

УДК 663.5

## РАСЧЕТ ИНЖЕКТОРА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СОРТИРОВКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ВОДКИ

Рузанов С.Р.

*ГОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», Н.Новгород, Россия (603950, Н.Новгород, ГСП-41, ул. Минина, 24), e-mail: nntu@nntu.nnov.ru*

Приведен анализ способов и оборудования для приготовления сортировки в производстве водки. Учитывались производительность способов и устройств для смешения компонентов сортировки, возможность экономии производственных площадей и переход на «безлюдные» технологии. Отмечается перспективность применения для приготовления сортировки инъекционных аппаратов. Приведена схема инъекционной установки. Сформулированы исходные данные для расчета инъекционного устройства, включающие расходы рабочей и инжектируемой жидкостей, давления на входе смешиваемых сред. Предложена методика инженерного расчета основных конструктивных и режимных параметров инжектора: диаметры сопла, камеры смешения, диффузора; длины сопла, камеры смешения, диффузора; относительного перепада давления создаваемого инжектором, давления сортировки на выходе из диффузора. Методика расчета инжектора может быть использована при конструировании инжекторов для смешения и других жидких сред.

Ключевые слова: водка, сортировка, смешение, инжектор, расчет.

## CALCULATION OF INJECTOR FOR PREPARATION OF SORTING IN PRODUCTION OF VODKA

Ruzanov S.R.

*Nizhgorodski state technical university the name of R.E. Alekseeva, N.Novgorod, Russia(603950, N.Novgorod, GSP- 41, street of Minina, 24), e - mail: nntu@nntu.nnov.ru*

An analysis over of methods and equipment is brought for preparation of sorting in the production of vodka. Taken into account the productivity of methods and devices for mixing of sorting components, possibility of economy productive areas and passing to "uninhabited" technologies. Perspective of application is marked for preparation of sorting of injection vehicles. A chart over of the injection setting is brought. Basic data are set forth for the calculation of injection device, including charges working and injection liquids, pressures on in. Methodology of engineering calculation of basic structural and regime parameters of injector offers: diameters of nozzle, chamber of mixing, diffuser; lengths of nozzle, chamber of mixing, diffuser; relative overfall of pressure created by an injector, pressures of sorting on an exit from a diffuser. Methodology of calculation of injector can be used for constructing of injectors for mixing and other liquid environments.

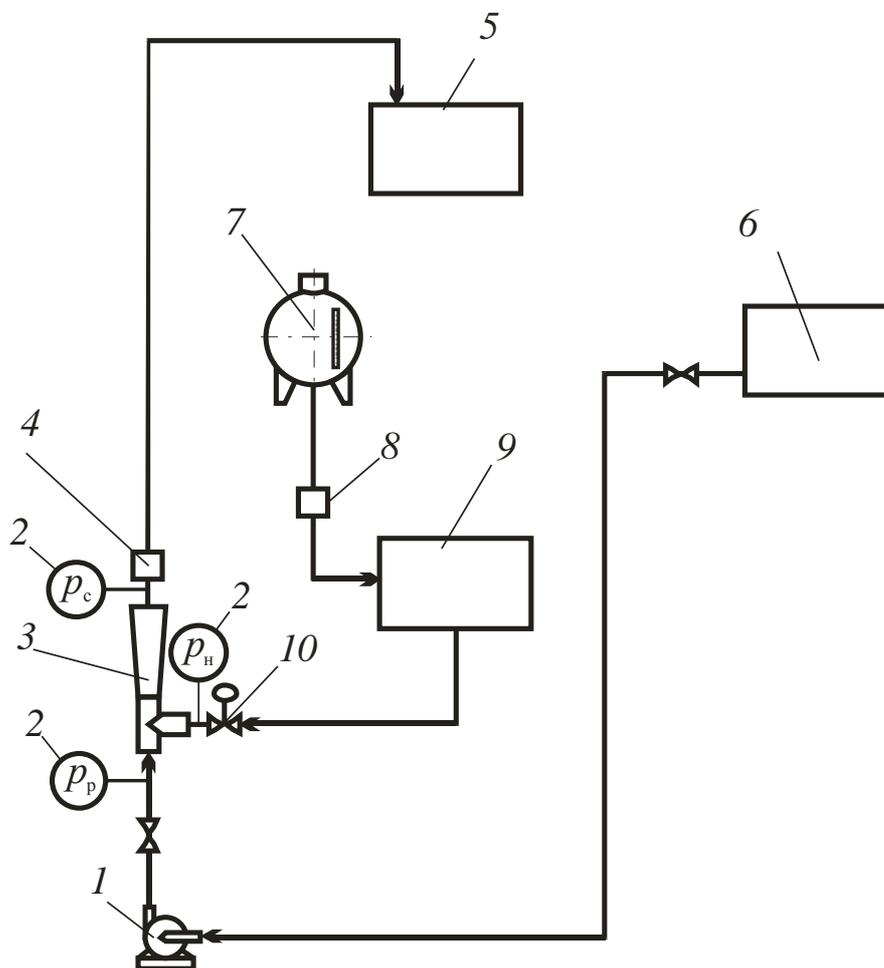
Keywords: vodka, sorting, mixing, injector, calculation.

Для приготовления водки ректифицированный спирт смешивают с подготовленной умягченной водой, получаемая при этом водно-спиртовая смесь называется сортировкой. Обычно сортировку готовят периодически в герметически закрытом смесителе, представляющим собой цилиндрический резервуар вместимостью от 300 до 1200 дал [4]. В смеситель из мерников подается расчетное количество спирта, а затем воды. Для смешения компонентов используют: механическое перемешивание с помощью мешалок; гидродинамическое перемешивание с помощью насоса; перемешивание сжатым воздухом, подаваемым из компрессора через барботер, находящийся внутри смесителя.

Сортировку можно получать также непрерывным способом, который обеспечивает большую производительность, экономию производственных площадей, и при современном развитии средств АСУ ТП переход на «безлюдные» технологии. При

непрерывном способе приготовления сортировки для смешения спирта и воды используются либо проточные многоступенчатые смесители [1], либо инъекционные аппараты [5]. Последние наиболее перспективны для приготовления сортировки.

Схема инъекционной установки приготовления сортировки приведена на рисунке 1.

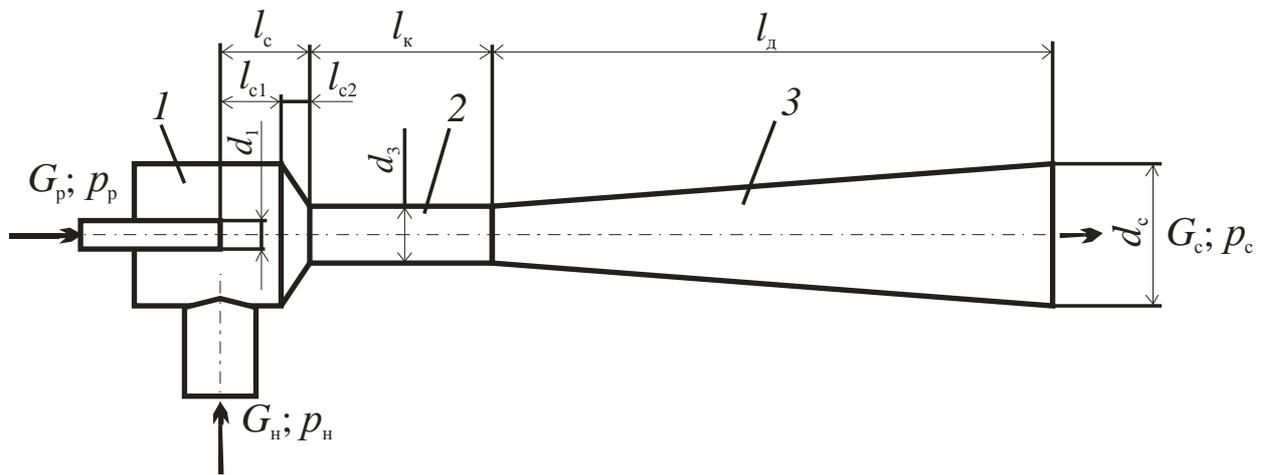


**Рисунок 1- Схема инъекционной установки:**

*1*- насос подачи умягченной воды; *2* - манометры; *3* - инжектор; *4* - обратный клапан;  
*5* - напорные чаны; *6* - сборник умягченной воды; *7* - мерник спирта; *8* - смотровой фонарь;  
*9* - бачок постоянного уровня; *10*- регулирующий вентиль для подачи спирта

Основным элементом установки является инжектор, полный расчет которого весьма сложен и трудоемок [3], что является одной из причин более широкого использования устройства для приготовления сортировки.

Ниже предлагается методика инженерного (упрощенного) расчета инжектора. Расчетная схема устройства приведена на рисунке 2.



**Рисунок 2- Расчетная схема инжектора:**

1- сопло; 2- камера смешения; 3- диффузор

Исходными данными для расчета являются:

- массовый расход воды (рабочая жидкость)  $G_B$ , кг/с;
- массовый расход спирта (инжектируемая жидкость)  $G_C$ , кг/с;
- давление воды на входе в инжектор  $p_B$ , Па;
- давление спирта на входе в инжектор  $p_C$ , Па.

Массовые расходы воды и спирта определяются из материального баланса стадии приготовления сортировки. Давления смешиваемых компонентов на входе в инжектор принимаются по производственным данным.

Необходимый коэффициент инжекции определяется соотношением

$$u = \frac{G_C}{G_B}. \quad (1)$$

По полученному коэффициенту инжекции, согласно рекомендациям [3], определяется оптимальное соотношение сечений камеры смешения и сопла

$$\left( \frac{f_3}{f_1} \right)_{\text{опт}} = 0,43u^2 + 2,27u + 1,11. \quad (2)$$

Площадь сечения сопла вычисляется по формуле

$$f_1 = \frac{G_B}{\varphi_1} \sqrt{\frac{1}{2\Delta p_p \rho_B}}, \quad (3)$$

где  $\varphi_1 = 0,95$  – коэффициент скорости сопла [3];  $\Delta p_p = p_{pB} - p_C$  – перепад давлений между входными потоками инжектора, Па;  $\rho_B$  – плотность воды, кг/м<sup>3</sup>.

Диаметр сопла

$$d_1 = 1,13\sqrt{f_1}. \quad (4)$$

Площадь сечения камеры смешения

$$f_3 = f_1 \left( \frac{f_3}{f_1} \right). \quad (5)$$

Диаметр камеры смешения

$$d_3 = 1,13\sqrt{f_3}. \quad (6)$$

Длина свободной струи воды после сопла

$$\ell_{c1} = \frac{0,37+u}{4,4a} d_1, \quad (7)$$

где  $a = 0,16$  – опытная константа для несжимаемых сред [3].

Диаметр рабочей струи воды на расстоянии  $\ell_{c1}$

$$d_4 = 1,55d_1(1+u). \quad (8)$$

Если  $d_3 > d_4$ , то расстояние от выходного сечения сопла до входного сечения цилиндрической части камеры смешения принимается равным

$$\ell_c = \ell_{c1}.$$

Если  $d_3 < d_4$ , то расстояние от выходного сечения сопла до входного сечения цилиндрической части камеры смешения определяется по формуле

$$\ell_c = \ell_{c1} + \ell_{c2}, \quad (9)$$

где  $\ell_{c2} = (d_4 - d_3)/2$  – длина конического участка камеры смешения при угле раскрытия конуса  $90^\circ$ .

Длина цилиндрической части камеры смешения определяется из соотношения

$$\ell_k = (6 \div 10)d_3. \quad (10)$$

Диаметры штуцеров, подводящих воду и спирт к инжектору, а также готовой сортировки определяются из уравнения расхода

$$d_i = \sqrt{\frac{v_i}{0,785w_i}}, \quad (11)$$

где  $v_i$  – объемный расход соответствующего потока,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $w_i$  – рабочая скорость среды в штуцере, принимаемая по рекомендациям [2].

Длина диффузора

$$\ell_d = (6 \div 7)(d_c - d_3), \quad (12)$$

где  $d_c$  – диаметр выходного сечения диффузора, м.

Относительный перепад давления, создаваемый инжектором

$$\frac{\Delta p_c}{\Delta p_p} = \frac{(\varphi_1 \varphi_2)^2}{\left(2 - \varphi_3^2\right) \frac{\rho_p}{\rho_c} (1+u)^2 - \left(2\varphi_2 - \frac{1}{\varphi_4^2}\right) \frac{\rho_p}{\rho_n} nu^2}, \quad (13)$$

где  $\Delta p_c = p_{cp} - p_c$  – перепад давлений между выходом сортировки из инжектора и входом спирта в инжектор;  $\rho_c$  – плотность спирта, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_{cp}$  – плотность сортировки, кг/м<sup>3</sup>;  $\varphi_2 = 0,975$ ,  $\varphi_3 = 0,9$ ,  $\varphi_4 = 0,925$  – коэффициенты скорости в соответствующих сечениях инжектора [3];  $n$  – коэффициент, определяемый соотношением

$$n = \frac{\left( \frac{f_3}{f_1} \right)_{\text{опт}}}{\left[ \left( \frac{f_3}{f_1} \right)_{\text{опт}} - 1 \right]} \quad (14)$$

Давление сортировки на выходе из диффузора определяется по формуле

$$p_{cp} = p_c + \Delta p_p \left( \frac{\Delta p_c}{\Delta p_p} \right) \quad (22)$$

Приведенная выше методика расчета инжектора для непрерывного приготовления сортировки в производстве водки позволяет определить конструктивные размеры основных элементов устройства и режимные параметры его эксплуатации.

Методика может быть использована при конструировании инжекторов для смешения и других жидких сред.

### Список литературы

1. Малахов Н.Н., Плаксин Ю.М., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств: Учебник.- Орел: Изд. Орловского государственного технического университета, 2001.- 687 с.
2. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии.– Л.: Химия, 1987. – 575с.
3. Соколов Е.Я., Зингер Н.М. Струйные аппараты. - М.: Энергоатомиздат, 1989. – 352 с.
4. Технология пищевых производств / А.П. Нечаев, И.С. Шуб, О.М. Аношина и др.; Под ред. А.П. Нечаева.- КолосС, 2005. – 768 с.
5. Фараджева Е.Д., Федоров В.А. Общая технология бродильных производств. – М.: Колос, 2002. – 408 с.

### Рецензенты:

Когтев С.Е., д.т.н., профессор, директор по развитию производства ООО «Синтез-ПКЖ», г. Дзержинск.

Сидягин А.А., д.т.н., профессор кафедры «Машины и аппараты химических и пищевых производств» ГОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», г. Дзержинск.