

ИССЛЕДОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ХЛОПКА-СЫРЦА В РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ РАБОТЫ БАРАБАННЫХ СУШИЛОК

Каюмов Абдул-малик Хамидович. Наманганский Государственный технический университет. Профессор. Доктор технических наук (DSc), профессор.

Аннотация: По сушке хлопка-сырца в литературах приведены различные мнения, противоречивость зависимостей, полученных различными авторами, объясняется, очевидно, различием условий сушки в опытах и несоответствием этих условий условиям конвективной сушки, применяемой в промышленности на что указывают большие диапазоны выявленных предельных температурных режимов, а также тем, что не выявлено влияние исходного состояния хлопка-сырца на изменение структуры волокна, следовательно, выбору температурных режимов не придавалось преобладающего значения. В статье получены практические рекомендации, на основе проведенных экспериментов производственных условия в барабанном сушилке по выбору режима сушки в зависимости от исходной влажности хлопка-сырца, производительности по высушиваемого материала, гарантирующий максимально сохранять природных свойств волокна и семян.

Ключевые слова: хлопок-сырец, волокно, семена, влажность, сушильный агент, температура, барабанная сушилка, кратность сушки, производительность, мягкий режим, жесткий режим.

RESEARCH OF OPTIMAL RAW COTTON MODES IN VARIOUS OPERATING OPTIONS OF DRUM DRYERS

Abdulmalik Khamidovich Kayumov. Namangan State Technical University. Professor. Doctor of Technical Sciences (DSc), Professor.

Abstract: There are various opinions in the literature on drying raw cotton; the inconsistency of the dependencies obtained by different authors is obviously explained by the difference in drying conditions in the experiments and the discrepancy between these conditions and the conditions of convective drying used in industry, as indicated by the large ranges of the identified maximum temperature conditions, and also the fact that the influence of the initial state of raw cotton on the change in the fiber structure was not revealed, therefore, the choice of temperature conditions was not given predominant importance. The article provides practical recommendations based on experiments conducted on production conditions in a drum dryer for selecting a drying mode depending on the initial moisture content of raw cotton and the productivity of the dried material, which guarantees maximum preservation of the natural properties of the fiber and seeds.

Key words: raw cotton, fiber, seeds, humidity, drying agent, temperature, drum dryer, drying frequency, productivity, soft mode, hard mode.

Введение. Режим сушки нагретом воздухом характеризуется тремя параметрами: влажосодержанием воздуха, скоростью его движения и температурой. Эти параметры влияют на длительность процесса и качество высушенного материала. Поэтому надо выбирать такой режим сушки, когда при наименьшей ее длительности с наименьшим расходом тепла достигаются наилучшие технологические свойства материала [1-4].

Применяемые в технологии в сушильных барабанах сушка хлопка-сырца производится при переменном режиме, т.е. влажосодержание сушильного агента повышается за счет испаряемой из хлопка-сырца влаги, поэтому точно регулировать влажосодержание воздуха невозможно. Скорость и количество подаваемого сушильного агента увеличить нельзя, так как с их увеличением нарушается нормальная работа сушилки и уменьшается время пребывания высушиваемого материала в сушильной камере. Поэтому скорость теплоносителя находится около 1,5 м/с (расход сушильного агента около 20 тыс. м³). Отсюда

следует, что для достижения желаемого сушки хлопка-сырца надо выбирать оптимальную температуру теплоносителя.

При различной интенсивности нагрева и сушке компонентов хлопка-сырца в барабанных сушилках, а также последующей его очистке, структура волокон претерпевает существенные изменения, которые, очевидно, должны привести к изменению структурно-механических свойств.

Академиком АН РУз М.А. Хаджиновой [5] при экспериментальном изучении влияния температуры сушильного агента в процессе сушки доказано, что применение агента (сушильного) с температурой 200 и 260°C приводит к снижению прочности волокна соответственно на 11 и 27%. Это происходит из-за неравномерности нагрева и обезвоживания компонентов хлопка-сырца. При этом периферийные части волокна и кожуры пересушиваются, происходит термическая деструкция, и при последующей переработке концы волокна отламываются, штапельная длина уменьшается до 2 мм, повышенная дробленность семян вызывает увеличение пороков в волокне (кожице с волокном) и снижает качество семян. Температурный режим процесса сушки должен быть таким, чтобы хлопок-сырец не нагревался свыше 100-110°C. Нагрев выше этого значения и приводит к изменению цвета волокна и понижению его прочности.

По данным [6], прочность волокна снижается на 40% при его нагреве до 100°C. Другой автор [7] указывает, что нагрев волокна при температуре 220°C с экспозицией в 30 мин приводит к увеличению кристалличности целлюлозы, а увеличение времени воздействия - к разрушению кристаллической решетки. В работе [8] отмечается, что даже кратковременное воздействие (7-30 с) температуры в 90, 180 и 200°C приводит к структурным изменениям волокна различной степени, которое подвергается значительному увеличению плотности целлюлозы.

Л.И. Кучерова [9] пришла к выводу, что применение сушильного агента с температурой 200°C увеличивает процентное содержание коротких волокон в 1,3-1,5 раза и волокнистость отходов - до 60%. Это приводит к увеличению обрывности в прядении в 1,5-2 раза.

Противоречивость зависимостей, полученных различными авторами, объясняется, очевидно, различием условий сушки в опытах (в термостате, сушильном шкафу, специальных устройствах и т.д.) и несоответствием этих условий условиям конвективной сушки, применяемой в промышленности (значительное колебание температуры и влагосодержания в процессе сушки) на что указывают большие диапазоны выявленных предельных температурных режимов, а также тем, что не выявлено влияние исходного состояния (влажности, разрыхленности) хлопка-сырца на изменение структуры волокна, следовательно, выбору температурных режимов не придавалось преобладающего значения.

Анализируя сушку хлопка-сырца на хлопкозаводах США, автор [10] отмечает, что температура сушильного агента в начале процесса сушки не превышала 70°C. Большая часть влаги удаляется из хлопка-сырца в течение первых 3 секунд воздействия на него нагретого воздуха, поэтому сушка хлопка-сырца при температуре сушильного агента свыше 180°C в точке их смешивания может оказать неблагоприятное воздействие на качество волокна. Исходя из этого, сотрудники лаборатории хлопкоочистительного оборудования при Департаменте сельского хозяйства США рекомендуют, что ни в одной зоне сушильной установки температура ни в коем случае не должна превышать 180°C. На практике не следует допускать подъема температуры выше 120°C. В связи с этим они рекомендуют взамен одноступенчатой сушки при высокой температуре лучше применять многоступенчатую сушку при более низких температурах.

Применение более высоких температур (200°C) приводит, наряду с уменьшением содержания сорных примесей в хлопке-сырце, к образованию таких пороков, как кожица с волокном и пухом, узелки, наиболее вредные с прядильно-технологической точки зрения (переход в ткань). Кроме того, влияние высокой температуры приводит к снижению разрывной нагрузки до 12%, разрывного удлинения - до 11%, увеличению коротких волокон в среднем в 1,3-1,5 раза, падению выносливости к многократному растяжению на 14-20%,

увеличению обрывности в прядении в 1,5-2 раза. Эта работа имеет большое практическое и научное значения. Однако полученные зависимости достигнуты только лишь в пределах влажности хлопка-сырца до 16%. Кроме того, кратность процесса сушки и влияние кратности процесса сушки на качество волокна глубоко не изучены.

Таким образом, изучение и анализ исследований, посвященных установлению влияния сушки на качество волокна, показывает, что изменение качества волокна от теплового воздействия рассматривалось в основном в стационарных условиях, т.е. в условиях, не описывающих процесс сушки хлопка-сырца в производственных условиях и в барабанных сушилках с учетом последующих воздействий при переработке, очистке, джинировании хлопка-сырца. Следовательно, полученные зависимости не могут реально отражать влияние действительной сушки на качество волокна и семян.

Барабанные сушилки работают в режиме чередующегося нахождения хлопка-сырца во взвешенном состоянии под действием теплоносителя и в завале на лопастях. Сушка производится в переменных параметрах и влажности теплоносителя. Поэтому рекомендуемая температура сушильного агента (например, $T=200^{\circ}\text{C}$) в лабораторных условиях или слоевых сушилках не изменяется до конца процесса сушки, а в барабанных сушилках снижается уже в двух метрах на 100°C .

Объекты и методы исследования: Наши исследования проводились на сушилке 2СБ-10 при температуре сушильного агента $T=100$ и 200°C , производительности 3,5 и 10 т/ч по влажному хлопку-сырцу. Объектом исследования послужил хлопок-сырец разновидности С 6524, II промышленного сорта, с исходной влажностью $W=10,5$ и $22,3\%$.

Эксперименты проводились при одно-, двукратной сушках.

Экспериментальные исследования показали, что в основном у пересушенного волокна снижается качество, т.к. из-за нарушения ориентации структурных элементов снижается сорбционная активность волокон. Известно, что хлопковое волокно во влажностном состоянии приобретает повышенную прочность, так как влага, проникая во внутренние слои волокна, способствует образованию дополнительных связей между структурными элементами [9]. Пересушенное волокно (ниже $5,5\%$) становится хрупким и ломким, а при дополнительных механических воздействиях (очистке, джинировании) отламывается, увеличивается поврежденность и содержание коротких волокон, а также ухудшается работа прядильных и ткацких фабрик.

Полученные уравнения регрессии:

при однократной сушке:

для влажности хлопка-сырца - $Y_1=12,8+4,75x_1+0,97x_2-1,10x_3-0,47x_1x_3$;

для влажности волокна - $Y_2=7,98+3,07x_1+1,3x_2-1,66x_3+0,3x_1x_2-0,69x_1x_3$;

при двукратной сушке:

для влажности хлопка-сырца - $Y_1=9,81+3,85x_1+1,54x_2-1,68x_3-0,66x_1x_3$;

для влажности волокна - $Y_2=5,64+2,08x_1+1,25x_2-1,63x_3-0,58x_1x_3$ обработаны на

ЭВМ и определены различные значения основных факторов [11-12]. Методом подбора определены границы областей мягкого и жесткого температурных режимов сушки при одно-, двукратных сушках в зависимости от температуры сушильного агента и исходной влажности хлопка-сырца при производительностях 3,5; 5; 7 и 10 т/ч и представлены в виде кривых на рис. 1-8.

Однократная сушка хлопка-сырца

Однократная сушка хлопка-сырца

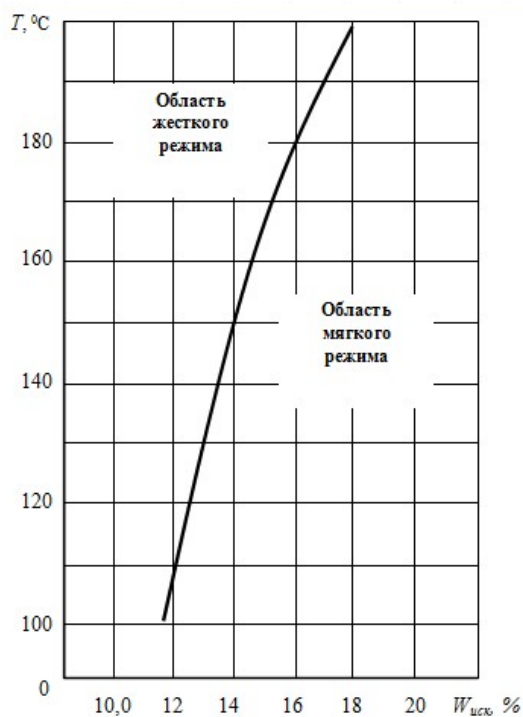


Рис. 1. Зависимость области мягкого температурного режима от исходной влажности хлопка-сырца при производительности $\Pi = 3,5$ т/ч.

Однократная сушка хлопка-сырца

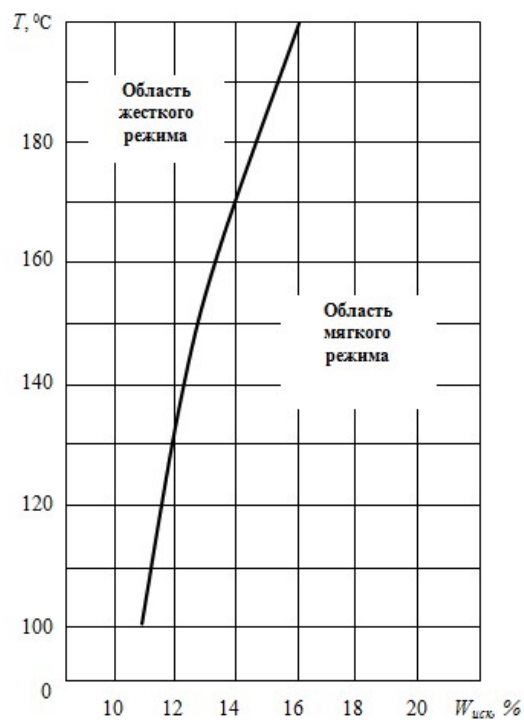


Рис. 2. Зависимость области мягкого температурного режима от исходной влажности хлопка-сырца при производительности $\Pi = 5$ т/ч.

Однократная сушка хлопка-сырца

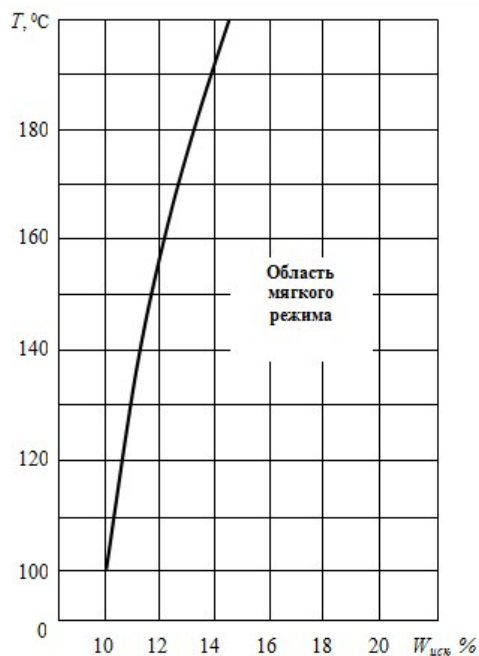


Рис. 3. Зависимость области мягкого температурного режима от исходной влажности хлопка-сырца при производительности $\Pi = 7$ т/ч.

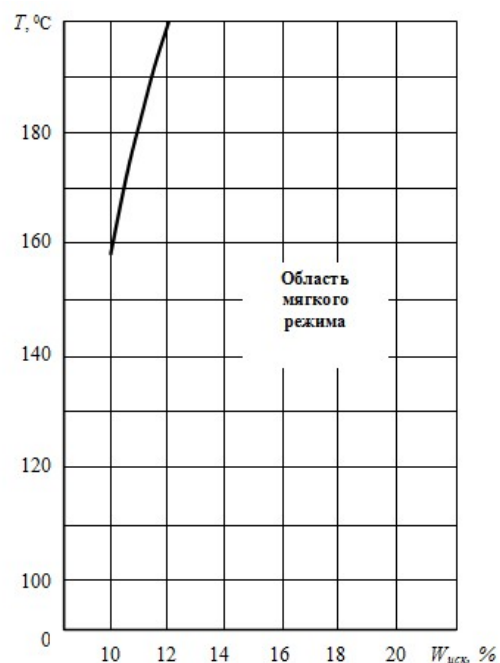


Рис. 4. Зависимость области мягкого температурного режима от исходной влажности хлопка-сырца при производительности $\Pi = 10$ т/ч.

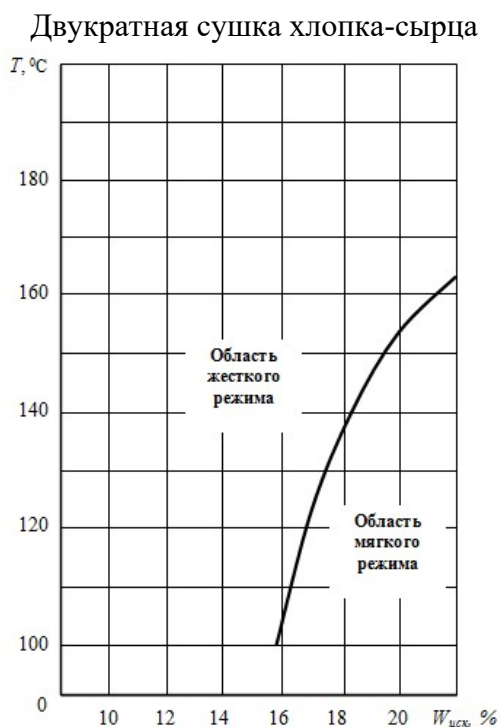


Рис. 5. Зависимость области мягкого температурного режима от исходной влажности хлопка-сырца при производительности $\Pi = 3,5$ т/ч.

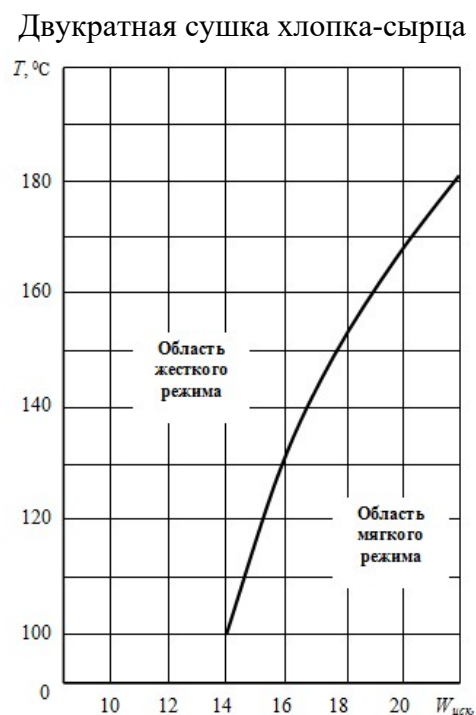


Рис. 6. Зависимость области мягкого температурного режима от исходной влажности хлопка-сырца при производительности $\Pi = 5$ т/ч.

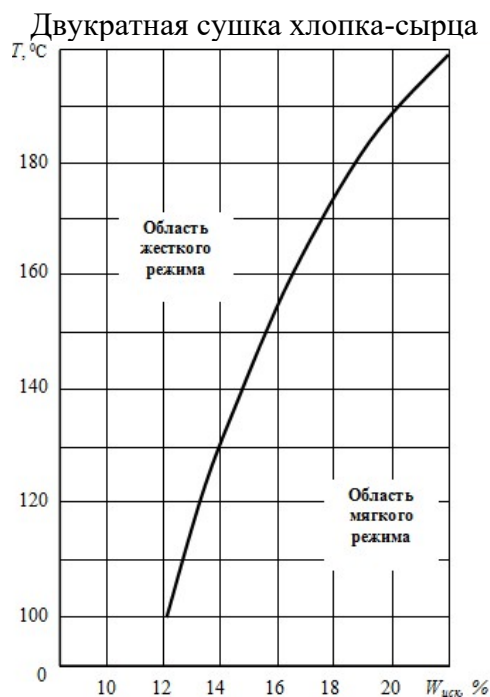


Рис. 7. Зависимость области мягкого температурного режима от исходной влажности хлопка-сырца при производительности $\Pi = 7$ т/ч.

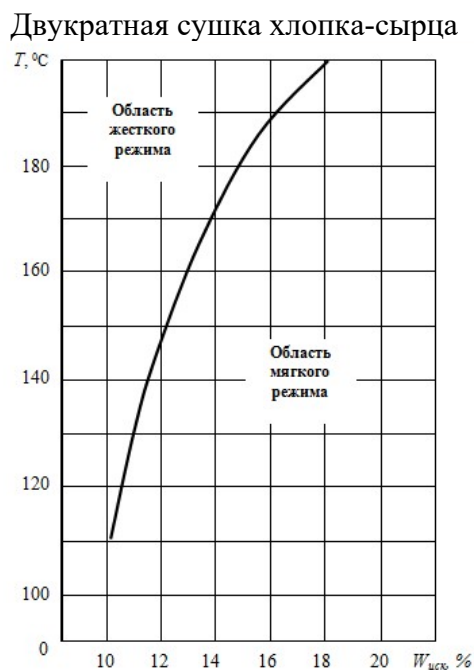


Рис. 8. Зависимость области мягкого температурного режима от исходной влажности хлопка-сырца при производительности $\Pi = 10$ т/ч.

Из графиков видно (рис. 1-4), что при однократной сушке хлопка-сырца при влажности менее $W_{х/с}=11,6\%$ хлопок-сырец нельзя сушить при производительности менее 3,5 т/ч, при $W_{х/с}=11,0\%$ менее 5 т/ч, а при $W_{х/с}=10\%$ менее 7 т/ч.

При двукратной сушке хлопка-сырца (рис. 5-8) при производительности $P=3,5$ т/ч и влажности хлопка-сырца ниже $W_{x/c}=15,8\%$, при производительности $P=5$ т/ч и влажности хлопка-сырца ниже $W_{x/c}=14\%$, при производительности $P=7$ т/ч и влажности хлопка-сырца ниже $W_{x/c}=12,1\%$ подвергать хлопок-сырец двукратной сушке не рекомендуется [13-14]

Заключение: На основании полученных результатов можно дать практические рекомендации по выбору режима сушки в зависимости от исходной влажности хлопка-сырца, производительности по высушиваемого материала, гарантирующий максимально сохранять природных свойств волокна и семян.

Литература

1. Болтабаев С.Д., Парпиев А.П. Сушка хлопка-сырца. Ташкент: «Укитувчи», 1980.
2. Каюмов А.Х., Парпиев А.П. Повышение равномерности сушки компонентов хлопка-сырца. Монография. LAMBERT. Akademik Publishing. 2021. 109 с
3. Парпиев А.П., Каюмов А.Х., Пахтани қуритиш жараёнида қўлланиладиган температуранинг тахлилий шарҳи // Ж.ФарПИИ илмий - техника журнали. –Фарғона. , 2017. №1. –Б. 29-34
4. Каюмов А.Х., Парпиев А.П. Пахтани қуритиш режимини математик моделлар ёрдамида аниқлашни асослаш // Ж. НамДУ илмий ахборотномаси. 2021. №11, 161-167 б.
5. Хаджинова М.А. Исследование свойств и структуры хлопкового волокна в процессе сушки. Ташкент: Фан, 1966.
6. Альфей Т. Механические свойства полимеров. -М.: Иностранная литература, 1952. С.-305.
7. Bu m.G. Dobb and m.z.Safain. The effect of thermal treatment on the cruserized cotton. J. of the textile Institute. V. N 7/8. 1976, P 229-234.
8. Edith Honold, Frederic R, Ondrers and James N. Crand Heating, Cleaning and mechanical procossing effect and cotton, Partil; Fiber chages as measured by achali Centuge Test . Text Reas. j. 1963, jannary, N1, P.51-60.
9. Кучерова Л.И. Оценка влияния сушки на структуру и свойства хлопкового волокна, вырабатываемого из него пряжи и ткани: Дис. — канд.техн.наук.М., 1981.
10. The “Cotton gin and oil mill Press” 22.11.86. P.8-9.
11. Kayumov A.X.. Effect of drying regime on moisture of components of cotton. AIP Conference Proceedings 2789, 030010 (2023) <https://doi.org/10.1063/5.0145748>
12. Kayumov A.X.. Parpiyev A., Effect of foot moisture on primary processing processes of cotton. AIP Conference Proceedings 2789, 030011 (2023) <https://doi.org/10.1063/5.0145749>.
13. Kayumov A.X, Heat-Mass Exchange During Cotton Drying in the Cylindrical Dryer // Technical science and innovation. Tashkent. 2023, special edition. -P. 58-66.
14. Kayumov A.X.. Paxtani quritish jarayonini boshqarish orqali tola sifatini bashoratlash // [Mexanika va texnologiyalar ilmiy jurnali. Namangan. -2023, Maxsus son](#)