

ВЛИЯНИЕ НА ТЕМПЕРАТУРАТА ВЪРХУ ЯКОСТТА НА СЪТЪКЛЕНИ ОПАКОВКИ ЗА ПИВО

Дочка Ганчовска, Иван Михайлов, Калоян Ангелов, Симеон Василев

Университет по хранителни технологии, катедра Техническа механика и машинознание

4002 гр. Пловдив, Р. България

dganchovska@abv.bg, mihaylow@abv.bg, kaloangelov@gmail.com, svasileff2000@yahoo.com

INFLUENCE OF THE TEMPERATURE ON THE STRENGTH OF GLASS PACKAGING FOR BEER

Dochka Ganchovska, Ivan Mihaylov, Kalojan Angelov, Simeon Vasilev,

University of Food Technologies

Department of technical mechanics and mechanical engineering

4002 Plovdiv R. Bulgaria

dganchovska@abv.bg, mihaylow@abv.bg, kaloangelov@gmail.com, svasileff2000@yahoo.com

ABSTRACT

The behavior of glass bottles for beer with a capacity of 0,500 l, tested on internal pressure at a temperature corresponding to that of pasteurization of beer is studied. The results obtained were compared with those of the tests carried out at temperatures and conditions prescribed by standards documents.

Key words: Internal pressure, glass packaging, strength characteristics

Въведение.

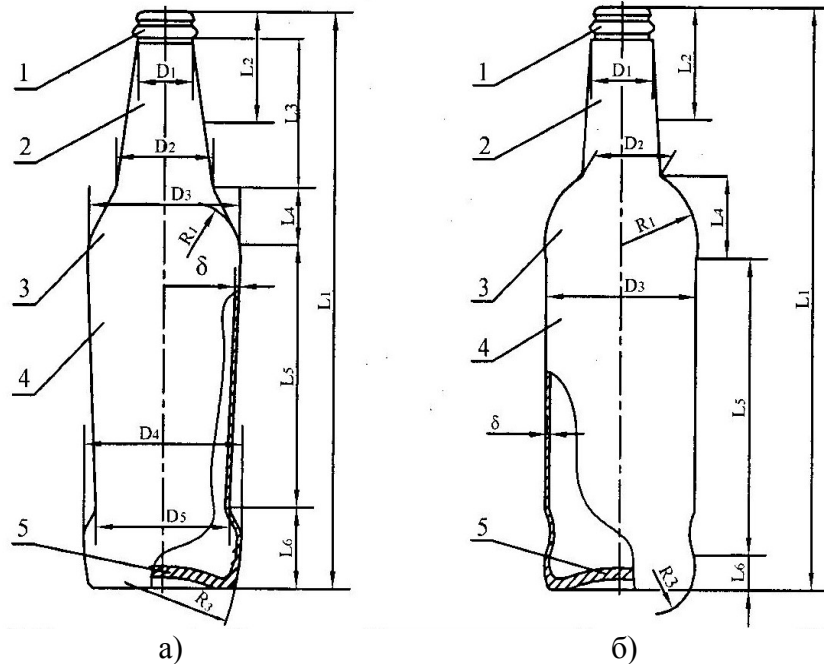
Сътклените опаковки се използват масово при бутилирането на пиво, поради ярко изразените си предимства: хигиеничност, прозрачност, химическа инертност, многократна употреба, рециклируемост и възможност за дизайнерски подход при проектиране с иновации във форма и орнаментика. [9]

Една от технологичните операции при производството на пиво при която сътклените опаковки са подложени на висока температура е пастьоризацията. С нея се цели постигане на биологично стабилизиране на пивото. Състои се в постепенно нагриване, поддържане на определена температура до 60-70°C в рамките на предварително зададен период от време и последващо охлаждане. Може да се прилага по два начина: пастьоризиране на пивото в поток и пастьоризиране непосредствено след бутилирането в сътклените опаковки. При втория начин се използват тунелни оросителни пастьоризатори. При този процес с повишаване на температурата в пастьоризатора се загряват пивото и газа. При нагриване течната фаза не се свива, независимо от повишеното налягане, тя продължава да се разширява. Вътрешното налягане в бутилките не трябва да превишава 10 Bar. В резултат на този процес сътклените бутилки се натоварват допълнително на вътрешно налягане и това намалява механичната им якост. [6,7,8,13,14]

Целта на настоящата разработка е определяне на налягането p_{sp} при което се разрушават нови съткленни бутилки за пиво с вместимост 0,500l, при изпитване на вътрешно налягане, като при изпитването бутилките и работния флуид се загряват до температура съответстваща на температурата на процеса пастьоризация, и сравняване на получените данни с резултати от предварително проведени изпитвания според условията и изискванията на стандартизационните документи [1,2,11] и публикувани в [5,12].

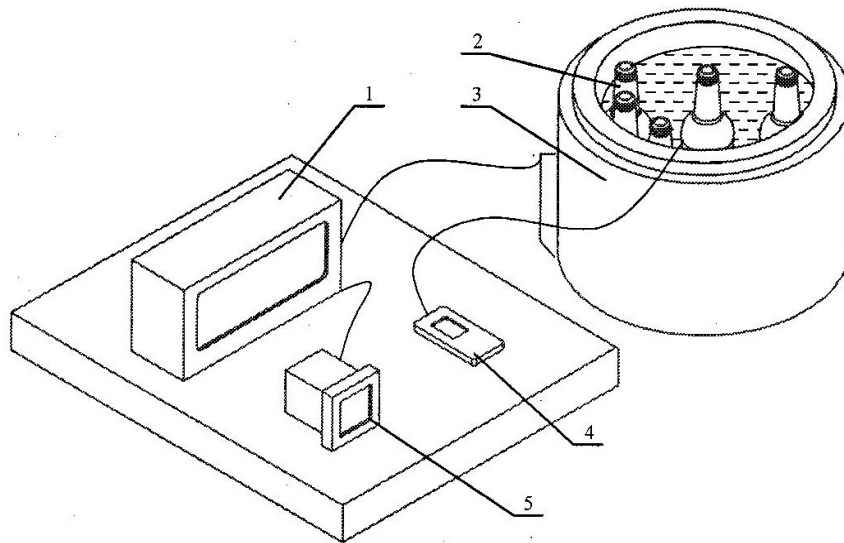
Изложение.

Обект на изпитване са два типа стъклени бутилки - фиг.1 с вместимост $0,500l$ за пиво, предназначени за многократна употреба с различна геометрична форма. От геометрична гледна точка те са ротационни осесиметрични тела, които в най-общ план могат да бъдат разглеждани като съставени от: гърловина, шийка, преходна част- рамо, тяло, и дъно. При тип А преобладават конусните форми – на шийката 2, на преходната част-рамото 3 с плавно преминаване към тялото със закръгление, на тялото 4 и преходната част на дъното 5. Тип Б се състои от издължена конусна шийка 2, сферично рамо 3, цилиндрично тяло 4 и дъно 5 с преходен изпъкнал участък. По тялото на всички бутилки има разположени орнаменти.



Фиг. 1. Геометрична форма на изпитваните бутилки
а-тип А; б-тип Б

Бутилките се изпитват на вътрешно налягане на лабораторен стенд, изработен в катедра Техническа механика и машинознание към УХТ – Пловдив. Подробното му устройство и принцип на работа са разгледани в [4,5]. При провеждане на изпитанията за загряване на бутилките и работния флуид в тях до температура $70-75^{\circ}C$ се ползва установката показана на фиг. 2.



Фиг. 2. Установка за загряване и поддържане на необходимата температура на работния флуид: 1- електрическо табло; 2- изпитвани образци; 3 – резервоар; 4 - цифров термометър със сонда Thermo – Timer ; 5 – терморегулатор СХТА 3000.

Основна част на установката е резервоара поз. 3, с вграден нагревател и циркуляционна помпа. За работен флуид се използва вода, защото има добра топлопроводимост, евтина е и изпитанията на бутилките се провеждат с вода по предписание на стандартизационните документи [1,11]. Създадена е система за автоматичен контрол на температурата на водата в съда. За управление на нагревателя се използва програмируем регулатор за управление на температурни процеси СХТА 3000 – поз. 5, с точност $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, който е свързан с терморезистор Pt-100. Електрическото табло поз.1 има два прекъсвача (6А и 10А) за нагревателя и помпата и централен прекъсвач (25А) за прекъсване на захранването. Изпитваните образци поз. 2 се пълнят с вода и се поставят в съда ръчно. Температурата на водата в бутилките се контролира и с цифров термометър със сонда Thermo – Timer - поз. 4 с точност на отчитане 1° .

При достигане на необходимата температура на водата в бутилките, те се поставят на стенда и се изпитват на вътрешно налягане до счупване, като налягането се увеличава с равномерна скорост. За установяване на изходната точка на пукнатините, бутилките предварително са облепени с прозрачно тиксо.

В Таблица 1 са дадени резултатите от изпитанията за граничното налягане- $p_{cp} [Bar]$, при което настъпва разрушаването на бутилките - при температура на работния флуид $70-75^{\circ}\text{C}$.

Таблица 1

Стойности на $p_{cp} [Bar]$, от изпитване с температура на работния флуид $70-75^{\circ}\text{C}$

№	1	2	3	4	5	6	7
Тип А	21,55	29,00	18,82	28,16	23,79	22,42	24,36
Тип Б	25,30	33,22	35,75	37,75	20,42	28,82	27,75

За сравняване на резултатите се изчисляват стойностите на средното гранично налягане p_{sp}^{cp} при което бутилките се разрушават за различните условия на изпитване и различните типове бутилки и средното квадратично отклонение S_x . [10] Получените резултати са показани в Таблица 2. Стойностите на p_{sp}^{cp} служат и за оценка на механичната якост на стъклените опаковки

Таблица 2

Стойности на p_{sp}^{cp} [Bar] и S_x при различни температури на работния флуид

Температура на работния флуид	При температура на пастъоризация 70-75°C		При температура определена от стандарта 20-22°C	
Тип на бутилката	А	Б	А	Б
p_{sp}^{cp} , [Bar]	24,01	29,85	38,09	34,61
S_x	3,60	6,10	6,10	3,83

Относителната разлика в стойностите на средното гранично налягане p_{sp}^{cp} при което бутилките се разрушават за различните условия на изпитване се изчислява по формула (1) и служи за критерий за сравняване на механичната якост на опаковките:

$$\Delta \% = \frac{p_{sp(20)}^{cp} - p_{sp(75)}^{cp}}{p_{sp(20)}^{cp}} 100 \quad (1)$$

където: $p_{sp(20)}^{cp}$ - средно гранично налягане на разрушаване при температура на работния флуид 20-22°C, [Bar];

$p_{sp(75)}^{cp}$ - средно гранично налягане на разрушаване при температура на работния флуид 70-75°C, [Bar].

Резултатите показват, че p_{sp}^{cp} намалява при процеса пастъоризация и за двата типа бутилки. По-интензивно е намалението при бутилки тип А от 38,09 Bar на 24,01 Bar, в сравнение с тип Б, където p_{sp}^{cp} намалява от 34,61 Bar на 29,85 Bar.

Заклучение.

1. При повишаване на температурата на работния флуид на 70-75°C, механичната якост на бутилките намалява както следва:

- за бутилки тип А с 36,81%
- за бутилки тип Б с 13,75%

2. Бутилки тип Б имат по-голяма механична якост от тип А, тъй като средното гранично налягане p_{sp}^{cp} на разрушаване при температура на работния флуид на 70-75°C е с 5,84 Bar, по-голямо от това при тип А.

3. Стойностите на p_{sp}^{cp} за двата типа бутилки при изпитване с температура на работния флуид 70-75°C са по-големи от допустимото по стандарт [2] налягане от 12 Bar и са годни за употреба.

Използвана литература.

1. БДС EN ISO 7458 Опаковки стъклени. Устойчивост на вътрешно налягане. Методи за изпитване, 2006;
2. БДС 7-92 Бутылки стъклени за хранителни течности и напитки. Общи изисквания;
3. ГОСТ 10117.1 – 2001 Бутылки стеклянные для пищевых жидкостей. Общие технические условия;
4. Ганчовска Д., С. Василев Якостни показатели на стъклените опаковки за хранителната индустрия. Научни трудове на Съюза на учените Пловдив, серия В Техника и технологии, том. X, стр. 113-117, ISSN 1311-9419, 2013; - октомври 2012;
5. Ганчовска Д., С. Василев, И. Михайлов Сравнителен анализ на якостните характеристики на стъклени опаковки за хранителни продукти, Международно научно online списание НАУКА и ТЕХНОЛОГИИ, Съюз на учените Стара Загора, VOLUME III; NUMBER 4; 2013: Technical studies, ISSN 1314-4111 – юни 2013;
6. Кабзев Й., И. Игнатов, Технология на пивото, Академично издателство на УХТ, Пловдив 2011, ISBN 978-954-24-0175-9;
7. Костов Г., Машини и апарати за пивоварната и безалкохолната промишленост, Агенция 7Д, Пловдив, 2010, ISBN 978-954-9774-26-9;
8. Костов Г., Митев П., Инженерни изчисления на технологичното оборудване на малцовата, пивоварната и безалкохолната промишленост, Ръководство за упражнения, Академично издателство на УХТ – Пловдив, 2010, ISBN 978-954-24-0151-3;
9. Ходжева З., Д. Ганчовска, М. Ботева, Проектиране на дизайнерска опаковка в средата на SOLID WORKS, XXII международна научна конференция на Съюза на учените в Стара Загора, юни 2012
10. Футеков Л., Пенчев П., Теория на експеримента, Пловдив, изд. ПУ, 1998
11. ASTM C-147-2005 – Standard Test Methods for Internal Pressure Strength of Glass Containers, United States;
12. Ganchovska D., S. Vasilev, I. Mihaylov, Investigation of the behavior of glass packaging for food liquids subjected to internal pressure, International Conference ²Research and Development in Mechanical Industry², Serbia, 2014
13. www.pivovari.com
14. www.bio-x.ru