

ПЕРЕРАБОТКА ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 664.7: 62-98

С.Ю. Бузоверов, Н.С. Протасов
S.Yu. Buzoverov, N.S. Profasov

К ВОПРОСУ МОДЕРНИЗАЦИИ УВЛАЖНИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

ON THE MODERNIZATION OF TEMPERING DEVICE FOR GRAIN HYDROTHERMAL TREATMENT

Ключевые слова: перерабатывающая промышленность, мукомольная промышленность, переработка зерна, гидротермическая обработка, отволаживание, вакуум, давление.

Одним из приемов, позволяющих улучшить технологические свойства зерна, поступающего в переработку, является его гидротермическая обработка (ГТО). Наиболее перспективный метод ГТО – обработка зерна водой. Холодное кондиционирование зерна. Основными факторами холодного кондиционирования, воздействующими на технологические свойства зерна пшеницы, являются степень увлажнения и длительность отволаживания зерна. При этом на эффективность процесса ГТО существенное влияние оказывает интенсивность увлажнения зерна. Одним из путей совершенствования данной проблемы является совершенствование процесса увлажнения зерна перед помолом посредством улучшения производительности шнекового увлажнителя и повышения эффективности его работы. Целью исследований является модернизация аппарата для увлажнения и отволаживания зерна пшеницы путем внесения в него конструктивных изменений. Предложенный способ увлажнения зерна за время отволаживания позволяет установить равновесную влажность всей зерновки. По данным экспериментов в серийной технологии отволаживание зерна завершается в среднем за 14 ч, а в предлагаемой – за 6-7 ч. Усовершенствованная увлажнительная установка (снабженная двумя пульсаторами вакуума и

давления) сокращает процесс увлажнения вдвое, а также увеличивает диапазон увлажнения и время отволаживания.

Keywords: processing industry, flour-milling industry, grain processing, hydrothermal treatment, tempering, vacuum, pressure.

One of the techniques to improve the processing properties of grain is grain hydrothermal treatment (HT). The most promising grain treatment technique is treating grain with water. This is so-called cold tempering. The main factors of cold tempering affecting wheat grain processing properties are the degree of moistening and tempering duration. The effectiveness of hydrothermal treatment is significantly affected by grain moistening intensity. A way to improve the moistening intensity is to improve grain moistening process prior to milling by increasing the performance of tempering screw. The research goal is to upgrade the device for wheat grain moistening and tempering by making some structural changes. The proposed technique of grain moistening ensures equivalent moisture content of all grain during tempering. The experiments conducted by the standard technology have shown the average grain tempering time of 14 hours; the proposed technology reduces tempering time to 6...7 hours. The upgraded moistening device (equipped with two vacuum and pressure pulsators) halves the moistening process times and also extends the moistening range and tempering time.

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

Протасов Николай Сергеевич, магистрант, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-80-56. E-mail: protasow.n@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: s-buzoverov@mail.ru.

Profasov Nikolay Sergeevich, master's degree student, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-80-56. E-mail: protasow.n@mail.ru.

Введение

Производство зерна является ведущей отраслью агропромышленного комплекса нашей страны. Это связано с тем, что зерновые продукты являются не только непосредственными продуктами питания (в виде хлеба, круп и т.д.), но и основной кормовой базой для животных. Непосредственно в пищу человек ежегодно потребляет около 140 кг различных продуктов из хлеба. Главная ценность злаков для человека заключается в их плодах, богатых крахмалом, перерабатываемых в муку и крупу [1-4].

Одним из приемов, позволяющих улучшить технологические свойства зерна, поступающего в переработку, является его гидротермическая обработка (ГТО). Наиболее перспективный метод ГТО – обработка зерна водой. Это, так называемое, холодное кондиционирование зерна. Основными факторами холодного кондиционирования, воздействующими на технологические свойства зерна пшеницы, являются степень увлажнения и длительность отволаживания зерна. При этом на эффективность процесса ГТО существенное влияние оказывает интенсивность увлажнения зерна [5].

Производство пшеничной муки в нашей стране развито достаточно сильно. По информации Росстата на 1 января 2015 г. производством муки в стране занимались 495 средних и крупных и 1662 малых предприятия. На этих предприятиях актуальна проблема нехватки площадей под необходимое число бункеров для отволаживания зерна, следствием этого является снижение выходов муки, в результате чего снижается конкурентоспособность мельниц малой мощности. В связи с этим одним из направлений исследования процесса гидротермической обработки пшеницы является поиск способов интенсивного увлажнения зерна, позволяющих сократить технологический цикл производства муки за счет уменьшения времени отволаживания, при этом нельзя допускать снижения выходов и ухудшения качества получаемой муки [6, 7].

Материал и методы исследований

Одним из путей совершенствования данной проблемы является совершенствование процесса увлажнения зерна перед помолом посредством улучшения производительности шнекового увлажнителя и повышения эффективности его работы.

Целью исследований является модернизация аппарата для увлажнения и отволаживания зерна пшеницы путем внесения в него конструктивных изменений.

Результаты исследований

Увлажнительная машина для зерна пшеницы (рис. 1), состоит из корпуса 1, в котором на нижнем конце вертикального вала 2 закреплены зерноразбрасывающий диск 3 и форсунка 4. В верхней части корпуса 1 установлен бункер 7 для зерна, имеющий шлюзовой затвор 8. Выход зерна из загрузочного патрубка 6 закрыт заслонкой 9 с возможностью поворота ее совместно с осью 10, на которой имеется кулиса 11, соединенная тягой 12 с игольчатым клапаном 13, установленным в трубопроводе 14 подачи воды, которая контролируется расходомером 15. В нижней части корпуса под форсункой закреплен шнек-смеситель 16, на выходном патрубке 17 которого установлен шлюзовой затвор 18, который сообщается с влагоснимателем 19 в виде шнека-смесителя. Привод шнека-смесителя 16 и влагоснимателя 19 осуществляется от электродвигателя 20 через редуктор 21 и цепные передачи 22 и 23. На выходе из влагоснимателя 19 также установлен шлюзовой затвор 24 с выгрузным патрубком 25. Здесь же расположен выводной воздуховод 26, соединенный с циклоном 27. Внутренняя полость корпуса 1 увлажнительной машины для зерна сообщается с полостью шнека-смесителя 16, которая герметизирована и соединена вакуум-проводом 28 с источником вакуума. В качестве источника вакуума используется ротационный вакуумный насос 29 с вакуум-баллоном 30 и регулятором вакуума 31. Внутренняя полость влагоснимателя 19 также герметично изолирована от атмосферного давления и сообщается через перфорированный вал 32 шнека-смесителя трубопроводом 33 с источником избыточного давления воздуха (как вариант, с выхлопным патрубком насоса 29), образуя нагнетательную линию подачи нагретого воздуха во влагосниматель 19. В этой линии установлен регулятор 34 избыточного давления воздуха с манометром 35.

Увлажнительная машина для зерна работает следующим образом. Перед увлажнением зерно загружается в загрузочный бункер 7 увлажнительной машины. Полости корпуса 1 и шнека-смесителя 16 сообщаются с источником вакуума, а полость влагоснимателя 19 – с источником избыточного давления воздуха.

Далее включается подача зерна в вакуумированный корпус 1 увлажнительной машины из бункера 7 через шлюзовой затвор 8. Зерно по пути к зерноразбрасывающему диску 3 вакуумируется и отбрасывается им к периферии. Одновременно под действием потока зерна из шлюзового затвора 8 заслонка 9 поворачивается и воздействует на

кулису 11, которая через тягу 12 поднимает игольчатый клапан 13, открывая подачу воды через трубопровод 14 в распылитель. Количество подаваемой воды контролируется по показаниям расходомера 15 и устанавливается во взаимной связи с количеством поступающего на увлажнение зерна. Поток зерна увлажняется разбрызгиваемой водой и поступает в шнек-смеситель 16. За время смешивания часть жидкости впитывается в оболочки зерна, нарушая равновесное состояние влаги в нем и изменяя энергетический уровень всей биологической системы зерна, чему способствует и предварительное вакуумирование его. Далее зерно из вакуумированной области корпуса 1 и после его обработки в шнеке-смесителе 16 подается шлюзовым затвором 18 в область последующей обработки его под избыточным давлением воздуха во влагоснимателе 19. За счет градиента или перепада давлений снаружи зерна (избыточное давление) и внутри зерна (вакуум) поверхностная влага интенсивно перемещается в оболочки и наружные слои эндосперма и впитывается в зерно. Этому способствует и температурный напор действия нагретого воздуха. Часть околоплодных оболочек зерна при этом отшелушивается и потоком воздуха уносится через воздухопровод 26 в циклон 27, а обработанное в увлажнительной машине зерно шлюзовым затвором 24 через патрубок 25 подается в линию подачи его в бункера для отволаживания.

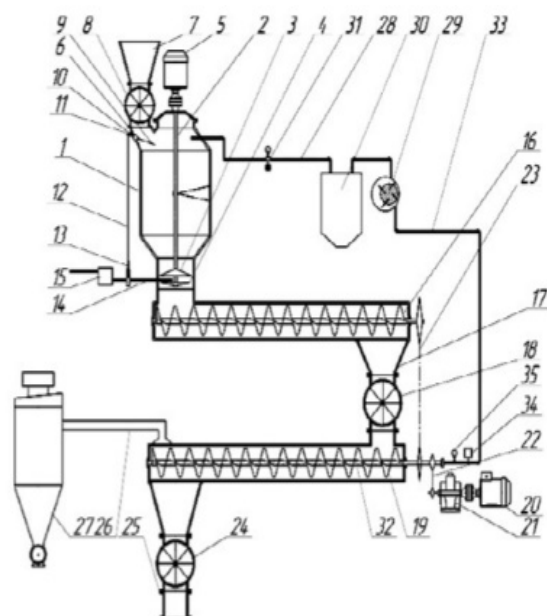


Рис. 1. Прототип увлажнительной машины ЗУМ-2

После увлажнения зерна распылением жидкости часть влаги впитывается плодовыми и семенной оболочками, а также алейроновым слоем, часть заполняет микротрещины, поры и капилляры, и, наконец, значительная

часть воды удерживается поверхностью зерна в результате его смачивания. За счет свойств смачивания зерновка покрывается пленкой воды толщиной до 0,4 мм, равномерность распределения влаги на ней обеспечивается далее перемешиванием в смесителе увлажнительной установки. В существующей технологии увлажнения зерна проникновение воды в зерно, собственно в его поры, осуществляется под атмосферным давлением, чему препятствует находящийся в этих порах воздух. Перемещение же влаги в зерно происходит за счет массообмена из-за градиента концентрации или факторов относительной влажности и температурного градиента.

Применение пульсирующего вакуума перед смачиванием зерна водой способствует более полному удалению воздуха из капилляр и микротрещин оболочки и эндосперма. Таким образом проводится подготовка зерна к смачиванию. Далее после смачивания зерна нужно загнать влагу в капилляры и микротрещины оболочки и эндосперма с целью повышения влажности самого зерна, которая способствует укреплению эластичности оболочки и разрыхлению эндосперма. Все это способствует улучшению размалывания зерна и повышению качества муки.

С этой целью нами предлагается усовершенствовать увлажнительную машину для зерна применением пульсатора вакуума во всасывающей магистрали вакуумного насоса, которая соединяется с камерой смачивания зерна и загрузочным бункером, а также применением пульсатора давления в нагнетающей магистрали того же вакуумного насоса, соединяющейся с камерой перемешивания зерна, отделенных друг от друга шлюзовыми затворами (заявка на патент № 2015119333 от 21.05.2015 г., авторы: С.Ю. Бузоверов, Н.С. Протасов, В.И. Лобанов).

Конструктивно предлагаемая машина для увлажнения зерна отличается от прототипа наличием пульсатора вакуума в вакуумной магистрали и пульсатора давления в нагнетающей магистрали, создающих импульсы вакуума в камере увлажнения и импульсы давления в перемешивающей камере, что способствует улучшению увлажнения зерна, его размалыванию и повышает качество муки. Принцип работы предлагаемой установки отличается от прототипа наличием пульсирующего вакуума в камере увлажнения и пульсирующего давления в перемешивающей камере. В качестве пульсатора вакуума предлагается применить пневматический пульсатор для доильных установок, в качестве пульсатора давления – пневматический пульсатор, применяемый в горном деле (рис. 3).

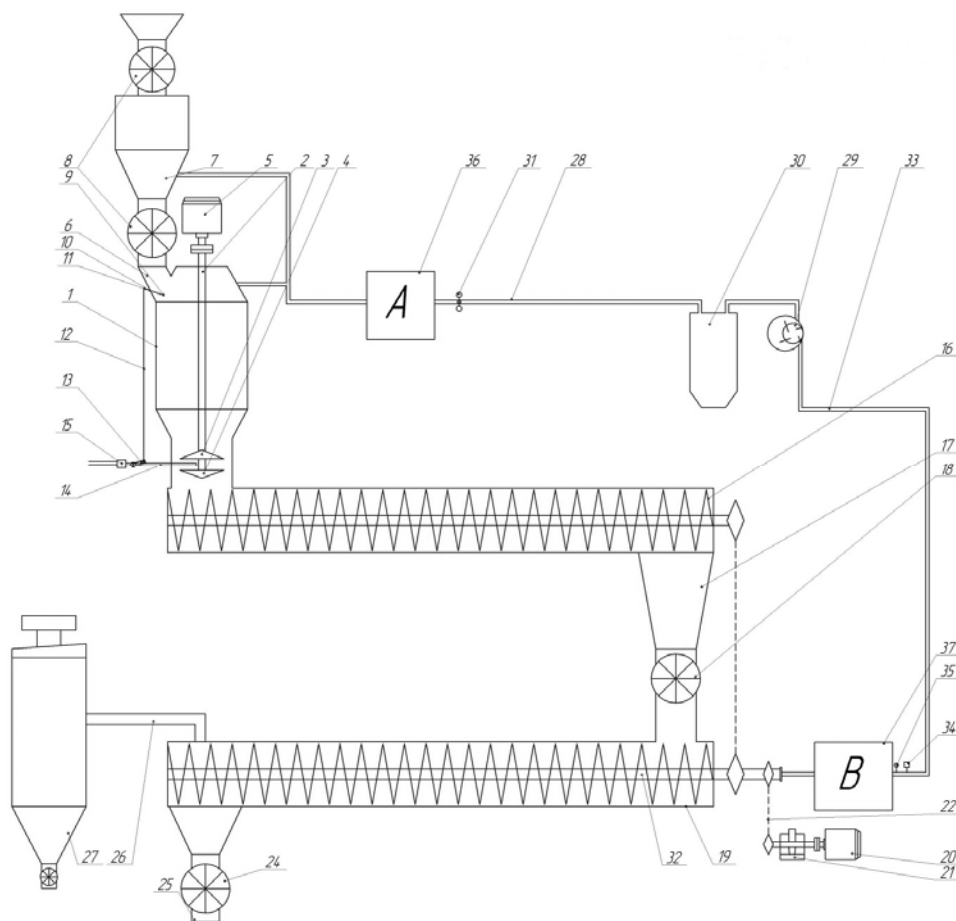
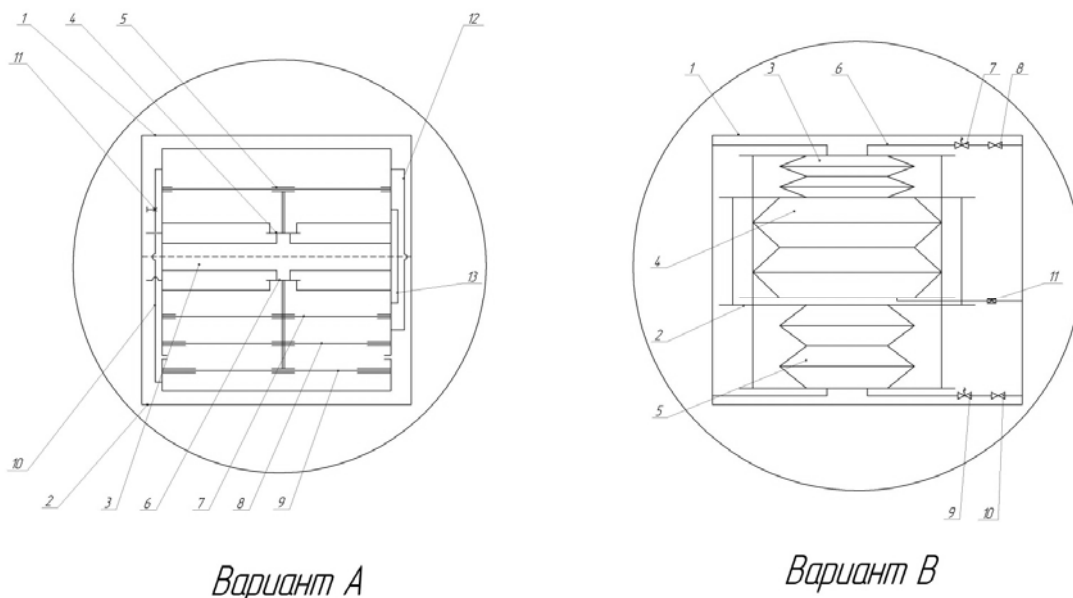


Рис. 2. Предлагаемая увлажнительная машина



Вариант А

Вариант В

Рис. 3. Варианты исполнения пульсаторов

Нами предлагается выдерживать зерно в вакууме в течение 90 с, после чего оно увлажняется. С этой целью в предлагаемой увлажнительной машине загрузочный бункер зерна находится под воздействием пульсирующего вакуума и соединяется с атмосферой через шлюзовый затвор, поскольку в увлажнительной камере пульсирующим вакуумом

за короткий промежуток времени падения зерна трудно добиться желаемого эффекта воздействия пульсирующего вакуума.

Объем пустот в зерновке не превышает 1 мм^3 . Капилляры заполнены воздухом, который препятствует насыщению зерна свободной влагой при атмосферном давлении, как в существующей технологии увлажнения.

Откачка воздуха из зерновки до разряжения 50 кПа занимает в среднем 0,26 с, что определяет и место установки распылителей для орошения зерна водой в исследуемой установке. Минутная выдержка вакуумированного зерна в воде повышает поглотительную способность его почти на 50% в сравнении с выдержкой зерна в воде при атмосферном давлении, т.е. поры его в большей мере наполняются свободной водой.

Импульсное вакуумирование зерна перед его увлажнением и последующее импульсное давление после его увлажнения дают возможность «вогнать» в зерно всю свободную влагу, используемую для повышения влажности зерна, быстрее и полнее запустить далее процессы массообмена в зерновке и последующие химические и биологические преобразования структуры эндосперма.

Предлагаемый способ имеет явные преимущества по наполнению зерна влагой до операций отволаживания. Таким образом, процесс увлажнения зерна пшеницы перед помолом может быть представлен следующими технологическими операциями: загрузкой в потоке; вакуумированием зерновок под вакуумом 40-50 кПа в течение 0,26-0,4 с; капельным орошением зерна под этим вакуумом в течение 0,06 с; смешиванием под вакуумом в течение 90 с; обработкой воздухом избыточного давления 30 кПа в течение 90 с, из них подсушка в течение 30 с; выгрузка шлюзовым затвором для подачи на отволаживание.

За время отволаживания устанавливается равновесная влажность всей зерновки. По данным экспериментов в серийной технологии отволаживание зерна завершается в среднем за 14 ч, а в предлагаемой – за 6-7 ч.

Выводы

При проведении анализа технологических схемы и работы мельниц был выявлен существенный недостаток – долгое время отволаживания. В результате подготовки зерна к помолу, проходивший без нужного увлажнения, осложнялся (при размоле) процесс отделения эндосперма от оболочек зерновки, следовательно, уменьшался выход муки.

В целях устранения указанного недостатка включили в технологическую схему вакуумный увлажнительный аппарат – прототип увлажнительной машины ЗУМ-2. Кроме того, усовершенствовали увлажнитель, т.е. посредством установки двух пульсаторов

вакуума и давления сократили процесс увлажнения вдвое, а также увеличили диапазон увлажнения и время отволаживания.

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.
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 пищевых производств: учебник для вузов; в 2 кн. / под ред. А.Н. Острикова. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 912 с.
5. Процессы и аппараты пищевой технологии: учебник / под ред. С.А. Бредихина. – СПб.: ГИОРД, 2014. – 908 с.
6. Технология пищевых производств / под ред. Л.П. Нечаева. – М.: КолосС, 2005. – 768 с.
7. 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 rzhi. – 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 pishchevykh proizvodstv / uchebnik dlya vuzov: v 2 kn. / pod red. A.N. Ostriкова. – SPb.: GIORД, 2012. – 912 s.
5. Protsessy i apparaty pishchevoi tekhnologii: uchebnik / pod red. S.A. Bredikhina. – SPb.: GIORД, 2014. – 908 s.
6. Tekhnologiya pishchevykh proizvodstv / pod red. L.P. Nechaeva. – M.: KolosS, 2005. – 768 s.
7. Harkins J. Quality indicators of a flour depending on its humidity // Food market, 2004. – P. 193-200.

