

УДК66.047.791.7

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИИ УСТАНОВКИ ДЛЯ
ВЗБИВАНИЯ И НАСЫЩЕНИЯ ВОЗДУХОМ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ
НАЦИОНАЛЬНОГО НАПИТКА КЫМЫЗ**

Кочнева Светлана Владимировна, к.т.н., профессор, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, ул. Ч. Айтматова 66

Тилемিশова Нургуль Тилемишовна, ст.преп., Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, ул. Ч. Айтматова 66, e-mail: tilemishova1@mail.ru

Акматов Айден, магистрант гр. ТМОм 1-19, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, ул. Ч. Айтматова 66.

Аннотация: В статье предложена конструкция опытной установки для взбивания и насыщения воздухом при получении национального напитка кымыз. На основе технологических требований проведен анализ достоинств и недостатков подобных устройств. Рассмотрены исполнительные механизмы для создания колебаний, позволяющие увеличить турбулизацию и циркуляцию потоков рабочей жидкой среды. Приведено обоснование выбора конструктивных размеров опытной установки: корпуса мешалки, рабочего органа. Приведены результаты анализа возникновения вибромеханических эффектов: повышения турбулизации (турбулентный режим), активного перемешивания жидкости (виброструйный эффект) и эффекта насыщения воздухом при работе рабочего органа.

Kochneva Svetlana Vladimirovna, candidate of technical sciences, professor KSTU them I.Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Chingiz Aytmatov Avenue 66.

Tilemishova Nurgul Tilemishovna, Senior teacher KSTU them I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Chingiz Aytmatov Avenue 66.

Akmatov Aiden, Master's degree gr. ТМОм1-19 KSTU them I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Chingiz Aytmatov Avenue 66.

Annotation. The article proposes the design of a pilot plant for whipping and air saturation when receiving the national drink kymyz. On the basis of technological requirements, an analysis of the advantages and disadvantages of such devices is carried out. The executive mechanisms for creating oscillations of the working fluid medium, allowing to increase the turbulence and circulation of flows, are considered. Substantiations are given for the choice of the design dimensions of the pilot plant, mixer body, working body. An analysis of the occurrence of vibromechanical effects is also given: increased turbulization (turbulent mode), active mixing of the liquid (vibrojet effect) and the effect of air saturation during the operation of the working body.

Популяризация здорового образа жизни, а также ухудшение экологической ситуации в значительной степени стимулируют общество к потреблению функциональных продуктов.

Природа имеет исключительно полноценный продукт - молоко кобыл, которая в виде кымыза делает его ценным, лечебным и диетическим продуктом.

Проведенный анализ информационных источников, патентов и материалов интернет показал, что промышленное производство кымыза получило свое развитие только в последние годы, а само производство имеет сезонный характер.

Данный процесс в настоящее время проводится в основном вручную, соответственно механизация данного процесса является актуальной проблемой для увеличения выпуска

национального напитка «Кымыз», в условиях перехода экономики республики на инновационный путь развития.

В целях механизации процесса и увеличения производительности необходимо рассмотреть устройство и конструктивные особенности для механизации процесса насыщения воздухом.

Основным рабочим органом установки является корпус мешалки и мешалка. Основными конструктивными элементами корпуса мешалки является ее высота и основание. Анализ литературных источников и примеров конструктивного решения мешалок в фермерских хозяйствах показывает, что принятое соотношение высоты мешалки и основания находится в широких пределах предпочтительнее $H/D = 1,28:1,6$ [1,2].

Отличительной особенностью предлагаемой опытной конструкции является наличие плоского днища круглой формы для обеспечения работы мешалки.

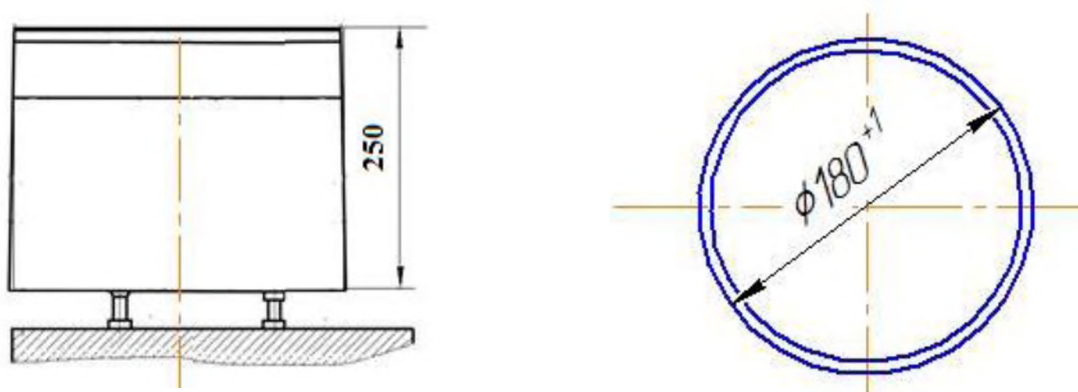


Рис.2.1. Корпус мешалки

Высоту мешалки выбираем из принятых ранее соотношений отношения высоты к основанию как $H/D = 1,38$ при этом высота мешалки составит 250 мм при диаметре круга 180 мм.

Корпус мешалки изготовлен из пищевой нержавеющей стали.

Популяризация здорового образа жизни, а также ухудшение экологической ситуации в значительной степени стимулируют общество к потреблению функциональных продуктов

Сверху мешалка закрывается плоской крышкой с отверстием под вал мешалки.

Геометрический объем мешалки, таким образом, определится как объем цилиндрической части.

Объем определяется по формуле

$$V_{ц} = \pi D^2 L / 4, \text{ м}^3$$

Соответственно

$$V = 3,14 * 0,180^2 * 0,250 / 4 = 0,035 \text{ м}^3$$

Рабочий орган совершает возвратно-поступательное движение, которое обеспечивается исполнительным механизмом привода.

Конструкция мешалки (рабочего органа) представляет собой вертикальный вал на выходном конце которого насажена рабочая мешалка представляющая собой четырехлопастной диск с по радиусам которого расположены сужающиеся и расширяющиеся отверстия конической формы (конфузор, диффузор) в количестве 8 шт., на каждой лопасти по 2 отверстия. Диаметр диска выбирается из условия, с одной стороны для исключения соприкосновения корпуса мешалки, а с другой стороны для исключения застойных зон внутри корпуса, обеспечивая турбулизацию потока жидкости и насыщения воздухом. В связи с этим диаметр диска мешалки выбран равным 130 мм.

Такая конструкция рабочего органа обеспечивает возникновение вибромеханических эффектов: повышения турбулизации (турбулентный режим), активного перемешивания жидкости (виброструйный эффект) и эффекта насыщения воздухом [4,6].

При работе мешалки имеет место повышение турбулизации жидкой среды, где частицы жидкости наряду с основным движением осуществляют поперечные перемещения, создающие перемешивание жидкости, образуя сложную траекторию, пересекающиеся между собой [2].

Для повышения турбулизации предусмотрено вибрация созданная при возвратно-поступательном движении за счет перфорации мешалки дающее радиально-осевые колебания различным гидросопротивлением из-за конических отверстий которая обеспечивается при смене направления движения кымыза (рис.3.)

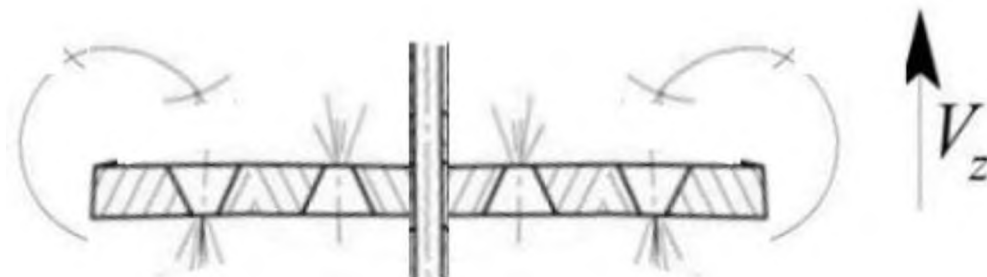


Рис.3. Схема реализации виброструйного эффекта

Для определения осевой скорости способствующей интенсификации протекания виброструйного эффекта можно применить формулу [3,5,6,7]:

$$V_z = R_1 \frac{a}{l} \omega$$

где R - радиус диска мешалки,

l - рабочий ход мешалки,

α - угол раскрытия конусности отверстия в диске,

ω - осевая скорость, м/с

Осевая скорость определяется в зависимости от диаметра и частоты вращения кривошипно-шатунного механизма. На практике при эксплуатации подобных устройств частота вращения кривошипно-шатунного механизма колеблется 400-480 об/мин. При конструировании опытной установки данная частота вращения была принята за основу.

Разберем придерживающиеся гидросопротивления (рисунок 4):

- постепенное расширение (диффузор);
- постепенное сжатие (конфузор).

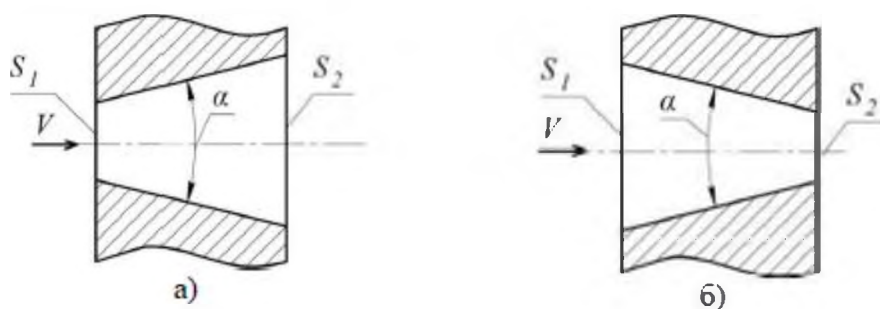


Рис.4. Виды местных гидросопротивлений: а) диффузор; б) конфузор

По представленному рисунку 4 можно определить коэффициент сопротивления диффузора [3] по формуле:

$$h_{\text{диф}} = k_{\text{пр}} \cdot \left(1 - \frac{S_1}{S_2}\right)^2$$

где $k_{\text{пр}}$ - коэффициент смягчения диффузора;

S_1 - площадь отверстия на входе в диффузор, м²;

S_2 – площадь отверстия на выходе из диффузора, м².

Аналогично определяется коэффициент сопротивления конфузора :

$$h_{\text{конф}} = k_{nc} \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon} - 1 \right)^2$$

где k_{nc} – коэффициент смягчения конфузора;

ε – коэффициент сопротивления ($\varepsilon = 0,604-0,677$ при $S_2/S_1 = 0-0,6$).

Гидросопротивления при различных начальных условиях дает возможность определению интенсивности протекания виброструйного эффекта при максимальных условиях. Для этого угол при вершине конуса принимается равной $\alpha = 30^\circ$, а соотношение площадей на входе и выходе отверстий диффузора S_1/S_2 и конфузора S_2/S_1 примем равным 0,5; 0,3; 0,5; 0,3; 0,2.

$$\text{Для } \frac{S_1}{S_2} \text{ и } \frac{S_2}{S_1} = 0,5 \quad h_{\text{диф}} = 0,2; \quad h_{\text{конф}} = 0,0611; \quad \frac{h_{\text{диф}}}{h_{\text{конф}}} = 3,3$$

В последствии выявлено, что сопротивление диффузора (постепенного расширения) увеличен в 3,3 раза чем у конфузора, значит если при равных размерах диффузора и конфузора и одинаковой скорости движения кымыза, то через диффузор пройдет в 3,3 раза меньше кымыза, чем через конфузор при этих же условиях. Но необходимо учесть что мешалки рабочие органы которого совершают виброколебания, при осевых колебаниях мешалки возникает движение жидкости через конфузор (постепенное сжатие) где происходит виброструйный эффект.

$$\text{Для } \frac{S_1}{S_2} \text{ и } \frac{S_2}{S_1} = 0,3 \quad h_{\text{диф}} = 0,392; \quad h_{\text{конф}} = 0,0726; \quad \frac{h_{\text{диф}}}{h_{\text{конф}}} = 5,4$$

$$\text{Для } \frac{S_1}{S_2} \text{ и } \frac{S_2}{S_1} = 0,2 \quad h_{\text{диф}} = 0,512; \quad h_{\text{конф}} = 0,0816; \quad \frac{h_{\text{диф}}}{h_{\text{конф}}} = 6,3$$

Из этого следует что увеличение разности площадей отверстий на входе и выходе отношение сопротивлений диффузора и конфузора увеличивается, при этом количество кымыза протекающий через конфузор увеличивается это происходит из-за уменьшения количества кымыза которая протекает через диффузор, это дает увеличение интенсивности виброструйного эффекта при одной скорости колебаний диска.

Вывод

Разработанная методика расчета дает возможность определить характеристики мешалок, исходя из их геометрических параметров и частоты вращения, что позволяет производить проектные расчеты. Также предложенная конструкция мешалки с виброструйным эффектом, реализующая принцип действия при перемешивании кымыза, заключающийся в создании встречных затопленных струй, которым сообщают радиально-осевые колебания и увеличивают длину их пути перемешивания что дает повышение производительности установки и повышает качество полученного напитка кымыз.

Литература

1. Гавриленко, И.В. Маслоэкстракционное производство / И.В. Гавриленко. – М.: Пищепромиздат, 1960. – 247 с.
2. Гаврилова, В.А. Емкостное оборудование молочной промышленности / В.А. Гаврилова. – М.: Агропромиздат, 1987. – 184 с.
3. Ганиев, Р.Ф. Волновое перемешивание / Р.Ф. Ганиев, Д.Л. Ревизников, Л.Е. Украинский // Нелинейная динамика. – 2008. – Т.4. – № 4. – С. 483-496.
4. А.с. 863378 СССР, МКИ В 28 С 5/16. Мешалка / Мудров П.Г., Мудров А.Г. (СССР). № 2719745; заявл. 30.11.79; опубл. 15.09.81, Бюл. № 40. – 2 с.
5. Ковнацкий, А.В. Повышение эффективности планетарных приводов технологических

машин введением в их схему упругого звена: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.02 /

Ковнацкий Андрей Владимирович. – Челябинск, 2005. – 179 с.

6. Кожевников, С.О. Разработка смесителя для перемешивания жидких и гетерогенных сред: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.13 / Кожевников Сергей Олегович. – Иваново, 2005. – 140 с.
7. Торубаров, Н.Н. Перемешивающие устройства со сложным законом движения мешалок / Н.Н. Торубаров, Р.М. Малышев // Известия МГТУ «МАМИ». – 2014. – № 2(20). – С. 88-91.