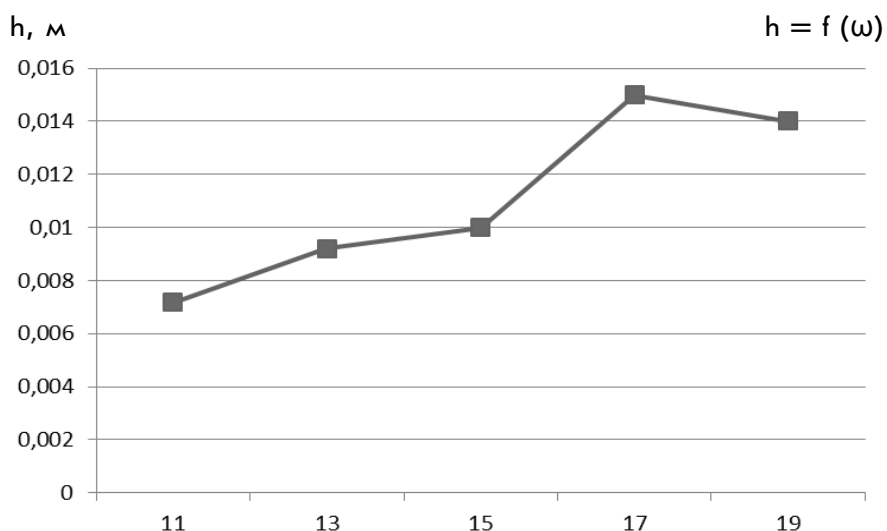


Рис. 4. Высота насыпного конуса

Аналогичная ситуация наблюдается и по влиянию влажности на высоту слоя материала в увлажнителе (рис. 4). Полученные результаты не в полной мере согласуются с литературными данными. Ранее был использован для расчетов угол внутреннего трения $\varphi = 35^\circ$ для пшеницы. Согласно рисунку 4 угол $\varphi = 35^\circ$ соответствует влажности $\omega = 14\%$. Проведенные исследования на ЗАО «Табунский элеватор» указывают на оптимальную влажность при максимальной производительности перед I драной системой $\omega = 15\%$. В этом случае угол внутреннего трения $\varphi = 37,4^\circ$. Поэтому мы предлагаем для дальнейших расчётов ориентироваться на оптимальный угол внутреннего трения $\varphi = 37^\circ$ при $\omega = 15\%$.

Выводы

1. Самая оптимальная влажность зерна I драной системы равна 17,0%, так как при этой влажности получились самые оптимальные показатели количества и качества готовой продукции: влажность муки высшего сорта – 15%, первого сорта – 14,8, манной крупы – 15,4, количество муки высшего сорта – 20,5, манной крупы – 4, общий выход муки – 75,5%. Отклонение влажности зерна на I драной системе в большую или меньшую сторону приведет к снижению эффективности переработки зерна пшеницы.

2. Проведенные исследования на ЗАО «Табунский элеватор» указывают на оптимальную влажность при максимальной производительности перед I драной системой $\omega = 15\%$. В этом случае угол внутреннего трения $\varphi = 37,4^\circ$. Поэтому мы предлагаем для дальнейших расчётов ориентироваться на оптимальный угол внутреннего трения $\varphi = 37^\circ$ при $\omega = 15\%$.

Библиографический список

1. Воробьев В.П. Технологический процесс на мельницах по переработке пшеницы мягких сортов и ржи. – Барнаул: ТОО Администрации Алтайского края, 2002. – 81 с.
2. Могучева Э.П., Гондаренко Н.А. Совершенствование процесса подготовки зерна к помолу: методические указания. – Барнаул: Изд-во АПИ им. И.И. Ползунова, 1991. – 66 с.

ул: Изд-во АПИ им. И.И. Ползунова, 1991. – 66 с.

3. Вашкевич В.В. Технология размола зерна в муку: лабораторный практикум. – Барнаул: Изд-во АПИ им. И.И. Ползунова, 1991. – 79 с.

4. Процессы и аппараты: методические указания к лабораторным работам / В.И. Лобанов. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – 116 с.

5. Процессы и аппараты пищевых производств: учебник для вузов: в 2 кн. / под ред. А.Н. Острикова. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 912 с.

6. Процессы и аппараты пищевой технологии: учебник / под ред. С.А. Бредихина. – СПб.: ГИОРД, 2014. – 908 с.

7. Технология пищевых производств / под ред. Л.П. Нечаева. – М.: КолосС, 2005. – 768 с.

8. Harkins J. Quality indicators of a flour depending on its humidity // Food market. – 2004. – P. 193-200.

References

1. Vorob'ev V.P. Tekhnologicheskii protsess na mel'nitsakh po pererabotke pshenitsy myagkikh sortov i rzihi. – Barnaul: TOO Administratsii Altaiskogo kraja, 2002. – 81 s.

2. Mogucheva E.P., Gondarenko N.A. Sovershenstvovanie protsessa podgotovki zerna k pomolu: metodicheskie ukazaniya. – Barnaul: Izd-vo API im. I.I. Polzunova, 1991. – 66 s.

3. Vashkevich V.V. Tekhnologiya razmola zerna v muku: laboratornyi praktikum. – Barnaul: Izd-vo API im. I.I. Polzunova, 1991. – 79 s.

4. Protsessy i apparaty: metodicheskie ukazaniya k laboratornym rabotam / V.I. Lobanov. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2006. – 116 s.

5. Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv: uchebnik dlya vuzov: v 2 kn. / pod red. A.N. Ostrikova. – SPb.: GIORД, 2012. – 912 s.

6. Protsessy i apparaty pishchevoi tekhnologii: uchebnik / pod red. S.A. Bredikhina. – SPb.: GIORД, 2014. – 908 s.

7. Tekhnologiya pishchevykh proizvodstv / pod red. L.P. Nechaeva. – M.: KolosS, 2005. – 768 s.

8. Harkins J. Quality indicators of a flour depending on its humidity // Food market, 2004. – P. 193-200.

