

## Оптимизация процесса производства твердого хозяйственного мыла

Екатерина Ю. Желтоухова <sup>1</sup>	Katsturova@gmail.com	 0000-0002-7463-9013
Алёна Н. Кравченко <sup>1</sup>	Alena.k09@yandex.ru	 0000-0002-3236-1893
Елизавета Д. Кондрашина <sup>1</sup>	lizakondrasina@gmail.com	 0000-0002-8401-6151

<sup>1</sup> Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

**Аннотация.** В исследовании основной упор сделан на улучшение органолептических показателей (цвет, запах, структура), а также пенообразующую способность и длительность хранения, изменение которых позволит получить более качественный продукт. Был проведен органолептический и качественный анализ твердого хозяйственного мыла, благодаря которому выявлены основные потребительские недостатки продукции и проведена оптимизация линии и рецептуры производства для их устранения. Основой оптимизации является оснащение дополнительными емкостями с системой подачи перекиси и дозировки маскираторов, использование которых необходимо из-за введения новых компонентов рецептуры, также применяется дополнительная пара шнеков для предотвращения мраморовидной структуры продукта. В рецептуру были включены перекись водорода, использование которой позволяет осветлить продукт на стадии карбонатного омыления и получить на выходе мыло светло-бежевого цвета, соответствующее стандарту, и маскираторы для скрытия запаха жирных кислот, характерного для данного вида твердого мыла. Отбеливание перексидом водорода основывается на окислении и потере цвета красящих темных веществ за счет выделения активного кислорода при нагревании перекиси с мылами. Основные параметры подачи перекиси: давление 0,6 МПа, концентрация в интервале от 2 до 5% к массе жировой смеси. Учитывая возможность резкого вспенивания и выброса мыльной массы в процессе, введение перекиси может прекращать или снижать количество добавления пероксида водорода, а при аварийных ситуациях предусмотрена подача холодной воды.

**Ключевые слова:** мыло, хозяйственное мыло, оптимизация линии

## Optimization of the production process of solid household soap

Ekaterina Yu. Zheltoukhova <sup>1</sup>	Katsturova@gmail.com	 0000-0002-7463-9013
Alena N. Kravchenko <sup>1</sup>	Alena.k09@yandex.ru	 0000-0002-3236-1893
Elizaveta D. Kondrashina <sup>1</sup>	lizakondrasina@gmail.com	 0000-0002-8401-6151

<sup>1</sup> Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

**Abstract.** In the study, the main emphasis is on improving organoleptic characteristics (color, smell, structure), as well as foaming ability and storage duration, the change of which will allow to obtain a better product. An organoleptic and qualitative analysis of solid laundry soap was carried out, due to which the main consumer shortcomings of the products were identified and the line and formulation of the production were optimized to eliminate them. The basis of the optimization is to equip additional containers with a peroxide supply and dosage masking system, the use of which is necessary due to the introduction of new formulation components, an additional pair of screws is also used to prevent the marble-like structure of the product. Hydrogen peroxide was included in the recipe, the use of which allows clarifying the product at the stage of carbonate saponification and obtaining a light beige soap in accordance with the standard, and maskirators to hide the smell of fatty acids characteristic of this type of solid soap. Hydrogen peroxide bleaching is based on the oxidation and color loss of coloring dark substances due to the release of active oxygen by heating the peroxide with soaps. The main parameters of the peroxide supply: pressure 0.6 MPa, concentration in the range from 2 to 5% by weight of the fat mixture. Given the possibility of abrupt foaming and ejection of soap in the process, the introduction of peroxide can stop or reduce the amount of hydrogen peroxide added, and in emergency situations a cold water supply is provided.

**Keywords:** soap, laundry soap, optimization of the line

### Введение

Цель исследования – улучшение качества готового хозяйственного мыла благодаря введению дополнительного сырья в рецептуру и введению нового оборудования, а также сокращение энергозатрат производства.

На основе анализа потребительских предпочтений были выявлены недостатки готового продукта: темный цвет, специфический резкий

запах и мраморовидная структура. В связи с этим основные изменения проводятся в органолептических показателях готового мыла.

При органолептической оценке мыловаренных изделий прежде всего внимание уделяется внешнему виду продукта, его однородности, цвету и запаху. Обязательным является однородность, светлый цвет, без посторонних включений, соответствующий запах. Качество определяется

Для цитирования

Желтоухова Е.Ю., Кравченко А.Н., Кондрашина Е.Д. Оптимизация процесса производства твердого хозяйственного мыла // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 3. С. 23–27. doi:10.20914/2310-1202-2019-3-23-27

For citation

Zheltoukhova E. Yu., Kravchenko A. N., Kondrashina E. D. Optimization of the production process of solid household soap. *Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]*. 2019. vol. 81. no. 3. pp. 23–27. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-3-23-27

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

растворимостью (для хозяйственного мыла при температуре 60–70 °С), моющей способностью и способностью к пенообразованию (объем и устойчивость пены).

Твердость мыла в известной мере характеризуется показателем, который называется титр, т. е. температура застывания смеси жирных кислот в градусах Цельсия. При прочих равных условиях твердость мыла тем больше, чем выше титр.

Существенным показателем качества мыла является его пенообразующая способность в водном растворе, т. е. высота столба пены, образующегося при встряхивании 0,5%-ного водного раствора мыла. Первоначальный объем пены в миллилитрах, ее устойчивость в минутах и характер пены (крупно – или мелкоячеистая) косвенно являются показателями качества мыла как моющего средства.

### **Материалы и методы**

Жировая смесь готовится по рецептуре в смесительном котле, оснащенный барботерами, куда сырье подается, предварительно достигнув 105–125 °С, пройдя через трубчатый подогреватель. В котел поступает нагретый до 90 °С раствор кальцинированной соды. Происходит реакция омыления, которая завершается активным выделением диоксида углерода, полностью удаляемым при продувании насыщенным паром.

Масса переносится в доомылитель вместе с 42%-ным раствором щелочи и направляется в теплообменник для достижения температуры в 90–100 °С. Далее нагретая смесь поступает в нормализатор для корректировки, а полученный в результате клей подвергается процессу полного высаливания с утилизацией отстоявшегося подмыльного щелока. В готовое ядро добавляют раствор едкого натра до его концентрации по массе 0,2–0,3%. При неудовлетворительных результатах процесса высолки технология предусматривает процесс отбеливания ядра, введением водородной перекиси от 2 до 5% к массе жировой смеси. Процесс отбелики основывается на окислении и потере цвета красящих темных веществ за счет выделения активного кислорода при нагревании перекиси с мылами.

Для предотвращения резкого вспенивания и выброса мыльной массы в процессе введения перекиси может прекращаться или снижаться количество добавления пероксида водорода, а при аварийных ситуациях обеспечивается подача холодной воды.

Отбор проб осуществляется каждые полчаса для проведения контроля концентрации свободной щелочи и эффективности отбеливания.

По окончании процесса мыло кипятят, частично высаливая щелочью, и отстаивают. После 3–4 ч ядро откачивается насосом в котел, перемешивается с мылом из светлого сырья и направляется в накопитель.

Далее мыльная масса пропускается через фильтры в кожухотрубчатый теплообменник для нагревания глухим паром до 130–160 °С, а оттуда в и-образный трубчатый реактор для окончательного перемешивания полученной массы и подачи массы в вакуум-сушильную башню.

С помощью форсунок горячая мыльная основа распыляется в полость вакуум-сушильной камеры, где, обдуваясь воздухом, сушится, охлаждается, осажается и снимается со стенок камеры.

Мыльная стружка, попадая в шнек-пресс, дважды подвергается перетиранию, после чего спрессовывается в стружку и переносится закрытым транспортером в запасной бункер. Стружка из бункера делителем потока разделяется на два параллельных потока.

Шнек переносит мыльный полуфабрикат в воронку питателя смесительного пресса постоянного действия, где к нему присоединяется маскиратор для скрытия специфического запаха жирных кислот. Далее все компоненты тщательно смешиваются вторым шнеком, и полуфабрикатная масса, минуя решетку, обретает форму гранул, которые открытым желобчатым транспортером переносит в двухступенчатый двухвинтовой шнек-пресс для окончательной обработки мыла.

Из шнека мыло выходит бесконечным бруском и следует на автоматическую резку, на приемный транспортер камерной воздушной сушиллки, а затем штампуются.

Предложенная схема оптимизации позволяет усовершенствовать существующую линию выработки за счет установки дополнительных дозаторов для сырья и шнек-прессов, введения в рецептуру пероксида водорода и маскираторов, что позволяет существенно улучшить качественные органолептические показатели готового продукта и усовершенствовать потребительские свойства не нарушая стандарты и требования безопасности.

В результате проведенных модернизаций органолептические показатели конечного продукта достигли характеристик, отвечающих нормам действующего стандарта (таблица 1), а также требованиям потребителей.

Для физико-химических показателей нормируются: качественное число, содержание свободной щелочи и соды, а также температура застывания жирных кислот.

Из таблицы 2 видно, что физико-химические показатели предусматривают содержание свободного гидроксида натрия в интервале от 0,15–0,20%, т. к. выход за нормативные пределы разрушает кожный покров при длительном

прямом контакте. Но присутствие небольшого количества свободной щелочи является обязательным для протекания процесса полного омыления жирового сырья и увеличения сроков хранения мыла.

Органолептическая характеристика мыла [3]

Таблица 1.

Organoleptic characteristics of soap [3]

Table 1.

Наименование Name	Характеристика Characteristic
Внешний вид Appearance	Поверхность без рисунка. Нет недопустимых трещин, полос и пятен Surface without a pattern. No unacceptable cracks, stripes or stains
Форма куска Piece shape	Соответствующая форме мыла индивидуального наименования, установленной в техническом документе Corresponding to the form of soap of an individual name established in the technical document
Цвет Color	Светло-бежевый, соответствующий цвету мыла, установленному в техническом документе Light beige, corresponding to the color of soap specified in the technical document
Запах Smell	Соответствующий запаху мыла индивидуального наименования, установленному в техническом документе, без постороннего запаха Corresponding to the smell of soap of an individual name, established in the technical document, without foreign smell
Консистенция Consistency	Твердая на ощупь. В разрезе однородная Hard to touch. The cross section is homogeneous

Сравнение физико-химических показателей мыла

Таблица 2.

Comparison of physico-chemical characteristics of soap

Table 2.

Показатель Indicator	Норма для мыла группы   Norm for group soap					
	I	Образец   Sample 72%	II	Образец   Sample 70%	III	Образец   Sample 65%
Качественное число (масса ЖК в пересчете на номинальную массу куска 100 г), г, не менее Qualitative number (mass of liquid crystal in recount to the nominal mass of a piece of 100 g), g, not less	70,5	73,3	69,0	70,9	64,0	68,2
Массовая доля свободной едкой щелочи, % к номинальной массе куска, не более Mass fraction of free caustic alkali, % of the nominal mass of a piece, not more	0,15	0,13	0,15	0,14	0,20	0,18
Массовая доля свободной углекислой соды, % к номинальной массе куска, не более Mass fraction of free carbonic soda, % of the nominal mass of a piece, no more	1,0	0,95	1,0	0,95	1,0	0,95
Температура застывания жирных кислот, выделенных из мыла (титр), °С The solidification temperature of fatty acids extracted from soap (titer), °С	36–42	40	35–42	40	35–42	40

### Результаты и обсуждение

Значения таблицы 2 показывают, что жирнокислотный состав находится в пределах необходимой нормы, а пределы углекислых солей

в мыле до 1%, т. к. в противном случае незначительно увеличивается твердость. Содержание нерастворимых в воде примесей не превышает 0,3% в 72%-ном мыле и 0,5% – в 60%-ном.

Объем пены измеряется через 5 мин после встряхивания (рисунок 1). Результаты не превышают норм ГОСТ 30266–95.

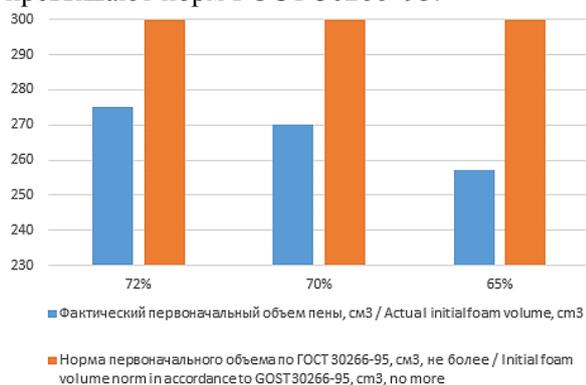


Рисунок 1. Определение пенообразующей способности  
Figure 1. Determination of foaming ability

Принцип ускоренного старения для оценки стабильности и срока годности продукции позаимствован у фармацевтической промышленности. Методология тестирования основана на хранении образцов при повышенной температуре: согласно правилу Вант-Гоффа скорость увеличивается в 2–4 раза при повышении температуры на 10 °С, да и микроорганизмы с повышением температуры ведут себя активнее. Это позволяет быстрее выявить проблемы, которые могут возникнуть при хранении хозяйственного мыла в обычных условиях. Кроме того, тест на ускоренное старение применяется и для прогнозирования срока годности. Например, считается, что эмульсия, стабильная при 40 °С в течение 6 мес. либо 3 мес. при 45 °С, может храниться 2 года в стандартных условиях.

Ускоренное старение проводилось при различных температурах – 37, 40 или 45 °С. Через определенные промежутки времени образцы проверяли по определенным показателям и сравнивали с показателями в начале теста и с данными для образцов контрольной группы. Образцы контрольной группы хранят при 4 °С ( $\pm 2$  °С):

#### Литература

1. Товбин И.М., Залипо М.Н., Журавлева А.М. Производство мыла. М.: Книга по Требованию, 2014. 103 с.
2. Касаткин Ф.С. Производство мыла. Пищепромиздат, 1936.
3. Дроникова Т.В., Носовицкая Ф.П. Твердое мыло // Сборник материалов конференции ВНИИЖ. Санкт-Петербург, 2015.
4. Handojo L.A., Indarto A., Shofinita D., Meitha A. et al. Calcium soap from palm fatty acid distillate for ruminant feed: Ca (OH) 2 as calcium source // MATEC Web of Conferences. EDP Sciences, 2018. V. 159. P. 02062.
5. Кравченко А.Н., Желтоухова Е.Ю., Кондрашина Е.Д. Анализ основного сырья для производства твердого хозяйственного мыла // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений: VIII Международная научно-техническая конференция, посвященная 90-летию технологического факультета ВГУИТ. Воронеж, 2019. С. 561 – 563.
6. Кравченко А.Н., Желтоухова Е.Ю., Кондрашина Е.Д. Основные методы и технологические схемы производства мыловаренной продукции // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений: VIII Международная научно-техническая конференция, посвященная 90-летию технологического факультета ВГУИТ. Воронеж, 2019. С. 563–569.

при такой температуре физико-химические и микробиологические процессы хоть и не прекращаются совсем, но протекают достаточно медленно (рисунок 2).

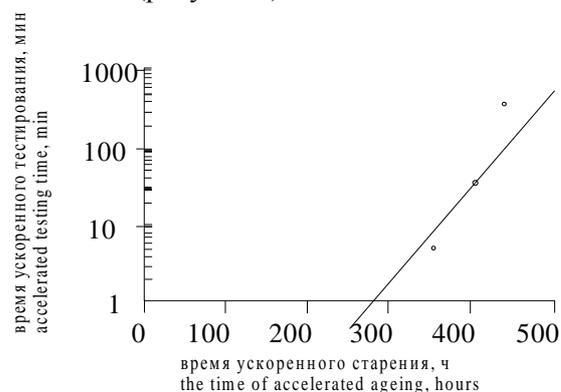


Рисунок 2. Зависимость ускоренного старения от времени  
Figure 2. Dependence of accelerated aging on time

При проведении данного анализа выявили, что длительность хранения контрольных образцов совпадает с длительностью хранения образцов в самом продолжительном тесте при стабильной температуре хранения.

#### Заключение

Удалось усовершенствовать настоящую линию производства хозяйственного мыла, т. к. проведенный анализ готового продукта на соответствие качественным характеристикам показал улучшение органолептических показателей и соответствие стандарту физико-химических. Предложенная технология и аппаратное оформление производства мыла позволяют вырабатывать высококачественный продукт; снизить количество глицерина в мыльной основе и увеличить его содержание в подмыльном щелоке. Такое оптимизационное решение позволяет снизить потребление пара, сократить цикл производства в цепочке до 7 ч и ограничить объемы получаемых соапстоков, что позволит усилить экологическую безопасность.

7. Ordoyo A.E.T., Sepe M.C. Antibacterial potential of liquid hand soap with Piper aduncum leaf extract // Int. J. of Life Sciences. 2019. V. 7. № 1. P. 1–9.
8. Кравченко А.Н., Желтоухова Е.Ю., Болгова И.Н. Оптимизация технологии получения твердого хозяйственного мыла // Энергосберегающие процессы и аппараты в пищевых и химических производствах: IV конкурс студенческих научных работ. Воронеж: ВГУИТ, 2018.
9. Simmons W.H., Appleton H.A. The Handbook of Soap Manufacture. 2013. 340 p.
10. Spitz L. Soap Manufacturing Technology // Aocs Publishing. 2017. V. 481.
11. The Complete Technology Book on Soaps; 2nd Revised Edition. Asia Pacific Business Press Inc., 2016. 496 p.
12. Hurst G.H. Soaps: a practical manual on the manufacture of domestic, toilet and other soaps. Scott, Greenwood & Son, 2012. 385 p.
13. Watt A. The Art of Soap-making: A Practical Handbook of the Manufacture of Hard and Soft Soaps, Toilet Soaps. Crosby Lockwood, 2007. 310 p.

### References

1. Tovbin I.M., Zaliopo M.N., Zhuravleva A.M. Soap production. Moscow, Book on Demand, 2014. 103 p. (in Russian).
2. Kasatkin F.S. Soap production. Pishchepromizdat, 1936. (in Russian).
3. Dronikova T.V., Nosovitskaya F.P. Solid soap. Collection of materials of the conference VNIIZh. St. Petersburg, 2015. (in Russian).
4. Handojo L.A., Indarto A., Shofinita D., Meitha A. et al. Calcium soap from palm fatty acid distillate for ruminant feed: Ca (OH) 2 as calcium source. MATEC Web of Conferences. EDP Sciences, 2018. vol. 159. pp. 02062.
5. Kravchenko A.N., Zheltoukhova E.Yu., Kondrashina E.D. Analysis of the main raw materials for the production of solid laundry soap. New in technology and technology of functional food products based on biomedical views: VIII International Scientific and Technical Conference dedicated to the 90th anniversary of the Faculty of Technology of VGUIT. Voronezh, 2019. pp. 561–563. (in Russian).
6. Kravchenko A.N., Zheltoukhova E.Yu., Kondrashina E.D. Basic Methods and Technological Schemes for the Production of Soap Products. New in Technology and Technique of Functional Food Products Based on Biomedical Views: VIII International Scientific and Technical Conference, dedicated to the 90th anniversary of the Faculty of Technology of VGUIT. Voronezh, 2019. pp. 563–569. (in Russian).
7. Ordoyo A.E.T., Sepe M.C. Antibacterial potential of liquid hand soap with Piper aduncum leaf extract. Int. J. of Life Sciences. 2019. vol. 7. no. 1. pp. 1–9.
8. Kravchenko A.N., Zheltoukhova E.Yu., Bolgova I.N. Optimization of the technology for producing solid laundry soap. Energy-saving processes and apparatuses in food and chemical industries: IV competition of student research papers. Voronezh: VSUIT, 2018. (in Russian).
9. Simmons W.H., Appleton H.A. The Handbook of Soap Manufacture. 2013. 340 p.
10. Spitz L. Soap Manufacturing Technology. Aocs Publishing. 2017. V. 481.
11. The Complete Technology Book on Soaps; 2nd Revised Edition. Asia Pacific Business Press Inc., 2016. 496 p.
12. Hurst G.H. Soaps: a practical manual on the manufacture of domestic, toilet and other soaps. Scott, Greenwood & Son, 2012. 385 p.
13. Watt A. The Art of Soap-making: A Practical Handbook of the Manufacture of Hard and Soft Soaps, Toilet Soaps. Crosby Lockwood, 2007. 310 p.

### Сведения об авторах

**Екатерина Ю. Желтоухова** к.т.н, доцент, кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, Katsturova@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7463-9013>

**Алёна Н. Кравченко** студент, кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, Alena.k09@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3236-1893>

**Елизавета Д. Кондрашина** студент, кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, lizakondrasina@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-8401-6151>

### Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Information about authors

**Ekaterina Yu. Zheltoukhova** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technology of fats, processes and apparatuses of chemical and food industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, Katsturova@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7463-9013>

**Alena N. Kravchenko** student, technology of fats, processes and apparatuses of chemical and food industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, Alena.k09@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3236-1893>

**Elizaveta D. Kondrashina** student, technology of fats, processes and apparatuses of chemical and food industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394066, Russia, lizakondrasina@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-8401-6151>

### Contribution

All authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism.

### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 05/08/2019	После редакции 21/08/2019	Принята в печать 31/08/2019
Received 05/08/2019	Accepted in revised 21/08/2019	Accepted 31/08/2019