

УДК 664.31.36

Поступила в редакцию 14.06.2024  
Received 14.06.2024

**Б. Ф. Курамбоев<sup>1</sup>, У. С. Балтаев<sup>1</sup>, С. Х. Шамуратов<sup>1</sup>, М. Ж. Абдуллаев<sup>2</sup>,  
Т. А. Султанова<sup>1</sup>, М. Ф. Ражабов<sup>1</sup>, У. К. Алимов<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Ургенчский государственный университет, г. Ургенч, Республика Узбекистан

<sup>2</sup>АО «Urganch yog'-toy», г. Ургенч, Республика Узбекистан

<sup>3</sup>Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан,  
г. Ташкент, Республика Узбекистан

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДООМЫЛЕННОГО ХЛОПКОВОГО СОАПСТОКА, ПОЛУЧЕННОГО ЯДРОВЫМ СПОСОБОМ**

**Аннотация.** Соапсток является ценным вторичным ресурсом для масложировой промышленности, из которого можно получить различные ПАВы, жирные кислоты, моющие средства и т.д. В данной статье приведены сравнительные результаты исследования по переработке хлопкового соапстока щелочным гидролизным методом омыления с последующей отсолкой мыльной массы поваренной солью. Для этого исходный соапсток (далее — СП) был разбавлен водой в пропорции от 1:1 до 1:4 по отношению к исходной массе. Экспериментально показано, что плотность и вязкость эмульсии мыльного ядра по сравнению с сырым соапстком повышается от 1,11 до 1,74 и от 1,01 до 1,07. В то же время по сравнению с сырым разбавленным соапстком данные значения повышаются от 0,94 до 1,48 и от 1,67 до 5 соответственно. Это говорит о том, что после отсолки солевой раствор в несколько раз повышает плотность и вязкость прямой эмульсии “масло-жир в воде”.

С точки зрения эффективного использования материальных и сырьевых ресурсов, а также обеспечения необходимых технологических показателей, наиболее оптимальной для получения транспортабельной мыльной эмульсии является «Проба отс» с массовым соотношением СП: H<sub>2</sub>O = 2. Результаты степени отстаивания мыльного ядра показали возможность увеличения скорости отстаивания и сокращения времени отстаивания до двух часов. Реологические характеристики доомыленного и отсоленного хлопкового соапстока свидетельствуют о приемлемости осуществления перекачки эмульсии мыльного ядра с одного аппарата в другой и выдержки в достаточных сроках хранения.

**Ключевые слова:** соапсток, омыления, отсолка, плотность, вязкость, отстаивание, скорость отстаивания.

**B.F.Kuramboev<sup>1</sup>, U.S.Baltaev<sup>1</sup>, S.Kh.Shamuratov<sup>1</sup>, M.Zh.Abdullaev<sup>2</sup>,  
T.A.Sultanova<sup>1</sup>, M.F. Rajabov<sup>1</sup>, U.K.Alimov<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Urgench State University, Urgench, Republic of Uzbekistan

<sup>2</sup>JSC “Urganch yog'-moy”, Urgench, Republic of Uzbekistan

<sup>3</sup>General and Inorganic chemistry Institute of Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Tashkent, Republic of Uzbekistan

## **STUDY OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF PRE-SAPONATED COTTON SOAPSTOCK OBTAINED BY THE NUCLEAR METHOD**

**Abstract.** Soapstock is a valuable secondary resource for the oil and fat industry, from which various surfactants, fatty acids, detergents, etc. can be obtained. This article presents comparative results of a study on processing cotton soapstock by the alkaline hydrolysis method of saponification with subsequent salting of the soap mass with table salt. For this purpose, the original soapstock (SP) was diluted with water from 1:1 to 1:4 times relative to the original mass. It was experimentally shown that the density and viscosity of the soap core emulsion, compared to raw soap stock, exceed from 1.11 to 1.74, from 1.01 to 1.07, and 1.66 to 6 times. At the same time, compared to raw diluted soapstock, these values exceed from 0.94 to 1.48 and from 1.67 to 5 times, respectively. This suggests that after salting, the salt solution several times exceeds the density and viscosity of the direct emulsion “oil-fat in water”.

From the point of view of material and raw material resources, as well as technological indicators, the most optimal condition for obtaining a transportable soap emulsion is the “Sample pickling” with a mass ratio of SP: H<sub>2</sub>O = 2. The results of the degree of settling of the soap core showed the possibility of increasing the settling rate by a sufficient 2 hours. Rheological characteristics of pre-saponified and salted cotton soapstock indicate the acceptability of pumping the soap core emulsion from one apparatus to another and holding it for sufficient storage periods.

**Keywords:** soap stock, saponification, salting, density, viscosity, settling, settling rate.

**Введение.** Масла и пищевые жиры играют ключевую роль в рационе питания человека и составляют около 30% от общего количества остальных питательных веществ (углеводы, белки, витамины, макро- и микроэлементы). Согласно требованиям Санитарных норм и правил (СанНиП) и техническому регламенту (ТР 0366-19), ежегодно на душу населения в республике приходится в среднем от 9,1 до 13,5 кг масла. В мире в качестве сырья для пищевого масла перерабатываются такие масличные культуры как соя, пальма, подсолнух, оливки, сафрол и др. Они относятся к категории светлых масел и имеют ценные сбалансированные питательные компоненты. Также они хорошо подвергаются процессам рафинации, омылению и этерификации для получения эмульгаторов, биотоплива и концентратов фосфолипидов и др. [1].

Республика Узбекистан входит в десятку мировых производителей хлопка сырца. Годовой объем производства равен 3,5 млн т, что составляет 8,04% от общемирового годового объема производства хлопка, равного 43,5 млн т. Из этого же сырца в хлопкоочислительных заводах республики получают 1,75 млн. т семян хлопка, из которого государственные и кластерные хозяйства республики получают 205 тыс. т хлопкового масла. В то же время потребность республики в растительном масле составляет 500 тысяч т. Остальное количество (220-230 тыс. т масла) импортируется из-за рубежа.

Региональными производителями хлопкового масла в Узбекистане являются как государственные акционерные общества “Urganch yog‘-moy”, “Farg‘ona yog‘-moy”, “Yangiyul yog‘-moy”, “Effektiv oil”, “Ideal oil”, “Xonrod invest”, так и кластерные предприятия. Они получают около 220 тыс. тонн сырого хлопкового масла, из которого извлекают в среднем 20-22 тыс. тонн соасптока. В России же при переработке масличных культур образуется 150 тыс. тонн соасптока [2].

Соаспсток является полупродуктом, образующимся в процессе щелочной рафинации (NaOH, KOH) сырого масла. В состав соасптока входят нейтральный жир, натриевые соли жирных кислот (мыло), фосфолипиды, фосфатидилхолин (лецитин), фосфатидилэтанолламин (кефалин), фосфатидилсерин, фосфатидилинозит, кардиолипин и фосфосфинголипиды (сфингомиелины), красящие вещества (каротин, каротиноиды, хлорофил, госсипол), свободные жирные кислоты, глицерин, углеводы (сахароза, рафиноза, стахиоза, сквален), воскоподобные, неомыляемые вещества и др. [3,4].

В зависимости от технологии ведения процесса и режима рафинации, а также вида культуры, содержание соасптока и его технические характеристики меняются. Например, соаспсток подсолнечного масла содержит (мас. %): общий жир — 46, жир в виде мыла — 15, влагу — 42, фосфлипиды — 2, неомыляемые и воскоподобные вещества — 3 [5, 6]. Хлопковый соаспсток содержит нейтральный жир — от 25 до 65 %, жирные кислоты (связанные в виде мыла) — от 13 до 33 %, воду — от 40 до 60 %, фосфолипиды — от 0,45 до 0,85 %, неомыляемые вещества — от 2,9 до 6,8 %, токоферол — от 4,0 до 8,9 %, свободный госсипол — от 0,21 до 0,29 % [7, 8].

Соаспсток широко применяется для производства мыла различного назначения, синтетических жирных кислот, поверхностно-активных веществ, биотоплива, кормовых добавок для птиц [9-11]. Также соаспсток нашел свое применение в горном деле и бурении нефтяных скважин [7, 9, 13].

Несмотря на присутствие ценных веществ в соаспстоке, последнее время при производстве хозяйственного мыла и других видов мыла вместо него используются привозные синтетические жирные кислоты (олеиновая, пальмитиновая, стеариновая, линолевая, линоленовая, миристириновая).

В работе [14] приведен сравнительный анализ физико-химических показателей и основных структурно-механических свойств прозрачных мыл «Чистая линия», «Лаймовый пудинг», твердого крем-мыла «Детское» и мыла Duru Gourmet «Вишневый пирог» и др. На основе полученных результатов исследований выявлено, что все исследуемые образцы, за исключением декоративного мыла «Exotic Fresh» (ЗАО «Витекс», Республика Беларусь), характеризуются высоким содержанием жирных кислот (более 73 %), титром и йодным числом, соответствующими требованиям нормативных документов. Однако следует не забывать о преимуществах природных веществ перед синтетическими, а также об их значимости в экологической, экономической и социальной сферах.

Соапсток представляет собой прямую эмульсионную коллоидную систему «масло в воде» с концентрацией масла порядка 40 %, стабилизированную собственными ионогенными поверхностно-активными веществами с рН среды 9-12. Все вышеуказанные показатели исследований свидетельствуют, что соапсток является одним из важных вторичных ресурсов масложировой промышленности.

Целью настоящего исследования является изучение реологических свойства хлопкового соапстока, имеющего более сложную структуру в сравнении с соапстоком светлых масел, после его отсолки хлоридом натрия. Данный метод называется ядерным и хорошо известен в технологии мыловарения.

**Материалы и методы исследований.** Для исследования был использован хлопковый соапсток предприятия АО «Urganch yog'-moу». Данное предприятие за сутки перерабатывает 200-300 тонн семян хлопка. В среднем при переработке 120 тыс. тонн семян (из 250 тыс. тонн хлопка сырца) с масличностью 19% методом прессования получают 22,8 тыс. тонн сырого масла. После щелочной рафинации получают 2,143 тыс. тонн соапстока, что составляет 9,4 % от общего количество сырого масла. С учетом технологических потерь 1,6 % в количестве 364,8 т. получается  $23,8 - 2,143 - 0,364 = 15,37$  тыс. т. рафинированного масла. Ежегодно на предприятии накапливается 2,143 тыс. тонн хлопкового соапстока, что представляет собой как практический, так и научный интерес.

Для исследований в течение одного месяца использовался хлопковый соапсток в свежем виде, который хранился в холодильнике при температуре не выше +8 °С.

Согласно ТУ O'zDSt 2797:2013 [12], технические характеристики соапстока должны отвечать следующим требованиям, приведенными в табл. 1.

Table 1. Техническая характеристика хлопкового соапстока  
Table 1. Technical specifications of cotton soapstock

Наименование показателей	Характеристики			
	Соапсток из светлых растительных масел	Соапсток из хлопкового масла	Соапсток из саломаса и животных жиров	Соапсток мисцельный
Цвет	От желтого до светло-коричневого с оттенком коричневого цвета исходной масла	От коричневого до темно-коричневого	От желтого до темно-желтого с сероватым оттенком	От темно-желтого до коричневого
Консистенция при 20°С	Жидкая или мазеобразная			
Запах	Специфический, свойственный соапстоку, полученному из различных масел и жиров; допускается слабый запах продуктов разложения органических веществ; не допускается запах нефтепродуктов, бензина			
Посторонние твердые примеси	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие

Исходный соапсток (СП) подвергался разбавлению водой жесткостью 7 ммоль экв/л при соотношении СП : H<sub>2</sub>O = 1 : 1.

Прежде чем определить реологические показатели, образцы соапстока доомыляли классическим методом, применяя 42 %-ный раствор гидроксида натрия при температуре 95 °С до постоянного содержания свободной щелочности (0,2-0,3 %). Затем в полученную мыльную массу добавляли сухую поваренную соль, рН исходного и разбавленного соапстока был определен на приборе Mettler Toledo рН-метр FiveGo (Швейцария).

Плотность образцов соапстока определяли пикнометрическим методом и ее значение рассчитывали по формуле:

$$\rho = \frac{m}{V}, \tag{1}$$

где  $m$  — масса эмульсии соапстока, г;  $V$  — емкость пикнометра, см<sup>3</sup>. Точность измерения составляет ± 0,05 %.

Исследования по определению динамической вязкости были проведены с использованием ротационного вискозиметра HAAKE Viscotester 1 plus (Германия). Точность измерения составляет ±3.

Весь процесс доомыления, отсолки и измерения реологических свойств проводился в водном термостате Memmert WNB 29-115V 29L (Германия) с контрольным напряжением 115V.

Физико-химические параметры были графически обработаны с использованием Microsoft Excel software (версии 2011) для получения изменения коэффициента регрессии  $R^2$  и определения достоверности полученных результатов.

Исходные характеристики хлопкового мыла без добавки воды представлены в табл. 2.

Table 2. Исходные характеристики неомыленного и неразбавленного мыла  
Table 2. Initial content of unsaponified and undiluted soapstock

Общая жирность, %	Содержание нейтрального жира, %	Содержание свободных жирных кислот, %	pH	Содержание мыла, %	Содержание влаги, %	Содержание сухих веществ	Содержание золы, %
33,2	26	-	6,25	7,2	35,94	64,06	8,2

Процесс отстаивания доомыленного и отсоленного мыла изучался в зависимости от времени выдержки при 95°C, согласно формуле:

$$\omega, \% = h_1 - \frac{h_2}{h_1} \cdot 100, \quad (2)$$

где,  $h_1$  — общая высота мыла, мм;  $h_2$  — уровень высоты неосветленной части мыла, мм.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Для предварительной оценки были изучены реологические свойства сырого неомыленного мыла. Мыло разбавляли водой в соотношении 1:1; 1:2; 1:3 и 1:4 раза, полученные образцы промаркировали соответственно как “Проба 1”, “Проба 2”, “Проба 3” и “Проба 4”. Результаты представлены в табл. 3 и на рис. 1.

Как видно, чем больше пробы были разбавлены, тем ниже снижались показатели плотности и вязкости. Снижение реологических характеристик наблюдалось при увеличении температуры. Например, при температуре 40 °C и разбавлении мыла в пропорциях от 1:1 до 1:4 приводит к снижению плотности и вязкости от 1,0770 до 0,9434 г/см<sup>3</sup> и от 17 до 8 Па·с. Тогда как с увеличением температуры наблюдается снижение плотности от 1,0853 г/см<sup>3</sup> до 1,0334 г/см<sup>3</sup> (в пробе 1, при разбавлении 1:1) и от 0,9494 г/см<sup>3</sup> до 0,9258 г/см<sup>3</sup> (в пробе 4, при разбавлении 1:4), а вязкости от 27 до 7 (в пробе 1) и от 9 до 1 Па·с в пробе 4) при разбавлении мыла от 1:1 до 1:4. Это свидетельствует, что в зависимости от температуры и степени разбавления мыла плотность и вязкость снижаются от 1,03 до 1,2 и от 3 до 27 раз.

Table 3. Изменение показателей плотности и вязкости сырого разбавленного мыла  
Table 3. Changes in the density and viscosity of raw diluted soapstock

Нумерация проб	pH мыла	Плотность, (г/см <sup>3</sup> ) при температуре, °C						Математическая зависимость	R <sup>2</sup>
		20	40	60	80	90	95		
Проба 1	6,30	1,0853	1,0770	1,0687	1,0509	1,0424	1,0334	d=1,1029-0.0007T	0,9568
Проба 2	6,33	1,0509	1,0445	1,0345	1,0227	1,0185	1,0113	d=1.0635-0.0005T	0,9797
Проба 3	6,62	1,0366	1,0303	1,0203	1,0111	1,0061	1,0019	d=1.0473-0.0005T	0,9917
Проба 4	6,69	0,9494	0,9434	0,9375	0,9317	0,9269	0,9258	d=0.956-0.0003T	0,9962
Нумерация проб	pH мыла	Вязкость, (Па·с) при температуре, °C						Математическая зависимость	R <sup>2</sup>
		20	40	60	80	90	95		
Проба 1	6,30	27	17	13	11	9	7	$\eta=62,198-11,94\ln(T)$	0,9848
Проба 2	6,33	18	15	10	9	7	5	$\eta=42,754-7,951\ln(T)$	0,9425
Проба 3	6,62	15	13	8	7	4	3	$\eta=18,542-0.1591\ln(T)$	0,9702
Проба 4	6,69	9	8	6	5	2	1	$\eta=-0,0012T^2+0,077T+8,5703$	0,9671

На основании полученных результатов для проведения дальнейших исследований оптимальным был выбран вариант пробы 1. Данная проба подвергалась доомылению 42%-ным раствором NaOH. Процесс щелочного гидролиза длился 4,5 часа до постоянного содержания свободной щелочности 0,2%. Далее мыльный клей подвергался отсолке с добавлением хлорида натрия 10% от мыльной массы. Затем после отсолки мыльная масса перемешивалась в течение 30 мин. После чего была разбавлена еще раз водой в соотношении 1:1; 1:2; 1:3 и 1:4 и был отмечен как “Проба 1 отс”, “Проба 2 отс”, “Проба 3 отс” и “Проба 4 отс”. После разбавления отсоленная мыльная масса перемешивалась каждой 15 мин и доводилось до постоянного значения плотности и вязкости. Время зафиксированная, при котором реологические показатели постоянны составило 270 мин.

Зависимость изменения плотности и вязкости разбавленных мыльных отсолевых масс от температуры приведена в табл. 4 и на рис. 2. Как видно аналогичная закономерность наблюдается и при измерении реологических свойств доомыленных и отсоленных образцов соапстока. Так с увеличением температуры от 20 до 95 °С плотность и вязкость соапстока снижаются в порядке от 1,6912 до 1,5306 и от 1,1367 до 1,0064 г/см<sup>3</sup> и от 45 до 18 и от 42 до 5 Па·с соответственно при измерении разбавленного доомыленного и отсоленного соапстока от 1:1 до 1:4 раза. В случае увеличении степени разбавленности соапстока при одной и той же температуре, например 40 °С плотность и вязкость снижаются 1,6548 до 1,0988 г/см<sup>3</sup> и от 42 до 36 Па·с соответственно.

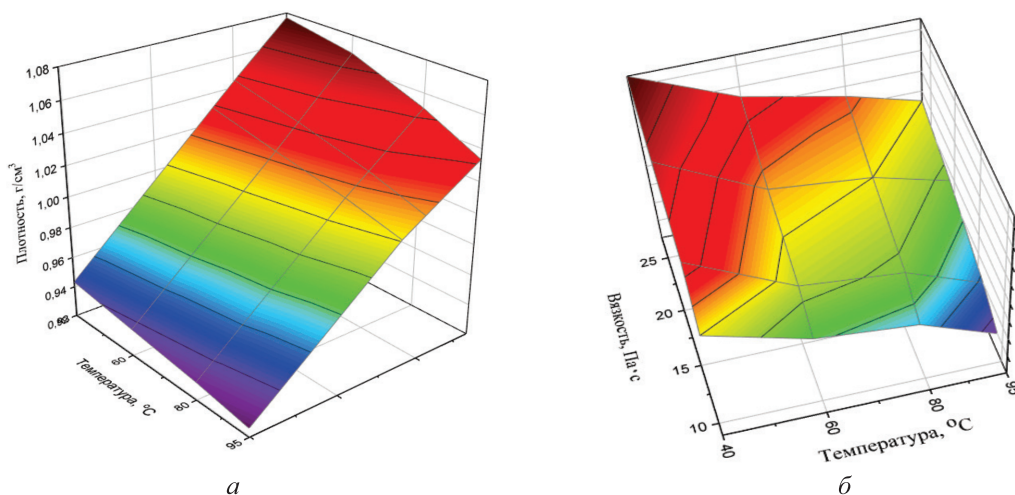


Рис. 1. Зависимость изменения плотности (а) и вязкости (б) разбавленных проб сырого соапстока от температуры  
 Fig. 1. Dependence of changes in density (a) and viscosity (b) of diluted samples of raw soapstock on temperature

Эти данные по сравнению исходными показателями реологических свойств соапстока с 1,0277 до 0,8791 г/см<sup>3</sup> и с 42 до 3 Па·с превышают от 1,11 до 1,74 и от 1,01 до 1,07 и 1,66 до 6 раза. Это говорит о том, что после отсолки солевой раствор несколько раз превышает плотность и вязкость прямой эмульсии “масла-жир в воде”.

В то же время показатели плотности и вязкости эмульсии мыльного ядро от 0,94 до 1,48 и от 1,67 до 5 раза превышает реологические показатели сырого соапстока.

Обоих случаях (табл. 3 и 4) хлопковый соапсток являясь полидис-персной системой при определенных условиях проявляют свои аномальные свойства, т.е. не подчиняется Ньютонским законам и жидкостям. Это связано присутствием природных ПАВ как госсипола, его производных, фосфолипидов, мыло и др. [15].

Корреляционные показатели плотности подчиняются прямолинейную зависимость, а в случае вязкости  $R^2$  выявляют нечто подобное, что представляет как логарифмическую, так и полиминальное уравнение зависимости (рис. 1), а также прямолинейную (рис. 2). Это свидетельствует о существование полярных (-RCOONa) и неполярных (R-O-CO-R) молекул в сыром и отсоленном соапстоке.

Согласно технологии ядерного способа, соапсток после отсолки оставляют на отстаивание на определенное время [16]. Результаты исследования представлены в табл. 5 и на рис. 3. Как показали расчеты, степень отстаивания соапстока после отсолки увеличивается с увеличением времени выдержки.

Например, в случае разбавления соапстока при массовом соотношении СП : H<sub>2</sub>O = 1:1 (Проба 1 отс) и увеличении времени отстаивания от 15 до 120 мин, степень отстаивания повышается от 21,88 до 37,5%. В то же время максимальная степень отстаивания наблюдается при разбавлении соапстока до 1:4 (от 59,37 до 71,88%) при продолжительности времени отстаивания от 15 до 120 мин. При постоянной температуре с увеличением степени разбавления соапстока, наблюдается увеличение степени отстаивания мыльной массы. Однако при постоянной диапазоне степени разбавления соапстока от 1:1 до 1:4 и увеличении температуры степень отстаивания увеличивается от 21,88 до 56,25 и от 37,5 до 71,88. При этом наблюдается увеличение степени отстаивания в 2,57 и 1,92 раза соответственно.

Table 4. Изменение показателей плотности и вязкости доомыленного и отсоленного soapstocka  
Table 4. Changes in the density and viscosity of pre-saponified and salted soapstock

Нумерация проб	рН soapstocka	Плотность. (г/см <sup>3</sup> ) при температуре. °С						Математическая зависимость	R <sup>2</sup>
		20	40	60	80	90	95		
Исх	12,65	1,0277	0,973	0,9382	0,894	0,8807	0,8791	d=1,7374-0.0021T	0,9866
Проба 1 отс	12,68	1,6912	1,6548	1,6202	1,5808	1,5514	1,5306	d=1,3777-0.0023T	0,9899
Проба 2 отс	12,71	1,3245	1,2919	1,2489	1,2026	1,1703	1,1558	d=1.237-0.0018T	0,9973
Проба 3 отс	12,73	1,2026	1,1654	1,1256	1,0911	1,0734	1,0703	d=1,168-0.0018T	0,9801
Проба 4 отс	12,74	1,1367	1,0988	1,0502	1,0162	1,0101	1,0064	d=1.0599-0.002T	0,9871
Нумерация проб	рН soapstocka	Вязкость. (Па · с) при температуре. °С						Математическая зависимость	R <sup>2</sup>
		20	40	60	80	90	95		
Исх	12,65	42	35	27	16	7	3	η=54,851-0,3587T	0,9531
Проба 1 отс	12,68	45	42	36	28	22	18	η=54,3-0,4051T	0,9638
Проба 2 отс	12,71	44	39	33	24	18	13	η=53,877-0,4319T	0,9578
Проба 3 отс	12,73	43	37	31	22	15	9	η=54,516-0,486T	0,9637
Проба 4 отс	12,74	42	36	29	18	10	5	η=54,857-0,5172T	0,9732

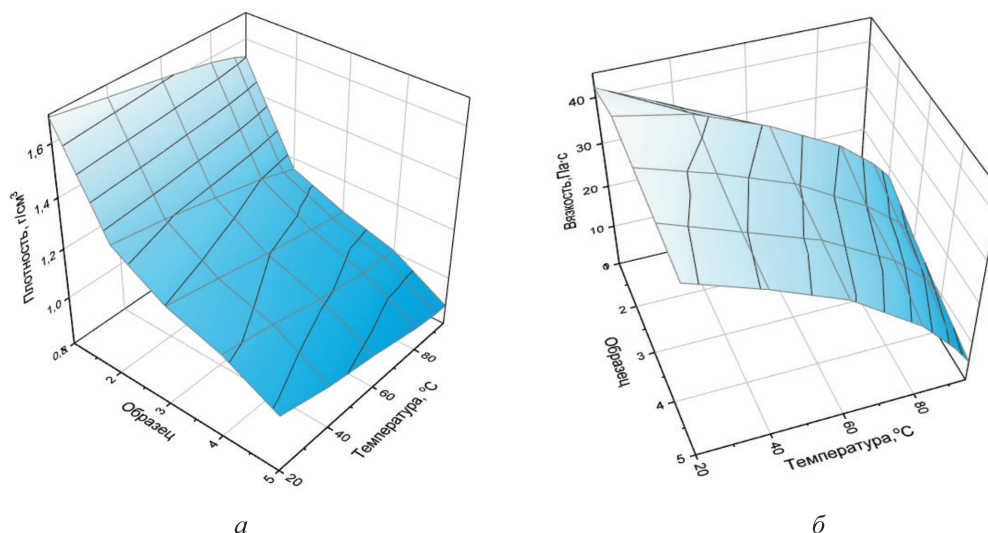


Рис. 2. Зависимость изменения плотности (а) и вязкости (б) разбавленных доомыленных и отсоленных образцов от температуры

Fig. 2. Dependence of changes in density (a) and viscosity (b) of diluted pre-saponified and salted samples on temperature

Была рассчитана скорость отстаивания, которая характеризует темп роста степени отстаивания за минуту. Результаты представлены в табл. 6. Из таблицы следует, что при массовом соотношении СП:Н<sub>2</sub>О = 1:1 скорость отстаивания растет от 1,46 до 2,5 %/мин. Подобная закономерность наблюдается и в Пробе 2 отс и Пробе отс 3 и описывается логарифмической функцией. Однако в Пробе 4 ост скорость отстаивания подчиняется прямолинейной функции, что означает линейную зависимость от времени отстаивания.

Из результатов исследований таблиц 4–6 можно сделать вывод, что оптимальным вариантом является «Проба отс» с массовым соотношением СП: Н<sub>2</sub>О = 2. В остальных вариантах при уменьшении объема воды уменьшается скорость отстаивания, а увеличение объема воды ведет к нерациональному использованию больше водных ресурсов, которые в дальнейшем усложняют очистку сточных вод в предприятиях масложировой промышленности.

**Заключение.** Таким образом, проведенные лабораторные исследования показали возможность измерения плотности и вязкости доомыленной и отсоленной массы хлопкового soapstocka. Результаты показали, что значения плотности и вязкости эмульсии мыльного ядра превышают реологические показатели сырого soapstocka от 0,94 до 1,48 и от 1,67 до 5 раза соответственно. По сравнению сырым soapstockom данные показатели превышают от 1,11 до

1,74 и от 1,01 до 1,07 и 1,66 до 6 раза. Это говорит о том, что после отсолки солевой раствор в несколько раз превышает плотность и вязкость прямой эмульсии “масла-жир в воде”. Результаты степени отстаивания мыльного ядра показали возможность увеличения скорости отстаивания и сокращение времени отставания до 2 часов.

Table 5. Изменение показателей осветления soapstock после его доомыления и отсолки от массового соотношения СП: H<sub>2</sub>O и времени отстаивания при 95 °С

Table 5. Changes in the clarification indicators of soapstock after its pre-saponification and salting depending on the mass ratio of SP: H<sub>2</sub>O and settling time at 95 °С

Нумерация проб	Массовые соотношения СП : H <sub>2</sub> O	Время отстаивания, мин	Изменение уровня осветленной части soapstock от исходного положения, (мм)	Степень отстаивания, %	Математическая зависимость (логарифмическая)	R <sup>2</sup>
Исх	-	1	3,2	100	-	-
Проба 1 отс	1:1	15	2.5	21,88	Y=3,0286 - 6,537 ln(T)	0,9759
Проба 2 отс	1:2		2.2	31,25	Y=5,3153 -7,9079 ln(T)	0,9587
Проба 3 отс	1:3		1.8	43,75	Y=6,2295 - 11,212 ln(T)	0,9617
Проба 4 отс	1:4		1.3	56,25	Y=8,283 -13,898 ln(T)	0,9481
Проба 1 отс	1:1	30	2.4	24,99	Y=3,0286 - 6,537 ln(T)	0,9759
Проба 2 отс	1:2		2.2	32,81	Y=5,3153 -7,9079 ln(T)	0,9587
Проба 3 отс	1:3		1.7	46,87	Y=6,2295 - 11,212 ln(T)	0,9617
Проба 4 отс	1:4		1.4	59,37	Y=8,283 -13,898 ln(T)	0,9481
Проба 1 отс	1:1	45	2.35	26,56	Y=3,0286 - 6,537 ln(T)	0,9759
Проба 2 отс	1:2		2.1	37,38	Y=5,3153 -7,9079 ln(T)	0,9587
Проба 3 отс	1:3		1.6	48,44	Y=6,2295 - 11,212 ln(T)	0,9617
Проба 4 отс	1:4		1.2	62,49	Y=8,283 -13,898 ln(T)	0,9481
Проба 1 отс	1:1	60	2.3	28,12	Y=3,0286 - 6,537 ln(T)	0,9759
Проба 2 отс	1:2		2.0	37,51	Y=5,3153 -7,9079 ln(T)	0,9587
Проба 3 отс	1:3		1.6	48,44	Y=6,2295 - 11,212 ln(T)	0,9617
Проба 4 отс	1:4		1.2	62,50	Y=8,283 -13,898 ln(T)	0,9481
Проба 1 отс	1:1	75	2.2	31,25	Y=3,0286 - 6,537 ln(T)	0,9759
Проба 2 отс	1:2		2.0	37,50	Y=5,3153 -7,9079 ln(T)	0,9587
Проба 3 отс	1:3		1.5	53,12	Y=6,2295 - 11,212 ln(T)	0,9617
Проба 4 отс	1:4		1.1	65,63	Y=8,283 -13,898 ln(T)	0,9481
Проба 1 отс	1:1	90	2.2	31,25	Y=3,0286 - 6,537 ln(T)	0,9759
Проба 2 отс	1:2		2.0	37,50	Y=5,3153 -7,9079 ln(T)	0,9587
Проба 3 отс	1:3		1.4	56,25	Y=6,2295 - 11,212 ln(T)	0,9617
Проба 4 отс	1:4		1.0	68,75	Y=8,283 -13,898 ln(T)	0,9481
Проба 1 отс	1:1	120	2.0	37,50	Y=3,0286 - 6,537 ln(T)	0,9759
Проба 2 отс	1:2		1.8	43,75	Y=5,3153 -7,9079 ln(T)	0,9587
Проба 3 отс	1:3		1.3	59,38	Y=6,2295 - 11,212 ln(T)	0,9617
Проба 4 отс	1:4		0.9	71,88	Y=8,283 -13,898 ln(T)	0,9481

Table 6. Изменение скорости отстаивания от массового соотношения СП : H<sub>2</sub>O и продолжительности времени

Table 6. Change in settling rate depending on the mass ratio of SP:H<sub>2</sub>O and time duration

Нумерация проб	Массовая соотношение СП : H <sub>2</sub> O	Скорость отстаивания при продолжительности, %/мин						
		15	30	45	60	75	90	120
Проба 1 отс	1:1	1,46	1,67	1,77	1,87	2,08	2,08	2,5
Проба 2 отс	1:2	2,08	2,19	2,49	2,5	2,5	2,5	2,92
Проба 3 отс	1:3	2,92	3,12	3,23	3,23	3,54	3,75	3,96
Проба 4 отс	1:4	3,75	3,96	4,17	4,17	4,38	4,58	4,79

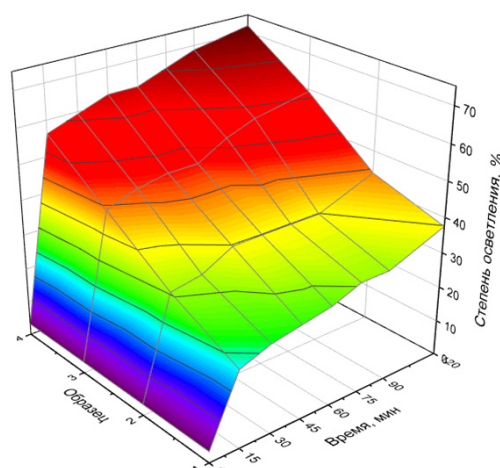


Рис. 3. Зависимость изменения степени отстаивания от продолжительности времени отстаивания доомыленных и отсоленных проб от температуры  
 Fig. 3. Dependence of changes in the degree of settling on the length of time of settling of pre-saponified and salted samples on temperature

Оптимальным условием получения транспортабельной мыльной эмульсии является «Проба отс» с массовым соотношением СП:  $H_2O = 2$ . В остальных вариантах ниже этой соотношении воды препятствует скорости отстаивания, а больше требует больше водных ресурсов, которые в дальнейшем усложняют очистки сточных вод в предприятиях масложировой промышленности. Реологические характеристики доомыленного и отсоленного хлопкового мыльного раствора свидетельствуют о приемлемости осуществления перекачки эмульсии мыльного ядро с одного аппарата в другой и обеспечения необходимого качества в пределах установленных сроков хранения.

#### Список использованных источников

1. Wolf H., Richard J. H., Gijss C. Edible oil processing. Chapter 1. USA. 2013. 310 p.
2. Пояркова, Т. Н. Воздействие факторов различной природы на поверхностно-активные свойства мыльного раствора и его компонентов // Т. Н. Пояркова, Г. В. Кудрина, О. Г. Андросова, А. А. Зайцев, Ю. И. Прокофьев // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. — 2014. — С.83–92.
3. Abramzon, A. A. Poverhnostno-aktivnye veshchestva: svoystva i primeneniye / A. A. Abramzon. — L.: Himija, 1981. — 304 s.
4. Dowd, M. K. Compositional Characterization of Cottonseed Soapstocks / M. K. Dowd. — JAOCS, Vol. 73, no. 10 (1996). pp.1287 — 1295.
5. Арутюнян, Н. С. Лабораторный практикум по химии жиров / Н. С. Арутюнян. — СПб.: ГИОРД, 2004. — 264 с.
6. Шнып, И. А. Способы утилизации мыльного раствора — техногенного отхода жироперерабатывающей промышленности / И. А. Шнып, Л. М. Слепнева, О. Ф. Краецкая, Н. В. Зык, Р.С. Лукьянова // Вестник БНТУ. — 2011. — №2. — С. 68–71.
7. Базаров, Г. Р. Получение поверхностно-активных веществ на основе жирных кислот хлопкового мыльного раствора / Г. Р. Базаров, С. А. Абдурахимов // European research: innovation in science, education and technology: Тез. докл. — Лондон. — Электронный ресурс. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43971348> (дата доступа: 11.02.2024).
8. Pominski J., Pack F. C. The Destruction of Gossypol in Cottonseed Oil Soapstock by a Heat Treatment. The Journal of the American Oil Chemists' Society. 34, 1957. pp.299 — 301.
9. Рахимов Б. Р., Адизов Б. З., Абдурахимов С. А., Анваров Р. А., Ходжаев С. Б. Использование мыльных растворов в качестве депрессаторов для изменения вязкости местных нефтей. Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Рахимов Б.Р. [и др.]. 2021. 5(86). — URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11783> (дата доступа: 11.02.2024).
10. Haas, M. J. Improving the economics of biodiesel production through the use of low value lipids as feedstocks: Vegetable oil soapstock. Fuel Processing Technology, 86. 2005, pp.1087–1096.
11. Pekel A. Y., Demirel G., Midilli M., Yalcintan H., Ekiz B., Alp M. Comparison of broiler meat quality when fed diets supplemented with neutralized sunflower soapstock or soybean oil. Poultry Science. 2012, 91. pp. 2361–2369.



12. ТР 12181-3-262-20. Производственный технологический регламент по процессу производства сырых жирных кислот иолеино-пальмитиновой фракции жирных кислот хлопкового соапстока. Ташкент, 2019. — 139 с.
13. Рахимов Б. Р., Набиев А. Б., Адизов Б. З., Абдурахимов С. А. Понижитель вязкости тяжелых нефтей на основе хлопкового соапстока. *Universum: Технические науки: электрон. научн. журн.* 2020. № 5(74). — URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/9362> (дата доступа: 11.02.2024).
14. Бабодей, В. Н. Сравнительный анализ качественных показателей прозрачных мыл, представленных на рынке Республики Беларусь / В. Н. Бабодей, К. И. Жакова, А. В. Пчельникова // *Пищевая промышленность: наука и технологии.* Минск, 2018. — Т. 11 — № 3 (41). — С. 75 — 84.
15. Рахимов Б. Р., Адизов Б. З., Абдурахимов С. А., Ходжиев С. Ф., Кадилова Н. Б. Использование соапстоков в качестве депрессаторов для изменения вязкости местных нефтей. *Universum: технические науки : электрон. научн. журн.* 2021. 5(86). — URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11783> (дата доступа: 11.02.2024).
16. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров / редкол.: А. Г. Сергеев [и др.]. — Ленинград, 1975. — Т. IV: Производство глицерина, жирных кислот. Хозяйственного и туалетного мыла и синтетических моющих средств. — 544 с.

### Информация об авторах

*Курамбоев Бехзод Фахриддинович*, базовый докторант Ургенчского государственного университета, ул. Хамида Алимджана, 14, 220100, г. Ургенч, Республика Узбекистан.

E-mail: [bekkuramboev@gmail.com](mailto:bekkuramboev@gmail.com)

*Балтаев Умидбек Сотимбаевич*, кандидат технических наук, соискатель Ургенчского государственного университета, ул. Хамида Алимджана, 14, 220100, г. Ургенч, Республика Узбекистан.

E-mail: [umidbek.baltaev.80@mail.ru](mailto:umidbek.baltaev.80@mail.ru)

*Шамуратов Санжарбек Хусинбай угли*, доктор философии по техническим наукам (PhD), преподаватель, Ургенчского государственного университета, ул. Хамида Алимджана, 14, 220100, г. Ургенч, Республика Узбекистан.

E-mail: [sanjar.sh@urdu.uz](mailto:sanjar.sh@urdu.uz)

*Абдуллаев Матмурод Жумамуродович*, мастер цеха по переработке соапстока АО «Urganch yog'-moy», Dosova 2, 220100, г. Ургенч, Республика Узбекистан.

E-mail: [assalomualeykum1965@gmail.com](mailto:assalomualeykum1965@gmail.com)

*Султанова Турсуной Ахмадовна*, магистр Ургенчского государственного университета, ул. Хамида Алимджана, 14, 220100, г. Ургенч, Республика Узбекистан.

E-mail: [tursunoysultanova@gmail.com](mailto:tursunoysultanova@gmail.com)

*Раджабов Мансур Фарходович*, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Пищевых технологий», факультета «Химических технологий» Ургенчского государственного университета, ул. Хамида Алимджана, 14, 220100, г. Ургенч, Республика Узбекистан.

E-mail: [m.radjabov04041972@gmail.com](mailto:m.radjabov04041972@gmail.com)

*Алимов Умарбек Кадырбергенович*, доктор наук по техническим наукам (DSc), старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории фосфорных удобрений Института общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан, ул. Мирзо Улугбек, 77-а, 100170, Узбекистан, г. Ташкент, Республика Узбекистан.

E-mail: [umaralihonalimov@mail.ru](mailto:umaralihonalimov@mail.ru)

### Information about authors

*Kuramboev Bekhzod Farkhodovich*, basic doctoral student of Urgench State University, st. Hamid Alimjon, 14, 220100, Urgench Republic of Uzbekistan,

E-mail: [bekkuramboev@gmail.com](mailto:bekkuramboev@gmail.com)

*Baltaev Umidbek Sotimbaevich*, PhD (Technical), applicant of the Urgench State University, st. Hamid Alimjon, 14, 220100, Urgench, Republic of Uzbekistan.

E-mail: [umidbek.baltaev.80@mail.ru](mailto:umidbek.baltaev.80@mail.ru)

*Shamuratov Sanzharbek Khusinbai ugli*, Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD), teacher of Urgench State University, st. Hamid Alimjon, 14, 220100, Urgench, Republic of Uzbekistan.

E-mail: [sanjar.sh@urdu.uz](mailto:sanjar.sh@urdu.uz)

*Abdullaev Matmurod Zhumamurodovich*, Foreman of the Soapstock Processing Shop, JSC “Urganch yog'-moy”, Dosova 2, 220100, Republic of Uzbekistan, Urgench.

E-mail: [assalomualeykum1965@gmail.com](mailto:assalomualeykum1965@gmail.com)

*Sultanova Tursunoy Akhmadovna*, Master student of Urgench State University, st. Hamid Alimjon, 14, 220100, Urgench, Republic of Uzbekistan.

E-mail: [tursunoysultanova@gmail.com](mailto:tursunoysultanova@gmail.com)

*Radjabov Mansur Farkhodovich*, PhD (Technical), Associate Professor, Head of the Department of Food Technologies, Faculty of Chemical Technologies, Urgench State University, st. Hamida Alimjon, 14, 220100, Urgench, Republic of Uzbekistan.

E-mail: [m.radjabov04041972@gmail.com](mailto:m.radjabov04041972@gmail.com)

*Alimov Umarbek Kadyrbergenovich*, - Doctor of Science in Technical Sciences (DSc), senior researcher, leading researcher at the laboratory of phosphate fertilizers of the General and Inorganic Chemistry Institute of Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, st. Mirzo Ulugbek, 77-a, 100170, Uzbekistan, Tashkent, Republic of Uzbekistan.

E-mail: [umaralihonalimov@mail.ru](mailto:umaralihonalimov@mail.ru)