

И. М. Товбин

Производство мыла

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 62
ББК 30.6
И11

И11 **И. М. Товбин**
Производство мыла / И. М. Товбин – М.: Книга по Требованию, 2013. –
205 с.

ISBN 978-5-458-23714-7

Издание второе, переработанное и дополненное.

ISBN 978-5-458-23714-7

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2013

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2013

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

В 1914 г. перед началом первой мировой войны в России вырабатывалось всего 192—200 тыс. т мыла (в пересчете на 40%-ное), в том числе примерно 12 тыс. т туалетного. Среднее потребление мыла на душу населения не превышало 1,2 кг в год, а туалетного мыла — 1 куса массой 100 г. По потреблению мыла Россия занимала в то время одно из последних мест в Европе. Более половины сырья для производства мыла ввозили из-за границы.

Промышленное производство мыла в первые годы Советской власти находилось на очень низком уровне. В 1919 г. мыловаренные предприятия выработали лишь 14 тыс. т мыла.

В годы первых пятилеток была проведена концентрация и специализация производства. Были построены крупные с современным оборудованием мыловаренные предприятия. Это позволило в 1940 г. довести производство мыла до 700 тыс. т (в пересчете на 40%-ное).

В период после Великой Отечественной войны до второй половины шестидесятых годов производство мыла в СССР непрерывно возрастало, расширялась и укреплялась производственная база.

Наиболее высокий объем выработки мыла был достигнут в 1965 г., когда было выпущено 1782 тыс. т (в пересчете на 40%-ное) мыла. В последующие годы в связи с развитием производства синтетических моющих средств выработка хозяйственного мыла сократилась. В результате этого общий выпуск мыла в 1975 г. составил около 1560 тыс. т, в том числе 403 тыс. т туалетного.

В 1975 г. мыло вырабатывалось на 42 предприятиях Министерства пищевой промышленности СССР, из которых 25 наряду с хозяйственным выпускали и туалетное мыло. Производство мыла имеется во всех союзных республиках, кроме Киргизской ССР.

В течение ближайших лет выработка мыла будет несколько возрастать главным образом за счет туалетного. В перспективе примерно половина мыловаренной продукции будет приходиться на долю туалетного, выработку которого намечается увеличить почти в 2 раза по сравнению с существующей. При этом потребление туалетного мыла на душу населения в год составит в среднем примерно 1,5 кг, что превысит уровень, существующий во многих развитых странах.

Наряду с высокими темпами роста производства синтетических моющих средств будет несколько увеличиваться выработка твердого хозяйственного мыла, в ассортименте которого будет возрастать выпуск мыла с повышенным содержанием жирных кислот.

Производство мыла в нашей стране базируется на отечественном сырье.

Основную массу твердых и жидких растительных жиров для мыловарения поставляют масло-жировые предприятия. В последние годы в возрастающем количестве поступают топленые животные жиры, используемые в основном для производства туалетного мыла. Нефтехимические заводы производят 180—200 тыс. т в год

мыловаренных фракций синтетических жирных кислот, получаемых из нефтяных парафинов. Для выработки хозяйственного мыла в значительном количестве используются жирсодержащие промышленные отходы. Лишь небольшое количество кокосового масла, применяемого при выработке туалетного мыла (1,5—2% от общего расхода жиров в мыловаренной промышленности) поступает по импорту или вырабатывается из импортного сырья.

Наша промышленность обеспечивает потребности мыловаренного производства во всех других видах сырья и материалов (щелочи, отдушки, разнообразные добавки, а также тароупаковочные материалы).

Дальнейшее увеличение производства мыла будет осуществляться на основе концентрации производства и повышения технического уровня, на основе внедрения в производство непрерывно действующих линий, агрегатов и отдельных автоматов, производительность которых будет в 2—3 раза выше по сравнению с действующими.

Задачи, стоящие перед мыловаренной промышленностью по дальнейшему повышению эффективности производства, улучшению ассортимента и качества выпускаемой продукции, росту производительности труда, выдвигают настоятельную необходимость подготовки высококвалифицированных кадров, которые должны владеть необходимыми теоретическими и практическими знаниями для сознательного ведения всех стадий технологического процесса, позволяющими с минимальными затратами материальных и энергетических ресурсов и труда получать продукцию высокого качества.

Глава I

НЕКОТОРЫЕ ПОНЯТИЯ ИЗ ХИМИИ ЖИРОВ

Основным сырьем для получения всех видов и сортов мыла являются жирные кислоты. Их получают из природных жиров и масел и синтезируют из продуктов переработки нефти.

Кроме жирных кислот для выработки мыла используют и другие органические кислоты (природные жирозаменители), в том числе содержащиеся в канифоли, талловом масле и в нефтяных продуктах.

Свойства и качества жирных кислот, используемых для выработки мыла, оказывают решающее влияние на товарный вид и потребительские свойства мыл, в том числе на их цвет, запах, консистенцию и моющую способность.

§ 1. ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ

Состав и строение. Жирные кислоты — органические соединения, состоящие из трех элементов: углерода (С), водорода (Н) и кислорода (О). Эти элементы сочетаются между собой в определенных соотношениях и порядке, подчиняющихся известным химическим закономерностям.

В каждой молекуле жирной кислоты имеется группа $-\text{COOH}$, или $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{O}-\text{H} \end{array}$, которую называют *карбоксил*. Эта группа

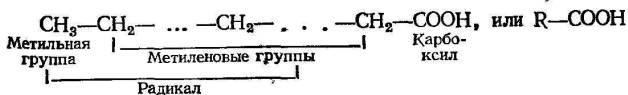
придает молекуле свойства кислоты и способна вступать в различные химические реакции, особенно с щелочами. Она одинакова для всех жирных кислот. На противоположном от карбоксила конце молекулы жирной кислоты находится метильная группа CH_3 , а между ними различное количество метиленовых групп $-\text{CH}_2-$,

или $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ -\text{C}- \\ | \\ \text{H} \end{array}$, образующих линейные (гомологические) ряды. Ха-

рактерным признаком этих рядов является то, что в них каждый последующий член ряда отличается от предыдущего на одну группу.

Метильная группа (CH_3) вместе с метиленовыми ($-\text{CH}_2-$) образует *радикал* жирной кислоты, который принято обозначать буквой R.

Таким образом, в общем виде строение молекулы жирной кислоты можно записать так:



Число метиленовых групп в молекуле жирной кислоты может колебаться от 0 до 30. Их количество оказывает решающее влияние на физические и химические свойства жирных кислот.

Более точное представление о составе и строении жирной кислоты может дать структурная формула



Однако такая запись очень громоздка. Поэтому для обозначения жирных кислот пользуются принятыми в химии сокращениями, согласно которым формула стеариновой кислоты $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{16}-\text{COOH}$, или еще более кратко $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$.

В элементарной группе у углерода, являющегося четырехвалентным элементом, все четыре валентности заняты: две связаны с водородом, а две с предыдущим и последующим атомами углерода. Такие жирные кислоты называются *насыщенными*.

У насыщенных жирных кислот количество атомов водорода в 2 раза превышает количество углеродных атомов. Количество же атомов кислорода, входящих в карбоксильную группу, почти всегда остается постоянным, равным двум.

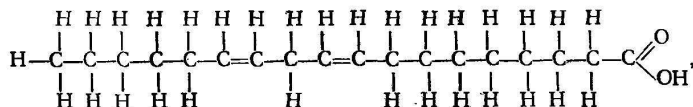
Во многих жирных кислотах часть метиленовых групп замещена группой $-\text{CH}=\text{}$, или $-\overset{\text{H}}{\underset{|}{\text{C}}}=\text{}$, у которой на один атом водорода меньше, чем у метиленовой группы. Четвертая валентность углерода не занята, не насыщена и она образует с соседним углеродом вторую связь, или, как говорят, двойную связь, которая обозначается двумя черточками ($\text{C}=\text{C}$). Таких групп в составе различных жирных кислот может быть 2, 4, 6 и до 12, располагающихся попарно и образующих между собой соответственно 1, 2, 3 и до 6 двойных связей.

Жирные кислоты с двойными связями называются *ненасыщенными*, или *непредельными*.

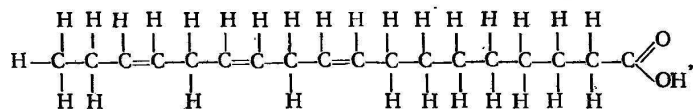
Так, олеиновая кислота, содержащая, как и стеариновая, 18 атомов углерода, имеет две группы $-\text{CH}-$ и соответственно

[illegible]

У динуклеовой кислоты не хватает четырех атомов водорода и у нее две двойные связи между 9 и 10 и между 12 и 13 атомами углерода:



В молекуле линоленовой кислоты на 6 атомов водорода меньше, чем в стеариновой, она имеет три двойные связи:



Используя принятые в химии условные обозначения и принимая, что буква n показывает число атомов углерода в молекуле, можно записать общие формулы жирных кислот в следующем виде:

насыщенные	$C_nH_{2n+1}COOH$, или $C_nH_{2n}O_2$;
ненасыщенные	
с одной двойной связью	$C_nH_{2n-1}COOH$, или $C_nH_{2n-2}O_2$;
с двумя двойными связями	$C_nH_{2n-3}COOH$, или $C_nH_{2n-4}O_2$;
с тремя двойными связями	$C_nH_{2n-5}COOH$, или $C_nH_{2n-6}O_2$;
с пятью двойными связями	$C_nH_{2n-9}COOH$, или $C_nH_{2n-10}O_2$.

9

данной жирной кислоте, то у углерода в индексе через знак отношения ставят вторую цифру:

$C_{18:0}$ — стеариновая кислота (насыщенная, двойных связей нет);

$C_{18:1}$ — олеиновая кислота (ненасыщенная с одной двойной связью);

$C_{18:3}$ — линоленовая кислота (ненасыщенная с тремя двойными связями) и т. д.

Природные жирные кислоты, как правило, состоят из четного числа углеродных атомов. Синтетические жирные кислоты содержат как четное, так и нечетное число атомов углерода в молекуле.

Наряду с жирными кислотами, в составе которых имеется только два атома кислорода, образующих карбоксильную группу ($-\text{COOH}$), встречаются жирные кислоты с тремя атомами кислорода, один из которых находится в середине углеродной цепи. Такие кислоты называются оксикислотами.

Представителем природных оксикислот является рицинолевая кислота $C_{18}H_{34}O_3$, содержащаяся в касторовом масле (80—90%).

Оксикислоты в виде примесей встречаются и в составе синтетических жирных кислот. Они обладают слабым моющим действием и поэтому являются нежелательным компонентом жировой смеси для мыловарения. Рицинолевую кислоту в виде касторового масла иногда используют при выработке некоторых специальных мыл.

Свойства жирных кислот. Состав и строение жирных кислот оказывают большое влияние на их свойства: на молекулярную массу, число нейтрализации, температуру застывания и плавления, способность к окислению, йодное число, растворимость в воде, плотность и др.

Молекулярная масса жирных кислот зависит от числа углеродных атомов, входящих в молекулу. При одинаковом числе углеродных атомов насыщенные жирные кислоты имеют несколько более высокую молекулярную массу, чем ненасыщенные.

Молекулярная масса жирных кислот, содержащих от 10 до 20 атомов углерода в молекуле, колеблется от 170 до 312.

Для определения молекулярной массы жирных кислот обычно пользуются числами нейтрализации.

Число нейтрализации показывает, какое количество едкого кали (в миллиграммах) идет на нейтрализацию 1 г жирных кислот.

Зная число нейтрализации или определив его в лаборатории, можно подсчитать молекулярную массу жирной кислоты по формуле.

$$MB_{\kappa} = \frac{56100}{\chi H_{\kappa}},$$

где MB_{κ} — молекулярная масса жирной кислоты;
 χH_{κ} — число нейтрализации жирной кислоты.

По этой же формуле можно рассчитать среднюю молекулярную массу смеси жирных кислот, с которыми обычно приходится иметь дело на практике.

Пример. Число нейтрализации смеси жирных кислот $ЧН_c = 206,3$. Средняя молекулярная масса смеси составляет

$$МВ_c = \frac{56\,100}{206,3} = 272.$$

Зная среднюю молекулярную массу смеси жирных кислот, можно рассчитать число нейтрализации.

Пример. Молекулярная масса смеси жирных кислот $МВ_c = 278$. Число нейтрализации смеси равно

$$ЧН_c = \frac{56\,100}{278} = 202.$$

Число нейтрализации является важным показателем при оценке жирового сырья для мыловарения. Им пользуются также для расчета расхода щелочи при выработке мыла.

Температура застывания (титр) и плавления жирных кислот является важным показателем, характеризующим их пригодность для выработки мыл. Твердое мыло получается тогда, когда смесь используемых жирных кислот при температуре 15—20°C имеет твердую консистенцию.

Жирные кислоты, в молекуле которых до восьми атомов углерода, представляют собой жидкие при комнатной температуре продукты. С увеличением числа углеродных атомов в молекуле насыщенных жирных кислот их температура застывания (титр) повышается. Например, титр лауриновой кислоты ($C_{12}H_{24}O_2$), имеющей 12 углеродных атомов, равен 43,9°C; титр пальмитиновой кислоты ($C_{16}H_{32}O_2$) — 62,8°C, а стеариновой ($C_{18}H_{36}O_2$) — 69,3°C.

Температура плавления и титр ненасыщенных жирных кислот ниже, чем насыщенных. На температуру плавления и титр жирных кислот оказывают влияние не только количество двойных связей, но и их положение в молекуле.

Так, например, петрозелиновая кислота, имеющая, как и олеиновая, 18 атомов углерода и одну двойную связь, которая находится между 6 и 7 углеродными атомами, имеет температуру плавления 30°C.

Нормальная олеиновая кислота с одной двойной связью, находящейся между 9 и 10 атомами углерода (считая от карбоксила), имеет температуру плавления 13,4—16,3°C. Но если двойная связь находится в молекуле кислоты на другом месте, или, как говорят, в другом положении, то свойства ее меняются, в том числе и температура плавления. Много олеиновых кислот с различным положением двойных связей в молекуле содержится в саломасе. В отличие от нормальной олеиновой кислоты их называют изоолеиновыми кислотами. Эти кислоты имеют температуру плавления до 45°C.

При плавлении жирных кислот расходуется значительное количество тепла, которое называется скрытой теплотой плавления. С увеличением длины молекулы расход тепла на плавление повышается. Например, скрытая теплота плавления лауриновой

кислоты составляет 183 кДж/кг (43,7 ккал/кг), пальмитиновой 211,9 кДж/кг (50,6 ккал/кг), а арахисовой 226,9 кДж/кг (54,2 ккал/кг).

Способность к окислению у насыщенных и ненасыщенных жирных кислот разная. Насыщенные жирные кислоты достаточно устойчивы к реакциям окисления, а ненасыщенные сравнительно легко окисляются кислородом воздуха.

Двойные связи недостаточно стойки, они распадаются, и в этом месте в молекулу кислоты внедряется кислород. Протекающая реакция называется окислением. Вначале это проявляется в том, что кислота темнеет, в ней появляется специфический олифистый запах. Окисление жирных кислот может происходить и в готовом мыле. На его поверхности появляются пятна, а продукт приобретает неприятный запах (при этом говорят, что мыло прогоркло). Чем больше двойных связей в молекуле жирной кислоты, тем легче и сильнее они реагируют с кислородом.

Олеиновая кислота, имеющая одну двойную связь, сравнительно устойчива и входит в рецептуры почти всех мыл; линолеовую с двумя, а тем более линоленовую с тремя двойными связями, не включают в рецептуры всех видов твердых туалетных мыл. В очень незначительном количестве их иногда вводят в рецептуры твердых хозяйственных мыл.

Число двойных связей, или степень ненасыщенности жирных кислот, определяют при помощи условного показателя — йодного числа.

Йодное число показывает, какое количество йода в граммах присоединяется к 100 г жирных кислот. Иногда йодное число показывают в процентах йода, что одно и то же.

У олеиновой кислоты, имеющей одну двойную связь, йодное число 89,9, у линолевой при двух двойных связях — 181,1, у линоленовой при трех связях — 273,5 г J_2 и т. д.

Таким образом, йодное число является косвенным показателем способности жирных кислот к окислению.

Растворимость в воде жирных кислот разная. Низкомолекулярные жирные кислоты, содержащие до 5 атомов углерода в молекуле, хорошо растворяются в воде и легко улетучиваются с водяным паром. При варке мыла эти кислоты почти полностью теряются. С увеличением молекулярной массы растворимость жирных кислот в воде снижается. Так, при температуре 20°C в воде растворяется около 1% жирной кислоты, содержащей в молекуле 6 атомов углерода и менее 0,0003% стеариновой кислоты, содержащей 18 атомов углерода. С повышением температуры растворимость жирных кислот несколько увеличивается. Так, например, растворимость стеариновой кислоты при 60°C повышается до 0,0005%.

В производственных условиях считают, что жирные кислоты, содержащие более 10 атомов углерода в молекуле, при температуре до 100°C в воде практически не растворяются.

Растворимость жирных кислот в воде, как и способность их

улетучиваться при нагревании до 100°C, оказывают существенное влияние на потери в процессе варки мыла.

Плотность жирных кислот колеблется от 850 до 920 кг/м³. С повышением молекулярной массы плотность жирных кислот понижается, они легче воды и при смешивании с ней всплывают на поверхность.

Характеристика жирных кислот. Физическая и химическая характеристика основных жирных кислот, используемых для выработки мыла, приведена в табл. 1.

Таблица 1

Кислоты	Химическая формула	Молекулярная масса	Температура, °C		Число нейтрализации	Йодное число
			плавления	застывания (тигр)		
Насыщенные кислоты						
Пеларгоновая *	C ₉ H ₁₈ O ₂	158,2	12,5	12,5	354,6	—
Каприновая	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	172,3	31,6	31,2	325,7	—
Ундециловая *	C ₁₁ H ₂₂ O ₂	186,3	28,5	—	301,2	—
Лауриновая	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	200,2	44,2	43,9	280,1	—
Тридециловая *	C ₁₃ H ₂₆ O ₂	214,3	41,5	41,8	261,8	—
Миристиновая	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	228,3	53,9	54,1	245,7	—
Пентадециловая *	C ₁₅ H ₃₀ O ₂	242,4	58,0	53,2	231,5	—
Пальмитиновая	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	256,4	63,1	62,8	218,8	—
Маргариновая *	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	270,4	61,3	61,0	207,5	—
Стеариновая	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	284,4	69,6	69,3	197,3	—
Нонадециловая *	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	298,5	66,5	—	188	—
Арахидовая	C ₂₀ H ₄₀ O ₂	312,5	75,3	74,9	179,6	—
Бегеновая	C ₂₂ H ₄₄ O ₂	340,6	79,9	79,7	164,7	—
Ненасыщенные кислоты						
Олеиновая	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	282,3	13,4—16,3	—	198,6	89,9
Петрозелиновая	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	282,3	30	—	198,6	89,9
Эруковая	C ₂₂ H ₄₂ O ₂	338,6	34,7	—	165,7	75
Линолевая	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	280,3	—5—5,2	—	200,4	181,1
Линоленовая	C ₁₈ H ₃₀ O ₂	278,2	—11—	—	201,5	273,5
			—11,3			
Арахидоновая	C ₂₀ H ₃₂ O ₂	304,2	—49,5	—	184,3	333,5
Клупанодоновая	C ₂₂ H ₃₄ O ₂	330,5	—78	—	169,8	384,0
Оксикислоты						
Рицинолевая	C ₁₈ H ₃₄ O ₃	298,5	5—16	—	188,0	85,0

* Жирные кислоты с нечетным числом углеродных атомов находятся главным образом в смеси синтетических жирных кислот.

§ 2. ЖИРЫ И МАСЛА

Состав и строение. Жиры и растительные масла являются органическими продуктами одинакового химического строения. В обиходе жирами называют продукты, полученные из жиросос-

Таблица 2

Вид и наименование жиров и масел	Содержание жирных кислот, %						
	насыщенных			ненасыщенных			
	миристиновой	пальмитиновой	стеариновой	прочих	олеиновой	линолевой	прочих
Жиры животные							
Говяжий	3—3,3	29,2—24	21—24,9	0,4—0,1	41,1—41,8	1,8—1,6	3,3—3,8
Бараний	3—2,2	23,6—30,5	31,7—20,1	0,1—0,6	35,4—41,4	3,9—2,8	2,3—2,9
Свиной	0,8—1,3	25—30,4	11,9—17,9	0,1—0,5	48,1—42,2	5,7—7,8	3,7—5,9
Костный	—	20—21	10—21	0,5—1,0	60—53	10—5	—
Китовый	2—4,5	11—12	2—3	1,0—2,0	36,5—22	—	48,5—58,5
Масла растительные							
Твердые							
Кокосовое *	13—19	7,5—10,5	1—3	10,7—21,7	5—8	1,5—2,5	0—1,3
Пальмоядровое *	14—17	6,5—9	1—2,5	7—12	16—19	1—2	—
Пальмовое	1—4,5	32—47	6,5—2	4,5—3,5	51—39	5—11	0—1,5
Жидкие							
Подсолнечное	До 0,2	3,5—11,7	1,6—5,7	1,2—2,1	23—50	6,6—4,2	0,5—1,0
Хлопковое	0,3—1,2	12,8—28	3,3—0,9	1,1—0,4	13,9—35	57,2—34	9—2,4
Соевое **	0,1—0,4	7—12,1	5—2	до 1	20—30	60—44	0,9—2
Льняное **	—	5,4—11,3	8—2,5	1,4—2,1	13—36	30—8,3	—
Арахисовое	0,3—0,6	6—18	7—2	5,3—11,8	39—70	38—13	1,1—4
Рапсовое **	До 1	1—3	3—0,2	3,2—6,6	20—32	25—15	53—56
Касторовое	—	—	0,3—2,4	—	3—9	10—2	80—94

* В кокосовом масле содержится 44—52% лауриновой кислоты, в пальмоядровом — 46—52%.

** В льняном масле содержится 30—67% линоленовой кислоты, в соевом — 5—11% и в рапсовом 1—9%.