

TECHNOLOGY SCIENCES

Demenev A., Kovaleva G., Ksenofontova N.

STUDY ON THE ENERGY EFFICIENCY OF DRYING DRUM MACHINE

Demenev A., Russian Federation, Russian State University of
Tourism and Service (RSUTS)

Kovaleva G., Russian Federation, Russian State University of
Tourism and Service (RSUTS)

Ksenofontova N., Russian Federation, Russian State University of
Tourism and Service (RSUTS)

Abstract

Thermodynamic process of removal of moisture in textiles, through evaporation, preserving all the physico-chemical properties and quality textile products, adopted name- drying. Artificial drying of textile materials manufactured in special devices-drying machines, in which drying agent absorbed moisture vapors are artificial way: by fans, injectors, exhaust pipes and other devices. Artificial drying is carried out in most cases by hot air. Study of the artificial drying of textiles and materials in drying drum machines while maintaining the required drying quality by ensuring sound the nature and conditions of movement of goods in the drum is the main purpose of this article. In accordance with the objectives were: study of energy consumption on the movement of textiles in the drying drum machines; development recommendations constructive nature, to optimize the parameters of the drum and mode parameters of the drying process, reducing energy costs. The result of a study of serial dryers is schema design energy efficient tumble dryer.

Keywords: drum dryer, structural layout, heater

Introduction.

Современный рынок сушильных машин достаточно широко представлен различными моделями иностранных производителей. Ведущими зарубежными фирмами по поставке оборудования для прачечных являются «Miele», «UniMac», «Electrolux», «Primus» и др. Иностранные фирмы внимательно изучают тенденции российского рынка

прачечного оборудования и стараются учитывать все запросы российских потребителей. Крупным отечественным производителем сушильных машин, с маркировкой «Вега» (BC-10, BC-15, BC-20 BC-25 BC-30) [5] для прачечных является ОАО «Вяземский машиностроительный завод», в дальнейшем «ВМЗ».

Схема движения воздуха в сушильной машине вытяжного типа показана на рис. 1.

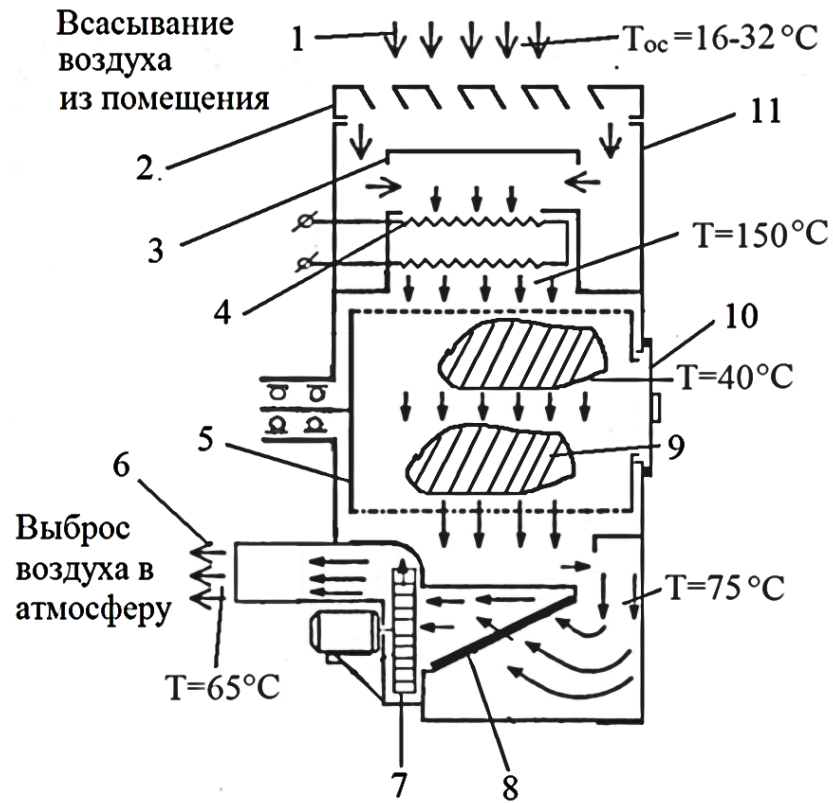


Рис 1. Принципиальная схема сушки [2].

1 – Всасываемый воздух из помещения; 2 – крышка с жалюзи; 3 – отражатель; 4 – Нагревательные элементы калорифера; 5 – Барабан с перфорированной обечайкой; 6 – Воздух выбрасываемый в атмосферу; 7 – Центробежный вентилятор; 8 – Фильтр; 9 – Влажные изделия во вращающемся барабане; 10 – Люк; 11 – Корпус.

Воздух из окружающей среды (1) нагнетается вентилятором 7 в барабан сушильной машины (5) и обдувает находящиеся в нем текстильные изделия (9). По пути в барабан у воздушного потока нагревательным элементом – калорифером (4) повышается температура. Калорифер 4 для машин ВС-10, ВС-15 включает 3 секции нагревательных элементов общей мощностью 15 кВт, а для машин ВС-20, ВС-25, ВС-30 [4] калорифер 4 включает 6 секций общей мощностью 30 кВт. Вентилятор 7 вытягивает нагретый воздух из калорифера 4 во вращающийся барабан 5 с влажными текстильными изделиями (9) через перфорированную обечайку барабана. Во вращающемся барабане процесс сушки влажных изделий осуществляется горячим воздухом, который нагревает изделия и испаряет влагу. На выходе из барабана взвешенные во влажном воздухе волокна ткани и ворсинки улавливаются специальным фильтром (8). Воздушный поток (6), насыщенный влагой, принудительно покидает машину. Монтаж сушильных машин вытяжного типа обязателен с системой удаления влажного воздуха из помещения.

Рассматривая изменение параметров воздуха (см. рис. 2), можно сказать, что при таком процессе воздух поступает в сушильную машину с низкими влагосодержанием d и относительной влажностью φ_1 а перепад температур воздуха (t_1-t_2) в сушилке значителен.

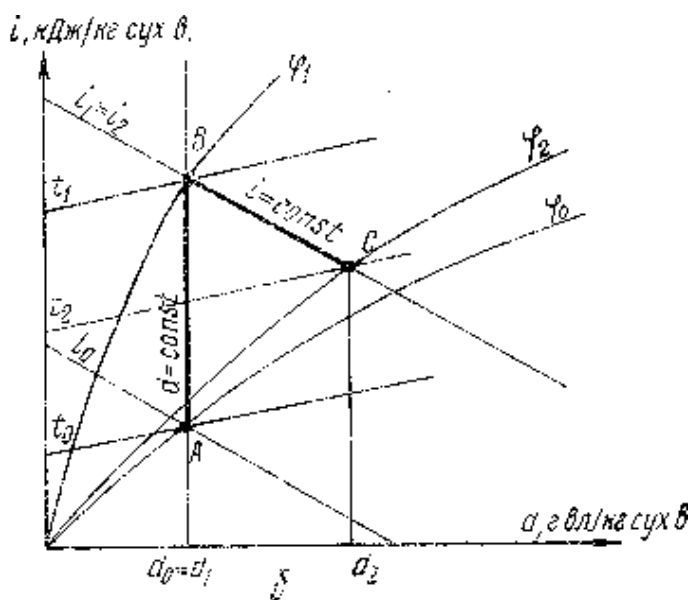


Рис. 2. Процесс сушки на $i-d$ диаграмме;

Это обуславливает жесткие условия процесса, недопустимые при сушке некоторых материалов. Процесс изменения состояния воздуха в сушильной машине, изображен на диаграмме $i-d$ (рис. 2) ломаной линией ABC . Линия AB соответствует подогреву воздуха в калорифере при $d=\text{const}$, а прямая BC характеризует теоретический процесс сушки (испарение влаги нагретым воздухом), протекающий при постоянной энтальпии $i = \text{const}$ (адиабатный процесс) [1]. Под теоретическим процессом понимают процесс, в котором отсутствуют потери тепла и нет его дополнительных источников. Действительный процесс сушки оценивают коэффициентом энергетической эффективности. Для сушильных машин серии Вега [5], работающих по такой схеме, коэффициент эффективности находится в пределах 1,6-1,35 кВт/ч·кг, то есть на испарение одного килограмма влаги из текстильных изделий затрачивается 1,6-1,35 кВт/ч электрической энергии.

Обзор параметров сушильных машин [5] - Таблица 1

Технические параметры	BC-10	BC-15	BC-20	BC-25	BC-30
Номинальная загрузка	10	15	20	25	30
Диаметр барабана D_b , мм	760	760	898	900	900
Длина барабана L_b , мм	510	760	786	820	1020
Коэффициент длины барабана $KL = L_b / D_b$	0,67	1	0,88	0,91	1,13
Объемный модуль M , $\text{дм}^3/\text{кг}$	23,12	22,97	24,88	20,86	21,62
Мощность калорифера $N_{\text{теп}}$, кВт	15	15	30	30	30
Удельная мощность калорифера $N_{\text{уд.кал}}$, кВт/кг	1,5	1	1,5	1,2	1
Удельная мощность сушки $N_{\text{уд}}$, кВт*ч/кг	0,75	0,63	0,6	0,67	0,7
Скорость сушки $V_{\text{суш}}$, г/мин	150	180	240	230	220
Коэффициент энергетической эффективности сушки изделий $\text{COP} = N_{\text{уд}}/N_{\text{теп}}$	1,6	1,35	1,4	1,45	1,5
Часовая производительность сушильных машин $\Pi_{\text{ш}}$, кг/час	19,3	23	34	44	50
Вес нетто, кг	180	230	305	320	350

На основании анализа данных, представленных в таблице 1 [3,4] можно сделать следующие выводы:

1. Наихудшие показатели у серийной машины BC-10. Это связано с тем, что коэффициент длины барабана ($KL = 0,67$) не соответствует оптимальному значению, который должен находится в пределах 1-1,2, что обеспечивает увеличение площади сушки изделий, находящихся в полете на 15-30%.

2. Коэффициент энергетической эффективности у всех серийных машин (1,35-1,6 кВт*ч/кг) на 15-20% ниже, чем у сушильных машин лучших зарубежных образцов, что связано с неэффективной прямоточной схемой сушки (рис.1) и значительными протечками между барабаном и баком (зазор составляет 45 мм), а у лучших зарубежных образцов 15-17 мм.

3. Часовая производительность серийных сушильных машин серии Вега не соответствует удвоенному значению загрузочной массы.

Для обеспечения этих данных необходимо разработать новую схему сушки и энергоэффективный калорифер. Новая разработанная энергоэффективная схема была разработана профессором Набережных А.И. [2] и названа - диагональной сушкой, с коэффициентом длины барабана 1,184 для сушильной машины ВС-20М представлена на рис. 3.

Схема сушильной машины, на базе ВС-20 (рис. 3) имеет полубак (направляющий барабан) и подвижный перфорированный барабан. Полубак служит кожухом направляющим воздушный поток на изделия из ткани, которое находится в барабане. Электрический калорифер, состоящий из 3-х секций с отражателями, установлен на верхней горизонтальной панели корпуса. В нижнем отсеке корпуса машины на валу электродвигателя установлен радиальный вентилятор, на входе в который установлен сетчатый фильтр, очищаемый вручную по мере накопления очесов. Эффект сушки в машине достигается путем перемещения изделий в барабане гребнями реверсивно вращающегося перфорированного внутреннего барабана, при непрерывном обдуве горячим воздухом, который нагревается калорифером. Воздух циркулирует посредством вентилятора.

Заключение:

Анализ конструктивного исполнения показал, что коэффициент энергетической эффективности у отечественных сушильных машин на 15-20% ниже, чем у лучших зарубежных образцов. Предложенные конструктивные решения позволят устранить недостатки, связанные с малоэффективной прямоточной схемой сушки и значительными протечками между барабаном и баком. С достаточной вероятностью предлагаемое конструктивное решение позволит повысить энергоэффективность, за счет сокращения энергопотребления на 20%, при этом, не ухудшая качество технологического процесса обезвоживания изделий из ткани в сушильной машине барабанного типа.

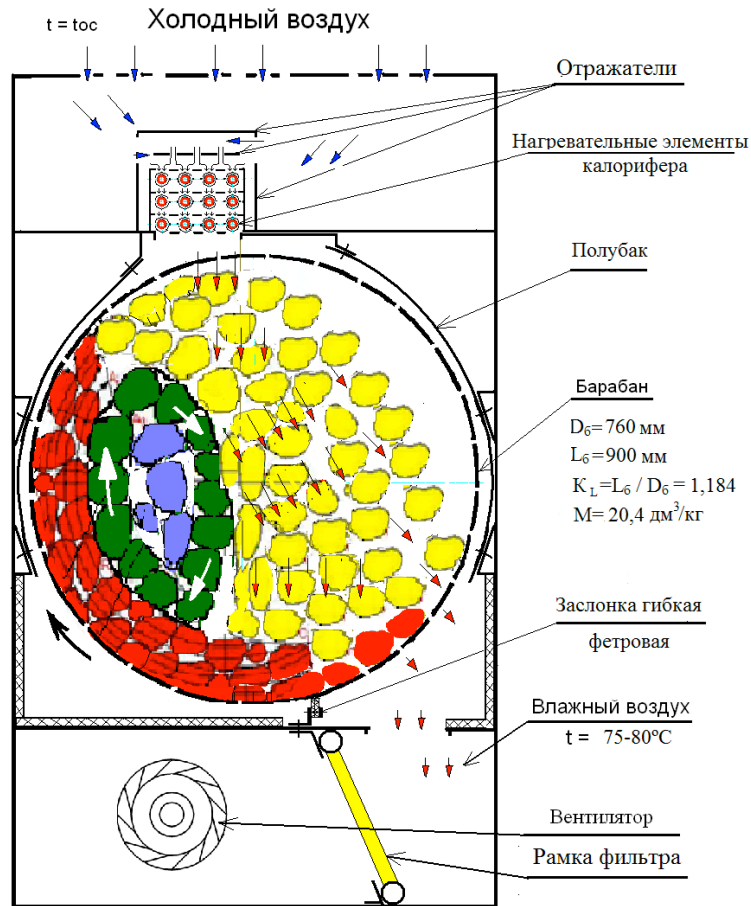


Рис 3. Принципиальная схема новой энергоэффективной сушильной машины BC-20

References:

- [1] Oparin G.V. Bytovye mashiny i pribory [household machines and devices] / B.E Kochegarov, V.V. Locmanenko// Uchebnoe posobie. - Vladivostok: Izd-vo DVG TU. - 2006.- P.178. [in Russian]
- [2] Naberezhnyh A.I., Korolev K.P., Kuprijanov A.V., Makarov A.N., Standart predpriyatija: Sistema menedzhmenta kachestva sredstva i metody izmerenija funkcional'nyh harakteristik sushil'nyh mashin [Enterprise standard: quality management system means and methods of measurement of the functional characteristics of the drying

- machines] / A.I. Naberezhnyh, K.P. Korolev, A.V. Kuprijanov, A.N. Makarov // Izd-vo VMZ - 2009. – P.178. [in Russian]
- [3] Volynskij V.Ju., Storozhenko Ja.S. Matematicheskoe modelirovanie processa termoobrabotki polotennyh materialov v sushil'no-shiril'noj mashine [mathematical modelling of the process of heat treatment of materials in the polotennyh-drying mathematical modelling of the process of heat treatment of materials in the polotennyh- drying machines] // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Serija: Himija i himicheskaja tehnologija. – Ivanovo: IG- HTU, - 2014. - t. 57. № 2. - P. 108-111. [in Russian]
- [4] Avtomatizirovannaja sushil'naja mashina VS-20. Rukovodstvo po jekspluatacii / automated dryer vs-20. Manual [electronic resource] – URL: <http://pkm.net.ua/tz/vc-20.pdf> (accessed: 05.05.2017) [in Russian].
- [5] Sushil'naja mashina VS-20/ drying machine SUN-20 [electronic resource] – URL: http://www.vyazma.su/catalog/sushilnye_mashiny/sush-vega/vc-20 (accessed: 05.05.2017) [in Russian]