

## **Изучение влияния условий получения водно-спиртовых растворов на показатели их качества**

***О.В. Кузьмин***

*ООО «Олимп-Содействие», г. Донецк*

Основной проблемой ликероводочного производства является стабилизация качества водки в зависимости от технологических аспектов. К таким аспектам можно отнести: технологическую схему производства, параметры проведения технологического процесса, методы подготовки воды, условия хранения спирта этилового ректификованного до использования, типы перемешивающих устройств для приготовления сортировки, способы обработки активными углями, не говоря уже о качественных характеристиках основных составляющих: спирта этилового ректификованного, воды подготовленной технологической, активного угля.

Условия реализации технологии на каждом предприятии индивидуальны и сами по себе не являются стабильными, поэтому, охарактеризовав качество исходного сырья и подобрав оптимальные технологические режимы производства, возможно проведение моделирования, с целью получения ожидаемых характеристик конечного продукта.

Для получения оптимальных и стабильных характеристик водки, необходимо уже на ранних стадиях производства - в процессе приготовления сортировки, управлять параметрами воды и спирта, для формирования основных физико-химических и органолептических показателей.

Нами проводились исследования по влиянию технологической воды и спирта отдельно на физико-химические и органолептические показатели сортировок и водок.

Так, в работах [1-5], в условиях ликероводочных предприятий компании «Олимп»: ООО «ХЛВЗ», ООО «ЛВЗ «Прайм», ООО «ДЛВЗ «Лик», ООО «АЛВЗ+», ООО АМиСП «ДА-ЛВ» на протяжении 2007-2008 гг., проведено исследование по влиянию умягченной, посредством Na-катионитного обмена и деминерализованной (обратноосмотической) технологической воды, при

соблюдении требований СОУ 15.9-37-237:2005 «Вода підготовлена для лікеро-горілчаного виробництва. Технічні умови» [6] на физико-химические и органолептические показатели сортировок и водок.

Установлено, что показатели качества воды зависят от места расположения естественного источника, времени года, способа ее обработки, соотношения обработанной разными способами воды (умягченная : обратнoосмотическая). Умягченная вода (соотношение 100%) имеет значительно большую общую щелочность (5,10 - 5,3 ммоль/м<sup>3</sup>), нежели деминерализованная (0,2 - 0,3 ммоль/м<sup>3</sup>).

В соответствии с СОУ 15.9-37-237:2005 норма общей щелочности воды для водок, приготовленных из спиртов классов «Экстра», «Люкс», «Пшеничная слеза» - не более 2 ммоль/м<sup>3</sup>, а для спиртов класса «ВО» и «Высококачественного из мелассы» - не более 4 ммоль/м<sup>3</sup>.

График зависимости общей щелочности от пропорции технологической воды приведен на рис. 1.

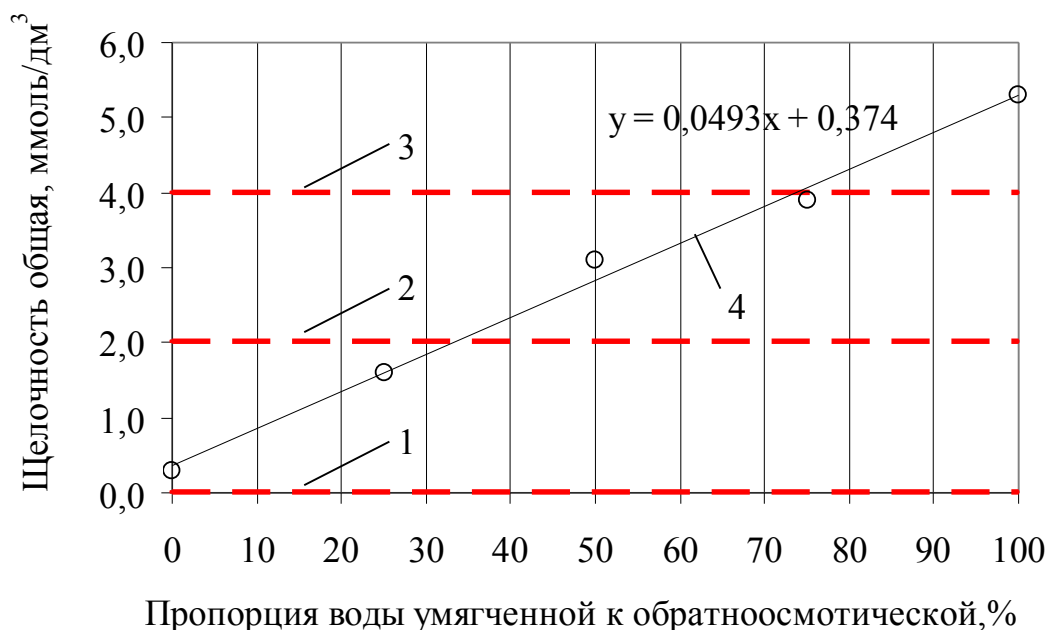


Рис. 1. Зависимость общей щелочности воды технологической от пропорции (% воды умягченной к воде обратнoосмотической), с учетом требований нормативной документации:

- 1 - нижняя граница для спиртов класса «ВО» и «Люкс»;
- 2 - верхняя граница для спиртов класса «Люкс»;

3 - верхняя граница для спиртов класса «ВО»;

4 - линейная зависимость общей щелочности от пропорции технологической воды

На рис. 1 пунктирными линиями указаны ограничения по этому показателю для водок, приготовленных на разных спиртах по СОУ 15.9-37-237:2005.

Полученная нами линейная зависимость позволяет определить пределы рабочих пропорций воды по этому показателю - они не должны выходить за указанные границы (пунктирные линии).

Так, пропорция умягченной воды для приготовления водки на спиртах класса «Экстра», «Люкс», «Пшеничная слеза» составит от 0% до 33%, а для спиртов класса «ВО» и «Высококачественного из мелассы» по умягченной - от 0% до 74%.

Следует иметь в виду, что большая пропорция умягченной воды из-за общей щелочности будет способствовать большей подверженности внутренней поверхности стекла выщелачиванию во время хранения водки и выпадению в осадок двуокиси кремния.

При соблюдении установленных ограничений по каждому физико-химическому показателю для каждого периода года (месяца) - возможно нахождение оптимальных пропорций, что будет гарантировать высокую стабильность продукции в процессе гарантийного срока хранения продукции.

В месте с этим наши исследования по оптимальному поиску пропорции технологической воды (умягченной : обратноосмотической) показали, что практически во всех случаях, основным ограничением для использования полного диапазона пропорций технологической воды является массовая концентрация сульфатов, которая для обратноосмотической воды лежит в диапазоне от 4 до 8 мг/дм<sup>3</sup>, а для умягченной воды - от 150 до 190 мг/дм<sup>3</sup>.

Требования СОУ 15.9-37-237:2005 к массовой концентрации сульфатов в технологической воде для водок, приготовленных из спиртов классов «Экстра», «Люкс», «Пшеничная слеза» - не более 50 мг/дм<sup>3</sup>, а для спиртов класса «ВО» и «Высококачественного из мелассы» - не более 80 мг/дм<sup>3</sup>. В связи с этим,

оптимальная пропорция умягченной воды для спирта класса «Экстра», «Люкс», «Пшеничная слеза» - от 0% до 26%, а для спиртов класса «ВО» и «Высококачественного из мелассы» по умягченной - от 0% до 44%.

В работах [7, 8] нами изучались качественные характеристики спирта этилового ректифицированного [9] на физико-химические и органолептические показатели сортровок и водок. Результаты показали, что содержание микроэлементов в спирте незначительно, и практически не влияет на микроэлементный состав водок.

Поэтому, изучив особенности каждой из составляющих, мы поставили перед собой цель - исследовать возможность получения сортровки с оптимальными характеристиками, путем моделирования характеристик воды и спирта в процессе смешивания.

Для одной и той же партии спирта моделирование проводили обеспечением необходимой пропорции технологической воды. При этом учитывали, что пропорция технологической воды с разными способами подготовки может в одном случае, завуалировать все нежелательные примеси (привкусы) спирта, но водка, полученная на данной пропорции, будет менее стабильной при хранении, из-за выщелачивания стеклотары, в другом случае, может обнажить нежелательные или даже ухудшить органолептические свойства водки.

Известно, что процесс растворения спирта в воде экзотермический. Его кинетические показатели, а также конечные характеристики раствора (сортровки) зависят от температурных условий процесса приготовления.

Для оценки органолептических показателей водки важно, чтобы весь комплекс компонентов отвечал требованиям нормативной документации по физико-химическим показателям.

Учитывая вышеизложенное, целью работы было нахождение математической зависимости физико-химических и органолептических свойств водки от условий приготовления сортровки.

Для достижения поставленной цели нами [10] был спланирован экстремальный эксперимент по методу Бокса-Уилсона.

В таблице 1 приведены изученные факторы и области их варьирования, исходя из априорной информации и возможных условий осуществления реального производственного процесса.

*Таблица 1*

Фактор		Наименование фактора	Размерность	Уровни параметра			
				верхний	нижний	нулевой	шаг
				+1	-1	0	-
T <sub>вод.</sub>	x <sub>1</sub>	Температура воды	К	298	284	291	7
T <sub>сп.</sub>	x <sub>2</sub>	Температура спирта	К	298	284	291	7
A	x <sub>3</sub>	Пропорция технологической воды	%	50	10	30	20
τ	x <sub>4</sub>	Время перемешивания	с	1500	900	1200	300

Была реализована полуреплика 4-х факторного эксперимента. Для проведения эксперимента и обработки экспериментальных данных за основу были взяты работы (Налимов В.В., 1960; Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В., 1976; Спиридонов, А.А., 1981).

Параметрами оптимизации были приняты: температура сортировки, К; органолептическая (дегустационная) оценка, балл; щелочность,  $\text{м}^3 \cdot 10^{-6}$ ; уровень рН; массовая концентрация альдегидов,  $\text{кг}/\text{м}^3 \cdot 10^{-3}$ ; массовая концентрация сивушных масел,  $\text{кг}/\text{м}^3 \cdot 10^{-3}$ ; массовая концентрация эфиров,  $\text{кг}/\text{м}^3 \cdot 10^{-3}$ .

Для проведения исследований был разработан экспериментальный стенд, который позволил смоделировать процесс создания сортировки, управлять входными факторами, контролировать параметры оптимизации. Принципиальная схема экспериментального стенда приведена на рис. 2.

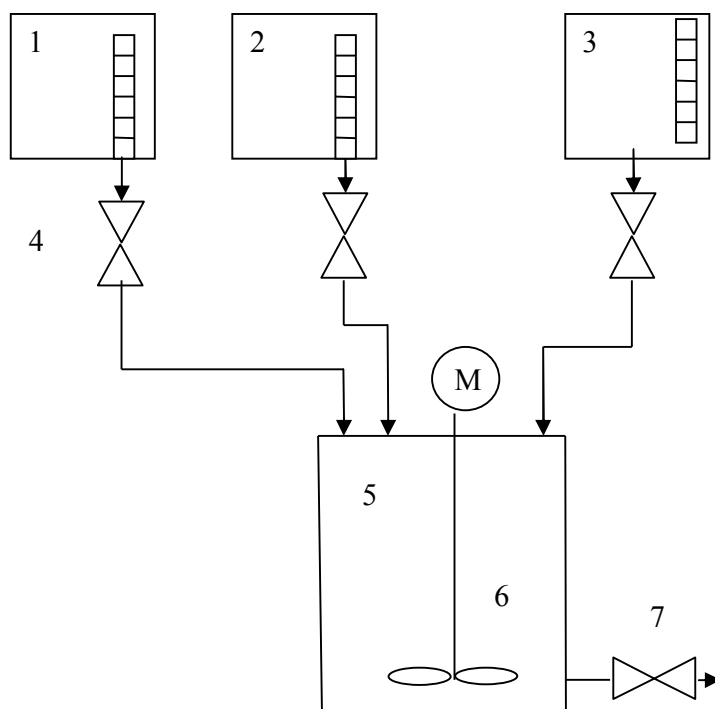


Рис. 2. Экспериментальный стенд процесса приготовления сортировки:

- 1 - емкость для умягченной воды;
- 2 - емкость для обратноосмотической воды;
- 3 - мерник со спиртом;
- 4 - краны;
- 5 - чан-смеситель;
- 6 - мешалка;
- 7 - кран для отбора проб

Спирт и вода смешивается в чане-смесителе 5, который является герметически закрытым цилиндрическим резервуаром, посредством лопастной мешалки 6. Рядом с чаном-смесителем на площадке установлены: емкость с умягченной водой 1, емкость с обратноосмотической водой 2 и мерник со спиртом 3. Емкости для воды и спирта имеют водомерные трубки с градуировочной шкалой.

Сортировка готовится таким образом: сначала в чан-смеситель подается рассчитанное количество спирта, потом подготовленная вода; спирт с водой перемешиваются до получения однородной смеси; проводится отбор проб с

целью определения крепости. При отклонении крепости от заданной, ее корректируют, после чего смесь повторно перемешивают.

При проведении опытов на воду и на спирт делались поправки по объёму для различных температур, для получения необходимых значений крепости, в соответствии с требованиями нормативной документации. В ходе экспериментов было установлено, что ни один из варьируемых факторов не повлиял на крепость сортировки. Это позволило нам сделать вывод, что крепость сортировки является ограничивающей характеристикой, которую нужно поддерживать на требуемом уровне, и этот показатель не является параметром оптимизации.

В таблице 2 показано интерпретация влияния факторов на исследуемые параметры оптимизации сортировки в кодированных значениях.

Приведенные в таблице данные свидетельствуют, что для изученных показателей качества сортировки время перемешивания воды и спирта в процессе приготовления водно-спиртового раствора статистически незначимо, за исключением показателя - «массовой концентрации альдегидов». Содержание эфиров в сортировке статистически достоверно не зависит от условий проведения процесса. Показатель щелочности водно-спиртового раствора статистически достоверно зависит только от пропорции технологической воды: с уменьшением доли умягченной воды (увеличением доли обратноосмотической) щелочность снижается, что благоприятно будет сказываться на стабильности качества водки при хранении.

Влияние температуры воды и спирта на исследуемые физико-химические показатели качества сортировки аналогично, на органолептические - противоположно.

Для улучшения органолептических показателей сортировки необходимо понижать температуру воды и повышать температуру спирта. Увеличение доли умягченной воды благоприятно сказывается на дегустационной оценке сортировки. Среди этих факторов более весомое влияние оказывает пропорция воды, обработанной разными способами.

Таблица 2

Наименование параметра	Направление оптимизации	Температура воды, К	Температура спирта, К	Пропорция воды, %	Время перемешивания, с	Функция отклика параметра оптимизации, в кодированных значениях
		$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	
Температура сортировки	уменьшение (↓)	↓	↓	↑	статистически незначимо	$y = 300,5 - 3,81x_1 - 1,75x_2 + 0,11x_3 + 0,41x_1x_2 + 0,23x_1x_3$
Органолептические свойства	увеличение (↑)	↓	↑	↑	статистически незначимо	$y = \begin{pmatrix} 944,38 - 1,13x_1 + \\ + 1,38x_2 + 4,13x_3 - \\ - 0,37x_1x_3 - 1,87x_2x_3 \end{pmatrix} \cdot 10^{-2}$
Щелочность	уменьшение (↓)	статистически незначимо	статистически незначимо	↓	статистически незначимо	$y = 0,9 - 0,5x_3$
Уровень pH	уменьшение (↓)	↓	↓	↓	статистически незначимо	$y = 8,544 - 0,048x_1 - 0,012x_2 - 0,252x_3 + 0,077x_1x_2 + 0,019x_1x_3 - 0,059x_2x_3$
Альдегиды	увеличение (↑)	↑	↑	↓	↓	$y = 3,117 + 0,017x_1 + 0,076x_2 - 0,047x_3 - 0,053x_4$
Сивушные масла	уменьшение (↓)	↑	↑	↓	статистически незначимо	$y = 2,625 + 0,05x_1 + 0,0625x_2 - 0,05x_3 + 0,0875x_1x_2 + 0,025x_1x_3 - 0,0125x_2x_3$
Эфиры	увеличение (↑)	статистически незначимо	статистически незначимо	статистически незначимо	статистически незначимо	статистически незначимо



Температура сортировки изменяется соответственно с изменением температуры воды и спирта, что не противоречит тепловому балансу системы. Повышение температуры жидкостей, увеличение доли обратноосмотической воды и сокращение времени перемешивания благоприятно влияет на содержание альдегидов и сивушный масел в водно-спиртовом растворе, а следовательно в водке.

После преобразования кодированных значений факторов в натуральные значения были получены зависимости функций отклика параметра оптимизации в натуральных единицах, которые приведены в таблице 3.

Как свидетельствуют полученные результаты, для оптимизации показателей качества водно-спиртового раствора (сортировки) при производстве водки трудно сделать однозначные выводы о регулировании условий процесса (технологических параметров). Необходимо показатели качества сортировки объединить в комплексный показатель и на его основании обосновать конкретные значения оптимальных технологических параметров процесса приготовления водно-спиртовых растворов (сортировки) в ликероводочном производстве. Дальнейшие наши исследования будут проведены в этом направлении.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- выбор оптимальной пропорции технологической воды может обеспечить высокую стабильность продукции в процессе гарантийного срока хранения;
- стабилизация температурных режимов по технологической воде и спирту в комплексе с оптимальной пропорцией технологической воды могут гарантировать получение наилучших органолептических свойств продукции.

Таблица 3

	Наименование параметра оптимизации	Условное обозначение	Размерность	Функция отклика параметра оптимизации
y <sub>1</sub>	Температура сортировки	T	К	$T = -652,7684 + 3,03T_{вод} + 2,6864T_{cn} + 0,4727A - 0,0084T_{вод}T_{cn} - 0,0015T_{вод}A$
y <sub>2</sub>	Органолептические свойства (дегустационная оценка)	Org	балл	$Org = \left( \begin{array}{l} 788,068 - 0,0822T_{вод} + 0,598T_{cn} + 4,8639A - \\ - 0,0026T_{вод}A - 0,0134T_{cn}A \end{array} \right) \cdot 10^{-2}$
y <sub>3</sub>	Щелочность	C	м <sup>3</sup> ·10 <sup>-6</sup>	$C = 0,15 + 0,025 A$
y <sub>4</sub>	Уровень pH	pH	-	$pH = -124,984 + 0,46848T_{вод} + 0,44663T_{cn} - 0,07056A - 0,001572T_{вод}T_{cn} - 0,000137T_{вод}A + 0,000421T_{cn}A$
y <sub>5</sub>	Альдегиды	Ald	кг/м <sup>3</sup> ·10 <sup>-3</sup>	$Ald = -0,47 + 0,00241 T_{вод} + 0,01086 T_{cn} - 0,00235 A - 0,00017 \tau$
y <sub>6</sub>	Сивушные масла	Sm	кг/м <sup>3</sup> ·10 <sup>-3</sup>	$Sm = -144,8583 + 0,51817 T_{вод} + 0,50836 T_{cn} + 0,0286 A - 0,001787 T_{вод}T_{cn} - 0,000178 T_{вод}A + 0,0000893 T_{cn}A$
y <sub>7</sub>	Эфиры	E	кг/м <sup>3</sup> ·10 <sup>-3</sup>	Функция отклика статистически недостоверно описывает влияние факторов на параметр оптимизации

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Кузьмін О.В.* Розробка методу кількісної оцінки якості води для лікеро-горілчаного виробництва // Вісник ДонДУЕТ. – 2004. -№1(21). – Технічні науки. – С. 71-75.
2. *Топольник В.Г., Кузьмін О.В.* Вплив мікроелементного складу технологічної води на органолептичні властивості горілки // Актуальні проблеми харчування: технологія та обладнання, організація і економіка: Тез. доп. / 5 Міжнар. наук.-техн. конф., Святогірськ, верес. 2007 р. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2007. – С. 123-124.
3. *Топольник В.Г., Урганова Н.В., Ржезак В.О., Пейков К.К., Кузьмін О.В.* Фізико-хімічні показники води для лікеро-горілчаного виробництва // Обладнання та технології харчових виробництв: Темат. зб. наук. пр.– Донецьк: ДонНУЕТ, 2007. - Вип. 16. – С. 186-192.
4. *Топольник В.Г., Кузьмін О.В., Баятян А.Р.* // Залежність показників якості технологічної води в лікеро-горілчаному виробництві від пори року // Вісник ДонДУЕТ. –2007. -№1(33). –Технічні науки. – С. 138-143.
5. *Кузьмін О.В., Топольник В.Г.* Оптимізація фізико-хімічних показників технологічної води для виробництва горілки в різну пору року // Обладнання та технології харчових виробництв: Темат. зб. наук. пр.– Донецьк: ДонНУЕТ, 2007. - Вип. 17. – С. 187-196.
6. СОУ 15.9-37-237:2005 Вода підготовлена для лікеро-горілчаного виробництва. Технічні умови. – Введ. 27.12.2005. - К: Мінагрополітики України, 2006. – 20 с.
7. *Топольник В.Г., Федорова Н.Б., Кузьмін О.В.* Розробка методу кількісної оцінки якості спирту в лікеро-горілчаному виробництві // Вісник ДонДУЕТ. Сер.: Технічні науки. – 2006. - №1(29). – С. 111-118.
8. *Топольник В.Г., Федорова Н.Б., Кузьмін О.В.* Стабільність показників якості спирту етилового ректифікованого для лікеро-горілчаного виробництва // Проблеми розвитку та упровадження систем управління якістю в регіоні / Матеріали 3-ої Регіональної науково-практичної і студентської конференції, Донецьк, трав. 2006 р. – Донецьк: ДонНТУ, 2006. – С. 108-113.

9. ДСТУ 4221:2003 Спирт етиловий ректифікований. Технічні умови. - Увед. 01.10.04 - К.: Держспоживстандарт України, 2004. - 9 с.
10. *Топольник В.Г., Кузьмін О.В., Кузьмин В.В., Ловягін О.М.* Планування експериментального дослідження з пошуку оптимальних умов приготування водно-спиртових розчинів у лікєро-горілчаному виробництві // Вісник ДонНУЕТ. Сер.: Технічні науки. – 2008. - №1(37). – С. 104-109.