

## РАСЧЕТ ПЕРФОРИРОВАННОГО БАРАБАНА ФИЛЬТРУЮЩЕ-ПРЕССУЮЩЕЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НАЦИОНАЛЬНОГО НАПИТКА «БОЗО»

*Садиева Анаркуль Эсенкуловна, д.т.н., проф. Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова, Кыргызская Республика, 720044, Бишкек, ул. Ч.Айтматова 66, e-mail: sadieva45@mail.ru*

*Тилемишова Нургул Темиркуловна, ст.преп. Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова, Кыргызская Республика, 720044, Бишкек, ул. Ч.Айтматова 66, e-mail: tilemishova1@mail.ru*

*Алымкулов Нурдин Жумабекович, преп. Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова, Кыргызская Республика, 720044, Бишкек, ул. Ч.Айтматова 66.*

**Аннотация.** Проведено исследование процессов фильтрации и прессования при изготовлении национального напитка «Бозо» в установке шнекового фильтр-пресса. Предложена конструкция установки приготовления национального напитка «Бозо». Разработана методика расчета оболочек по моментной теории с учетом их перфорации и укреплению. По разработанной методике рассчитан перфорированный барабан экспериментального шнекового фильтр-пресса для отжима национального напитка «Бозо».

**Ключевые слова:** фильтр-пресс, стадия, фильтрации, перфорированный барабан, цилиндр, окружное напряжение, меридиональное напряжение.

## CALCULATION OF THE PERFORATED DRUM OF THE FILTER-PRESSING UNIT FOR THE PRODUCTION OF THE NATIONAL DRINK "BOSO"

*Sadieva Anarkul Esenkulovna, D.t.s.professor, Kyrgyz State Technical University. I. Razzakov, Kyrgyz Republic, 720044, Bishkek, Ch.Aitmatov st. 66, e-mail: sadieva45@mail.ru*

*Tilemishova Nurgul Temirkulov, Senior teacher, Kyrgyz State Technical University. I. Razzakov, Kyrgyz Republic, 720044, Bishkek, Ch.Aitmatov st. 66, e-mail: tilemishova1@mail.ru*

*Alymkulov Nurdin Jumabekovich, Kyrgyz State Technical University named after I.Razzakov, Kyrgyz Republic, 720044, Bishkek, Chingiz Aitmatov st. 66*

**Annotation.** A study of the processes of filtration and pressing in the manufacture of the national drink "Bozo" in the installation of a screw filter press was carried out. The design of the installation for the preparation of the national drink "Bozo" is proposed. A method for calculating shells according to the moment theory has been developed, taking into account their perforation and strengthening. The perforated drum of an experimental screw filter press for pressing the national drink "Bozo" was calculated according to the developed method.

**Key words:** filter press, stage, filtration, perforated drum, cylinder, circumferential stress, meridional stress

При работе шнековой фильтрующе-прессующей установки для национального напитка «Бозо» принцип отжима суспензии заключается в том, что шнековый вал транспортирует продукт внутри цилиндра. Геометрия канала, образованного набором шнековых витков, обеспечивает уменьшение свободного объема витков по ходу движения материала от загрузочной воронки до выходной щели пресса и тем самым подвергает продукт фильтрации, смешиванию и сжатию. Сжатие материала влечет за собой повышение давления, при котором напиток отжимается из жома. Отжатый напиток отводится из зоны прессования через щели перфорированного цилиндра, а отжатый жом выпускается через выходное отверстие шторкового механизма. [1]

Установка для прессования и фильтрования национального напитка «Бозо» (рис.1) состоит из приемного бункера 1, в нижней части которого расположена заслонка для дозирования подачи суспензий, перфорированного барабана для фильтрования напитка 2, вал-шнека 3 с разным шагом витков в зонах транспортирования I, фильтрования II, смешивания III, вторичной фильтрации IV и прессования V, вал-шнек 3 изготовлен полым со сквозными отверстиями, для подачи кипяченой воды, подшипниковый узел 4, 5 и устройства для выгрузки отфильтрованного жома - шторкового механизма 6 и выгрузного устройства 7.

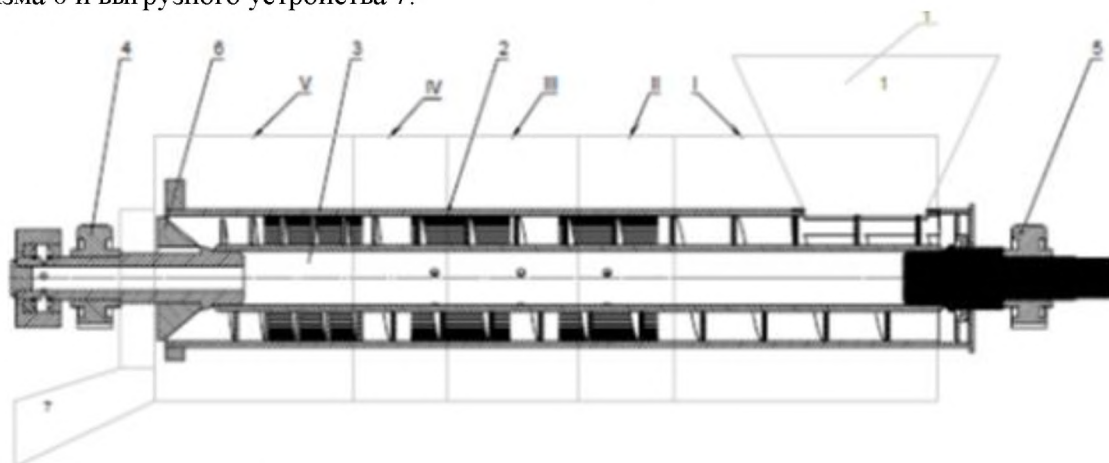


Рис.1 Установка для прессования и фильтрования национального напитка «Бозо»

Для шнековых прессов характерны относительно высокое давление в рабочем пространстве (2,5... 7,5 МПа) и большая продолжительность не прерывного процесса. Частота вращения шнеков  $n=2\div 15$  об/мин

Пресс для предварительного отжима имеет корпус внутри которого прикреплено сито и вращается шнек. Напряженным узлом шнекового пресса является перфорированный барабан.

**Цель данной работы** – разработка методики прочностного расчета с учетом переменное во времени давления внутри барабана по его длине.[3]

#### Задачи исследования

- Разработать методику расчета оболочек по моментной теории с учетом их перфорации и укреплении.
- По разработанной методике рассчитать перфорированный барабан экспериментального шнекового фильтр-пресса для отжима национального напитка «Бозо».

Барабан представляет собой перфорированную цилиндрическую оболочку со степенью перфорации  $k=d/s$ , при этом коэффициент запаса прочности обечайки по предельному равновесию определяется в зависимости от предела текучести  $\sigma_T$  и окружного напряжения в стенке сплошной обечайки  $\sigma_t$ .

$$n = \frac{\sigma_T(1-k)}{\sigma_t} \quad (1)$$

Перфорированный цилиндр нагружен давлением  $p$ . Учитывая модуль упругости  $E'$ , можно определить абсолютную радиальную деформацию цилиндра.

$$\Delta = \frac{\rho R^2}{2hE'} \quad (2)$$

Где  $R$ - радиус средней поверхности цилиндра;

$2h$  – толщина стенки.

Рассматривая перфорацию (рис.2) можно определить напряжения в разных точках перфорации.

$$\sigma_1 = (D_0 + A_0 E_0) \sigma_x - \frac{1}{3} A_0 E_0 \sigma_y \quad (3)$$

$$\sigma_2 = B_0 G_0 \sigma_x + \left( \frac{4}{3} F_0 - G_0 \left( \frac{1}{3} B_0 + \frac{4}{3} C_0 \right) \right) \sigma_y \quad (4)$$

Где  $\sigma_x$  - мембранное окружное напряжение, действующее в направлении оси  $OX$  ;

$\sigma_y$  – мембранное меридиональное напряжение, действующее в направлении оси  $OY$

$A_0, B_0, C_0, D_0, E_0, F_0, G_0$ - коэффициенты, зависящие от материала обечайки и степени перфорации.

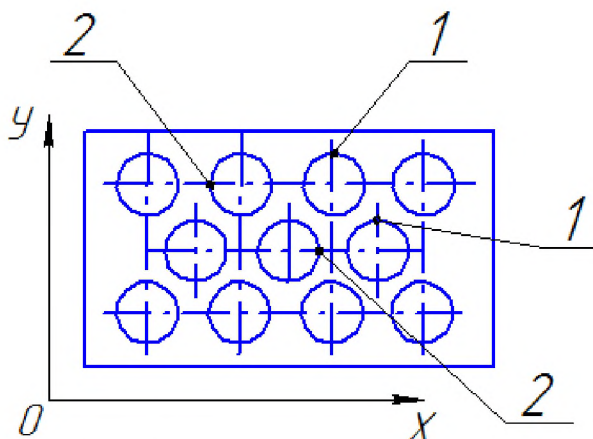


Рис. 2. Схема расположения отверстий

В зависимости от того, с каким из направлений  $OF$  или  $OY$  ориентации рядов отверстий совпадает образующая цилиндрической обечайки, опасной может быть точка 1 либо точка 2 (рис.2).

Жесткость стенки обечайки определяется по значениям упругих постоянных  $E'$  и  $\mu'$ .

В направлении оси  $OX$  и  $OY$

$$E'_x = \frac{E}{A'_x + \mu B'_x} \quad E'_y = \frac{E}{A'_y + \mu B'_y} \quad (5)$$

$$\mu'_x = \frac{C' + \mu D'}{A'_x + \mu B'_x} \quad \mu'_y = \frac{C' + \mu D'}{A'_y + \mu B'_y} \quad (6)$$

### Проверка методики расчёта на фильтрующе-прессующей установки для производства национального напитка «Бозо»

Стенки рабочего цилиндра образованы из двух сит толщиной 2,5 мм и 0,8мм. и собранных по длине пресса в отдельные секции шаг перфорации 10 мм, диаметр отверстий 2 мм. Внешнее сито имеет частую перфорацию диаметр и шаг отверстий переменные по длине барабана. Максимальное давление в рабочем цилиндре составляет Мпа, диаметр цилиндра равен 110 мм и выполнен из нержавеющей стали марки IX13 (предел текучести  $\sigma_1=410$  Мпа). Давление  $p=2,5$  Мпа которая передается только на внутреннее сито.[5]

Степень перфорации  $k=d/s,=2/10=0,2$

Мембранные напряжение для сплошной цилиндрической оболочки

$$\sigma_t = \frac{2,5 \cdot 0,11}{0,0025} = 110 \text{ МПа} \quad \sigma_m = \frac{2,5 \cdot 0,11}{2 \cdot 0,0025} = 55 \text{ МПа}$$

Напряжения в точках 1 и 2 (рис.2) определим из формул 3 и 4 подставив постоянные коэффициенты [2]

$$\sigma_1 = (D_0 + A_0 E_0) \sigma_x - \frac{1}{3} A_0 E_0 \sigma_y = (1,25 + 0,127 \cdot 18,815) \sigma_x - \frac{1}{3} 0,1275 \cdot 18,85 \sigma_y = 110 \text{ МПа}$$

$$\sigma_2 = B_0 G_0 \sigma_x + \left( \frac{4}{3} F_0 - G_0 \left( \frac{1}{3} B_0 + \frac{4}{3} C_0 \right) \right) \sigma_y =$$

$$= 0,0057 \cdot 25,96 \sigma_x + \left( \frac{4}{3} 0,84 - 25,96 \left( \frac{1}{3} 0,0057 + \frac{4}{3} 0,0262 \right) \right) \sigma_y = 547 \text{ МПа}$$

**Вывод.** Разработанная на основании изложенной здесь методики программа позволяет рассчитать на прочность перфорированный барабан. По данной методика проведен расчет на прочность перфорированного цилиндра экспериментальной установки, которая показывает, что напряжения в точке 2 (рис.2) больше предела текучести соответственно рекомендуется увеличить толщину стенки.

#### Список литературы

1. Патент КР №2201 от 31.03.2020 г. Установка для фильтрования и прессования национального напитка «Бозо», Садиева А. Э., Тилемишова Н. Т., Халмуратов Р.
2. Садиева А. Э., Тилемишова Н. Т., Халмуратов Р. С. Разработка конструкции установки для фильтрования и прессования в производстве национального напитка «Бозо» XLVIII Огарёвские чтения, г. Саранск, материалы науч. конф.: в 3 ч., 2020 г. – 660 с.
3. Соколов В.И. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств: 2-е изд., перераб и доп.-М.:Колос, 1992 -399 с.
4. Остриков А.Н., Абрамов О.В. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств. ГИОРД, 2003. -352с.
5. Остриков А. Н., Новое в технологии купажирования растительных масел / А. Н. Остриков, В. Н. Василенко, Л. Н. Фролова, М. В. Копылов. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2013. – 225 с. – ISBN 9785000320013.
6. Садиева, А. Э. Обзор и анализ оборудования процесса фильтрования в производстве национального напитка "бозо" / А. Э. Садиева, Н. Т. Тилемишова, Молдобек К А // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – 2017. – № 3(43). – С. 26-29.