

УДК 658.562.012.7:676.085.2:66.049

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ТАЛЛОВОГО МАСЛА ТЕРМООБРАБОТКОЙ ЛИГНИНОВОЙ ФАЗЫ И ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ ЕГО КАЧЕСТВА ТРЕБОВАНИЯМ ДОКУМЕНТОВ В ОБЛАСТИ СТАНДАРТИЗАЦИИ

© А.А. Глуханов*, С.И. Третьяков

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова,
Набережная Северной Двины, 17, Архангельск, 163002 (Россия),
e-mail: a.gluhanov@narfu.ru

Основной проблемой промышленных способов производства таллового масла являются значительные потери готового продукта с отходом производства – лигниновой фазой. Она представляет собой стойкую эмульсию типа «масло в воде», стабилизированную лигнином. Традиционные способы снижения потерь таллового масла путем разрушения лигниновой фазы связаны с целым рядом затруднений и в производственной практике в настоящее время почти не применяются. В данной работе для увеличения выхода таллового масла при его выделении из сульфатного мыла предложен способ разрушения эмульсии термообработкой. Исследовано влияние температуры термообработки на выход таллового масла из лигниновой фазы. Подобран оптимальный по отношению к выходу таллового масла из лигниновой фазы температурно-временной режим термообработки. Показано, что при оптимальном режиме потери таллового масла с отходами снижаются на 80%. На основе результатов исследований предложен вариант механизма изменений, происходящих с компонентами лигниновой фазы при термообработке. Изучен состав компонентов продукта после термообработки при различных температурах. Установлены значения показателей качества получаемого таллового масла и оценено их соответствие требованиям действующих на территории России документов в области стандартизации. Отмечено, что все показатели масла, полученного при термообработке, соответствуют установленным в нормативных документах значениям при температуре обработки от 100 до 140 °С. По результатам работы предложен оптимизированный по выходу и качеству таллового масла режим термообработки.

Ключевые слова: талловое масло, разложение сульфатного мыла, разрушение эмульсий, термообработка, компонентный состав, показатели качества, технические условия.

Введение

Одной из основных проблем, возникающих при производстве таллового масла, является образование при разложении сульфатного мыла стойкой эмульсии талловое масло – вода – лигнин (так называемой лигниновой фазы, или лигнин-талловой эмульсии). В работах [1, 2] показано, что эмульсия относится к типу «масло в воде», а лигнин, в равной степени гидро- и олеофильный, располагается на межфазной поверхности, экранируя поверхность капель масла и препятствуя коагуляции последних. Благодаря специфическим свойствам лигнина как высокомолекулярного стабилизатора, лигнин-талловая эмульсия является чрезвычайно стойкой.

Для разрушения стабильных эмульсий могут применяться различные способы. Так, в работе [3] предлагается для деэмульгирования лигниновой фазы использовать в качестве добавок высокомолекулярные поверхностно-активные вещества: лигносульфонаты, полиакриламиды и т.д., некоторые из которых

Глуханов Анатолий Андреевич – кандидат технических наук, доцент кафедры стандартизации, метрологии и сертификации, e-mail: a.gluhanov@narfu.ru
Третьяков Сергей Иванович – кандидат технических наук, профессор кафедры стандартизации, метрологии и сертификации, e-mail: s.tretyakov@narfu.ru

дают положительный эффект. В промышленности для деэмульгирования лигниновой фазы применяют центробежное разделение в центрифугах, либо гравитационное разделение отстаиванием в гидродинамических сепараторах или в декантаторах. Оба

* Автор, с которым следует вести переписку.

этих способа имеют ряд недостатков. Центробежный способ, при высокой эффективности разделения (объем удаляемой лигниновой фазы составляет 100–150 кг/т таллового масла), сопряжен с высокими эксплуатационными затратами и аппаратурными затруднениями [4]. При гравитационном способе лигниновая фаза разрушается в меньшей степени, ее остаточное количество достигает 300–400 кг/т таллового масла с содержанием масла в ней до 60–70% [5]. Обычно на сульфат-целлюлозных предприятиях лигниновую фазу, как отход таллового производства, растворяют в белом щелоке и возвращают в производственный цикл на стадию упаривания черных щелоков [6].

Нами в работах [7, 8] доказана эффективность применения для разрушения лигнин-талловой эмульсии ультразвука. Кроме того, для разделения эмульсий можно использовать термический способ. В свое время мы изучили принципиальную возможность и доказали эффективность термообработки лигнин-талловой эмульсии [9]. Нами был предложен вариант термообработки при температуре 130⁰С, выбранной в качестве минимальной, при которой происходило полное разрушение лигнин-талловой эмульсии. Однако выбор режима не учитывал степень соответствия получаемого масла требованиям нормативных документов к данному продукту.

Показатели качества сырого таллового масла в России регламентируются техническими условиями (ТУ), которые, согласно Федеральному закону № 162-ФЗ от 29.06.2015 г. «О стандартизации», относятся к категории документов в области стандартизации [10]. Нормативных документов более высокого, национального, уровня на данный момент не разработано. Отчасти это связано с тем, что талловое масло имеет различные направления применения, для которых могут устанавливаться различные и даже противоречащие друг другу требования. Сказывается, очевидно, и то, что талловое масло – многокомпонентная система, состав которой значительно зависит от сырья, из которого оно получено. В данной работе использованы следующие нормативные документы, регламентирующие качество сырого таллового масла: ТУ 13-0281078-119-89 [11], ТУ 2453-022-00253497-2005 [12], ТУ 2453-001-95601082-2008 [13].

Известно, что под действием высоких температур (более 180 °С) кислоты таллового масла, в первую очередь, ненасыщенные смоляные, претерпевают ряд химических изменений: изомеризацию, диспропорционирование, окисление и т.д. [5]. Это приводит к снижению содержания в талловом масле ценных смоляных кислот и увеличению содержания малоценных неомыляемых веществ, т.е. к ухудшению качества таллового масла. Поэтому в нашем исследовании верхний предел варьирования температуры обработки составил 160 °С.

Данная работа посвящена уточнению оптимального режима термообработки исходя из параметров выхода таллового масла из эмульсии и качества получаемого масла в соответствии с требованиями действующих на территории России документов в области стандартизации.

Экспериментальная часть

Для постановки эксперимента использовалась усредненная проба лигниновой фазы, отобранной на установке разложения сульфатного мыла Архангельского ЦБК. Отстоявшееся из пробы талловое масло подвергалось анализу состава по нормируемым в ТУ [11–13] показателям в соответствии с установленными в них методиками измерений. Установленные значения показателей рассматривались как показатели исходного продукта (масла без термообработки). Аналогичным образом анализировались пробы масла, полученного после термообработки. Температура термообработки варьировалась от 70 до 160 °С. Процесс включал 3 этапа: первый – отгонка из эмульсии водной фазы, второй – выдерживание остатка от отгонки при заданной температуре в течение 15 мин., третий – отделение отстоявшегося таллового масла. Длительность второго этапа определена как оптимальная при предварительных исследованиях. В опытах с температурой термообработки 100 °С и ниже отгонка водной фазы проводилась под вакуумом при температуре на 10 °С меньшей, чем температура последующей термообработки для фиксации момента перехода между этапами.

Зависимость выхода таллового масла, в расчете на его содержание в поступающей лигнин-талловой эмульсии, от температуры термообработки, представлена на рисунке 1. С увеличением температуры термообработки выход растет, достигая оптимального значения (около 83%) при температуре 120 °С. Дальнейшее повышение температуры на выход масла влияет незначительно. Причем в интервале температур выше 120 °С наблюдалось быстрое оседание лигнина и кристаллизовавшегося после упаривания водной фазы минерального остатка – бисульфата натрия с формированием плотного зернистого осадка. Зависимость от температуры термообработки количества образующегося осадка, являющегося отходом произ-

водства, который можно утилизировать по общепринятой для лигниновой фазы схеме, представлена на рисунке 2. Из него следует, что за счет отгонки водной фазы и последующей термообработки температурой выше $110\text{ }^{\circ}\text{C}$, объем лигниновой фазы для утилизации снижается по сравнению с периодическим отстаиванием в 6–7 раз. Это соответствует значениям, достигаемым при центрифугировании реакционной смеси от разложения сульфатного мыла [14].

Добавление к отделенному от масла осадку кислой воды, отстоявшейся из исходной лигниновой фазы, вызывало повторное образование эмульсии лишь частично, причем объем вновь образующейся эмульсии снижался с увеличением температуры термообработки во всем исследуемом диапазоне. Этот факт может свидетельствовать о структурных изменениях лигнина под действием температуры, снижающих его стабилизирующие свойства, хотя это заключение нуждается в дополнительной проверке.

При температуре ниже $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ на кривой выхода масла наблюдается перегиб и начинается резкое снижение выхода таллового масла. Причем в этой области температур, при последующем отстаивании таллового масла вместо плотного осадка твердых примесей образовывалась вязкая масса, содержащая большое количество смолистых веществ. Ее количество (рис. 2) возрастало с уменьшением температуры так, что при температурах обработки ниже $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ оно превышало объем выделившегося масла, т.е. разделяемость масла и твердых примесей резко снижалась. При промывке этой массы кислой водой отделения лигнина и всплывания масла не наблюдалось. Таким образом, для укрупнения и осаждения из масла частиц лигнина необходима температура не ниже $120\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Исходя из анализа вышеприведенных данных, можно предположить следующий вариант механизма процесса, протекающего при термообработке. По мере удаления из лигнин-талловой эмульсии воды, частицы лигнина отрываются от поверхности раздела фаз и переходят в масляную фазу. По завершении отгонки воды талловое масло можно рассматривать как суспензию твердых частиц (лигнина) в масле. Двойной электрический слой на поверхности этих частиц очень диффузен, как и у всех органозолей с малой диэлектрической проницаемостью среды. В масле также присутствует электролит – бисульфат. То есть данную суспензию можно рассматривать как неустойчивую, склонную к коагуляции. Объяснима в этом случае и температурная зависимость плотности образующегося осадка, так как коагулирующее действие электролита, заключающееся в снижении диффузности двойного электрического слоя на поверхности частиц лигнина и уменьшении энергетического барьера сил отталкивания, существенно зависит от температуры, т.е. скорости перемещения частиц суспензии. В результате происходит коагуляция отдельных частиц лигнина в крупные агрегаты, легко оседающие из масла с образованием плотного осадка. Отметим, что приведенный механизм – предполагаемый и нуждается в дальнейшем уточнении.

Установленные значения показателей качества, полученного при термообработке таллового масла, представлены в таблице 1. Каждый из представленных результатов – среднее арифметическое из трех повторных анализов, выполнявшихся, в свою очередь, в двух параллельных повторностях.

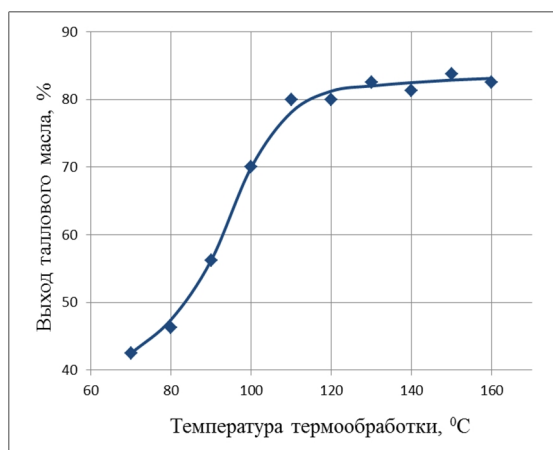


Рис. 1. Зависимость выхода таллового масла из лигниновой фазы, % от исходного содержания СЖН в обрабатываемой пробе, от температуры термообработки

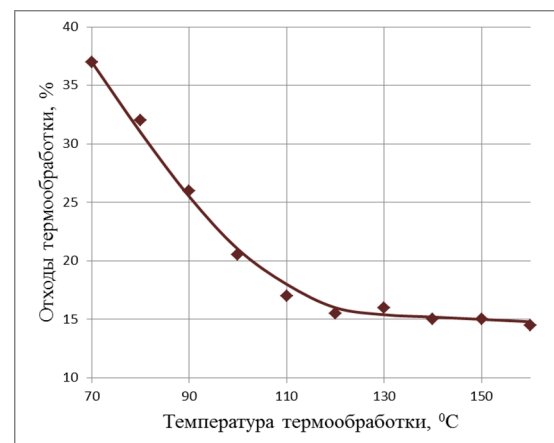


Рис. 2. Зависимость количества образующихся при термообработке отходов (удаляемого осадка), % от массы исходной пробы лигниновой фазы, от температуры термообработки

Таблица 1. Характеристики таллового масла, полученного при различных температурах термообработки

Характеристики	Исх. пр-т*	Температура термообработки, °С									
		70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
Кислотное число, мг КОН/г	143	146	147	145	145	143	144	145	142	140	136
Эфирное число, мг КОН/г	17.3	16.9	16.7	17.2	17.3	17.2	17.9	18.6	19.2	20.1	20.8
Йодное число	145	146	147	144	145	143	144	141	136	132	127
СЖН, %, в т.ч:	96.1	94.4	94.7	94.9	95.4	96.7	97.3	97.7	97.9	98.2	98.2
Неомыляемые вещества, %	16.8	16.9	16.7	16.4	17.2	16.7	17.5	17.3	17.8	20.2	21.5
Смоляные кислоты, %	32.8	32.6	32.5	33.2	32.7	32.9	32.3	31.7	30.6	28.4	27.7
Жирные кислоты, %	50.6	50.7	50.8	50.5	50.4	50.6	50.3	50.1	49.8	49.8	49.5
Нерастворимые в ПЭ, %	1.30	1.31	1.31	1.29	1.26	1.27	1.24	1.22	1.18	1.12	1.07
Содержание воды, %	1.9	0.58	0.61	0.58	0.52	0.47	0.36	0.28	0.29	0.30	0.28
Содержание лигнина и МП, %	1.3	2.73	2.46	2.12	1.88	0.70	0.64	0.62	0.49	0.51	0.57

Примечание: * – характеристики пробы таллового масла, взятой на производстве одновременно с отбором пробы лигниновой фазы; СЖН – сумма смоляных и жирных кислот и неомыляемых веществ; ПЭ – петролейный эфир; МП – механические примеси.

Нормированные значения показателей по ТУ 13-0281078-119-89 представлены в таблице 2. При анализе исходного продукта установлено, что по всем показателям он соответствует марке СТМ 1 сорта. Поэтому при оценке качества масла после термообработки за нормативные приняты показатели именно для этой марки. Показатели остальных рассматриваемых ТУ для марки СТМ 1 сорта по составу и значениям совпадают с показателями по ТУ 13-0281078-119-89.

Для оценки качества таллового масла и динамики его изменения при различных температурах термообработки нами использован дифференциальный метод оценки показателей качества. Он заключается в сравнении единичных показателей качества оцениваемого продукта (масло после термообработки) с соответствующими базовыми показателями (нормативы по ТУ), т.е. оцениваемый показатель качества P_i сопоставляется с аналогичным базовым показателем качества $P_{i\text{баз}}$. Математически это сопоставление, с учетом классификации показателей на позитивные (увеличение которых улучшает качество) и негативные (увеличение которых снижает качество), выражается следующей формулой:

$$k_i = \left(\frac{P_i}{P_{i\text{баз}}} \right)^{\text{sgn } \Delta P_i},$$

где k_i – i -й относительный показатель качества; $\Delta P_i = P_i - P_{i\text{баз}}$ – разница значений оцениваемого и базового показателей; $\text{sgn } \Delta P_i$ – сигнум-функция от ΔP_i , принимающая значение +1 для позитивных показателей (когда $+\Delta P_i > 0$) и значение -1 – для негативных показателей (когда $+\Delta P_i < 0$). Уровень качества продукта считается приемлемым, когда для всех относительных показателей соблюдается условие $k_i \geq 1$ [15].

Для наглядности результаты оценки качества масла дифференциальным методом представлены графически на рисунках 3, 4.

Таблица 2. Показатели качества сырого таллового масла по ТУ 13-0281078-119-89

Наименование показателя	Норма для марок				
	Хвойное талловое масло (ХТМ)		Смешанное талловое масло (СТМ)		Лиственное талловое масло (ЛТМ)
	I сорт	II сорт	I сорт	II сорт	
Внешний вид	маслообразный продукт коричневого или темно-коричневого цвета				
Кислотное число, мг КОН/ г масла, не менее	145	135	130	120	96
Массовая доля смоляных кислот, %, не менее	40	35	30	20	не определяется
Массовая доля неомыляемых веществ, %, не более	13	16	18	20	25
Массовая доля лигнина и механических примесей, % не более	1	1	2	не определяется	не определяется
Массовая доля воды, %, не более	1	2	2	2	2
Массовая доля суммы жирных кислот, смоляных кислот и нейтральных веществ, %, не менее	не определяется	не определяется	не определяется	91	не определяется

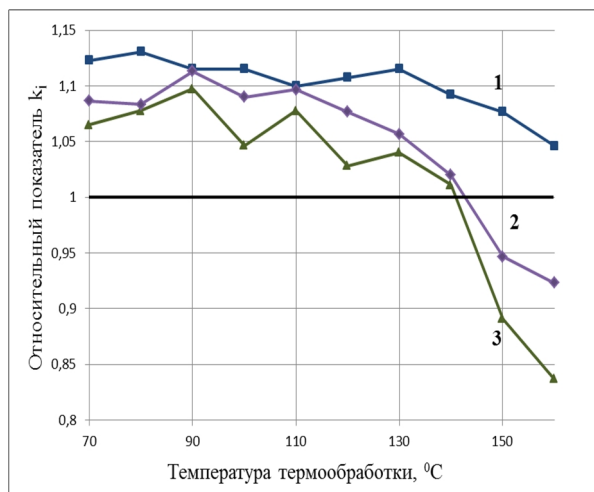


Рис. 3. Зависимость от температуры термообработки относительных показателей: 1 – кислотного числа, 2 – содержания смоляных кислот, 3 – содержания неомыляемых веществ

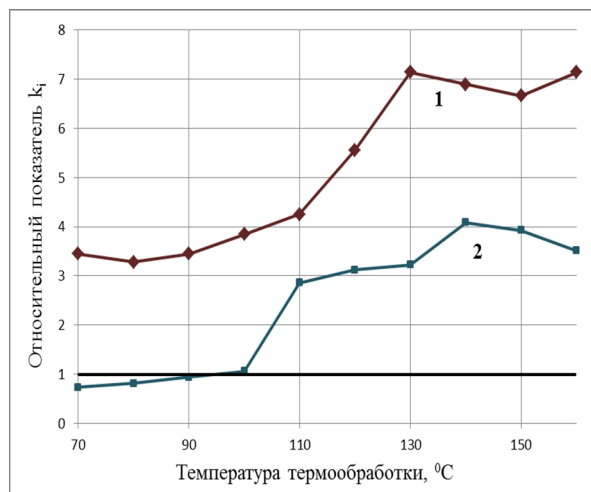


Рис. 4. Зависимость от температуры термообработки относительных показателей: 1 – содержания воды; 2 – содержания лигнина и механических примесей

На рисунке 3 отображены показатели по ТУ, относящиеся к составу таллового масла. Все они имеют удовлетворительные значения при температурах термообработки 140 °C и ниже. Более высокая температура приводит к несоответствию ТУ по показателям содержания смоляных кислот и неомыляемых веществ. Наблюдающаяся тенденция снижения содержания смоляных кислот в масле обусловлена процессами димеризации, изомеризации и образования оксикислот из ненасыщенных смоляных кислот, активизирующимися, как видно, при температурах выше 130 °C. Этот факт подтверждается снижением йодного числа в данном диапазоне температур (табл. 1). Образующиеся оксикислоты легко декарбоксилируются с образованием алифатических ненасыщенных спиртов (согласно литературным данным [5], этот процесс начинается уже при температурах от 80 °C). На протекание этого процесса указывает отсутствие роста и даже снижение содержания веществ, нерастворимых в петролейном эфире. Продукты вышеописанных реакций относятся к группе неомыляемых веществ, чем и обусловлен значительный рост их содержания при высоких температурах. Некоторое снижение содержания жирных кислот свидетельствует о протекании при температурах выше 140 °C их этерификации с образованием эфиров, лактидов и лактонов, что подтверждается и ростом эфирного числа при этих температурах. Кислотное число, в силу упомянутых причин, также имеет тенденцию к снижению, но менее характерную, т.к. снижение доли примесей в масле с ростом температуры частично компенсирует уменьшение содержания в нем кислот. В итоге, показатель кислотного числа в указанном диапазоне температур не снижается до критической отметки.

Оценка качества масла по содержанию в нем примесей приведена на рисунке 4. Показатель содержания воды в масле расположен намного выше критической отметки во всем диапазоне температур, поскольку практически вся вода из лигнин-талловой эмульсии отгонялась на первом этапе эксперимента. Остающееся в масле незначительное количество воды – это, очевидно, вода гидратной оболочки частиц лигнина. В этом случае снижение содержания воды в масле при высоких температурах термообработки может служить еще одним свидетельством уменьшения суммарной поверхности частиц лигнина, т.е. их коагуляции. В пользу этого вывода говорит и относительно высокое содержание лигнина в масле при низких температурах термообработки. Причем при температурах 100 °C и ниже показатель содержания лигнина в талловом масле уменьшается до недопускаемых значений.

Выводы

Резюмируя вышесказанное, можно утверждать следующее:

– термообработка позволяет снизить потери таллового масла с отходами производства, причем наиболее эффективно с точки зрения выхода масла термическое разрушение эмульсии протекает при температурах выше 120 °C;

– выделение таллового масла из лигниновой фазы ее термообработкой не приводит к снижению показателей качества продукта до допускаемых по ТУ значений в диапазоне температур от 110 до 140 °С: при более низких температурах критически возрастает содержание в масле примесей, при более высоких – снижается до недопускаемых значений содержание смоляных и жирных кислот;

– установленные изменения характеристик состава таллового масла при термообработке хорошо согласуются с теоретическими сведениями о химических превращениях компонентов таллового масла при повышении температуры;

– учитывая показатель выхода таллового масла из лигниновой фазы, установленное ранее на основании оценки полноты отделения примесей из масла оптимальное значение температуры термообработки 130 °С можно без существенной потери качества продукта расширить до рекомендуемого диапазона температур 120–140 °С, или 130±10 °С.

Список литературы

1. Соколов О.М., Третьяков С.И., Глуханов А.А. Переработка сульфатного мыла с утилизацией отходов // Лесохимия и органический синтез. Сыктывкар, 1998. С. 85–86.
2. Селянина С.Б., Тельтевская С.Е., Афанасьев С.И. Влияние природы сульфатного лигнина на агрегативную устойчивость гетерогенных систем масло – водно-солевой раствор – лигнин // Химия и технология растительных полимеров. Сыктывкар, 2000. С. 92–96.
3. Селиванова Н.В. Влияние лигнина и дестабилизирующих добавок на процесс разделения фаз при получении таллового масла: дис. ... канд. хим. наук. Архангельск, 2005. 127 с.
4. Богданович Н.И., Владимирова Т.М., Кутакова Н.А., Третьяков С.И. Контроль и управление качеством лесохимической продукции. Архангельск, 2013. 172 с.
5. Головин А.И., Трофимов А.Н., Узлов Г.А. и др. Лесохимические продукты сульфатцеллюлозного производства. М., 1988. 288 с.
6. Ковернинский И.Н., Комаров В.И., Третьяков С.И., Богданович Н.И., Соколов О.М., Кутакова Н.А., Селянина Л.И., Дьякова Е.В. Комплексная химическая переработка древесины. Архангельск, 2006. 374 с.
7. Третьяков С.И., Глуханов А.А. Интенсификация выделения таллового масла с применением ультразвука // Экология-99. Вологда, 1999. С. 54–57.
8. Глуханов А.А., Третьяков С.И. Повышение выхода таллового масла в ультразвуковом поле // Новейшие исследования в современной науке: опыт, традиции, инновации. М., 2015. С. 61–65.
9. Глуханов А.А., Третьяков С.И., Соколов О.М. Исследование процесса термообработки, повышающей выход и качество таллового масла // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. Архангельск, 1998. С. 85–91.
10. Федеральный закон РФ «О стандартизации в Российской Федерации» от 29.06.2015 г. №162-ФЗ. М., 2015. 48 с.
11. ТУ 13-0281078-119-89. Масло талловое сырое. Технические условия. Горький, 1989. 22 с.
12. ТУ 2453-022-00253497-2005. Масло талловое сырое. Технические условия. СПб, 2005. 25 с.
13. ТУ 2453-001-95601082-2008. Масло талловое сырое. Технические условия. Архангельск, 2008. 21 с.
14. Владимирова Т.М., Третьяков С.И., Жабин В.И., Коптелов А.Е. Получение и переработка талловых продуктов. Архангельск, 2008. 155 с.
15. Мишин В.М. Управление качеством: учебник для вузов. М., 2005. 463 с.

Поступило в редакцию 29 сентября 2017 г.

После переработки 4 декабря 2017 г.

Для цитирования: Глуханов А.А., Третьяков С.И. Исследование процесса получения таллового масла термообработкой лигниновой фазы и оценка соответствия его качества требованиям документов в области стандартизации // Химия растительного сырья. 2018. №2. С. 199–205. DOI: 10.14258/jcrpm.2018023282

Glukhanov A.A.* , Tretyakov S.I. INVESTIGATION OF THE PROCESS OF OBTAINING THE TALL OIL BY LIGNIN PHASE THERMAL EFFICIENCY AND EVALUATING THE CONFORMITY OF ITS QUALITY WITH THE REQUIREMENTS OF STANDARD-SETTING DOCUMENTS

Northern (Arctic) Federal University named after MV Lomonosov. Embankment of the Northern Dvina, 17, Arkhangelsk, 163002 (Russia), e-mail: a.gluhanov@narfu.ru

The main problem of industrial methods of production of tall oil is significant losses of the finished product with the waste of production – the lignin phase. It is a stable emulsion of the oil-in-water type, stabilized by lignin. Traditional ways to reduce the loss of tall oil by destroying the lignin phase are associated with a number of difficulties and in industrial practice are almost not currently used. In the present work, in order to increase the yield of tall oil when it is separated from the sulphate soap, a method for breaking the emulsion by heat treatment is proposed. The effect of the heat treatment temperature on the yield of tall oil from the lignin phase was studied. Optimum in relation to the yield of tall oil from the lignin phase is the temperature-time mode of heat treatment. It is shown that, under the optimal regime, the loss of tall oil with waste is reduced by 80%. Based on the results of the studies, a variant of the mechanism of changes occurring with components of the lignin phase during heat treatment is proposed. The composition of the components of the product after heat treatment at different temperatures has been studied. The values of the quality indicators of the obtained tall oil were established and their compliance with the requirements of the standard-setting documents in force in the territory of Russia was assessed. It was noted that all the parameters of the oil obtained during heat treatment correspond to the values established in the normative documents at the processing temperature from 100 to 140 °C. Based on the results of work, the heat treatment mode optimized for yield and quality of tall oil is proposed.

Keywords: tall oil, decomposition of sulphate soap, destruction of emulsions, heat treatment, component composition, quality indicators, technical conditions.

References

1. Sokolov O.M., Tretyakov S.I., Glukhanov A.A. *Lesokhimiia i organicheskii sintez*. [Wood chemistry and organic synthesis]. Syktyvkar, 1998, pp. 85–86. (in Russ.).
2. Selianina S.B., Tel'tevskaia S.E., Afanas'ev S.I. *Khimiia i tekhnologiia rastitel'nykh polimerov*. [Chemistry and Technology of Plant Polymers]. Syktyvkar, 2000, pp. 92–96. (in Russ.).
3. Selivanova N.V. *Vliianie lignina i destabiliziruiushchikh dobavok na protsess razdeleniia faz pri poluchenii talloвого masla: dis. ... kand. khim. nauk*. [Effect of lignin and destabilizing additives on the phase separation process in the production of tall oil: dis. ... cand. chem. sciences]. Arkhangel'sk, 2005, 127 p. (in Russ.).
4. Bogdanovich N.I., Vladimirova T.M., Kutakova N.A., Tretyakov S.I. *Kontrol' i upravlenie kachestvom lesokhimitskoi produktsii*. [Control and quality management of wood chemical products]. Arkhangel'sk, 2013, 172 p. (in Russ.).
5. Golovin A.I., Trofimov A.N., Uzlov G.A. i dr. *Lesokhimitskie produkty sul'fatselliuloznogo proizvodstva*. [Wood chemical products of sulfate-cellulose production]. Moscow, 1988, 288 p. (in Russ.).
6. Koverninskii I.N., Komarov V.I., Tretyakov S.I., Bogdanovich N.I., Sokolov O.M., Kutakova N.A., Selianina L.I., D'iakova E.V. *Kompleksnaia khimicheskaiia pererabotka drevesiny*. [Complex chemical processing of wood]. Arkhangel'sk, 2006, 374 p. (in Russ.).
7. Tretyakov S.I., Glukhanov A.A. *Ekologiia-99*. [Ecology-99]. Vologda, 1999, pp. 54–57. (in Russ.).
8. Glukhanov A.A., Tretyakov S.I. *Noveishie issledovaniia v sovremennoi nauke: opyt, traditsii, innovatsii*. [The latest research in modern science: experience, traditions, innovations]. Moscow, 2015, pp. 61–65. (in Russ.).
9. Glukhanov A.A., Tretyakov S.I., Sokolov O.M. *Okhrana okruzhaiushchei sredy i ratsional'noe ispol'zovanie prirodnnykh resursov*. [Environmental protection and rational use of natural resources]. Arkhangel'sk, 1998, pp. 85–91. (in Russ.).
10. *Federal'nyi zakon RF «O standartizatsii v Rossiiskoi Federatsii» ot 29.06.2015 g. №162-FZ*. [Federal Law of the Russian Federation "On Standardization in the Russian Federation" dated 29.06.2015 No. 162-FZ]. Moscow, 2015, 48 p. (in Russ.).
11. *TU 13-0281078-119-89. Maslo tallovoe syroe. Tekhnicheskie usloviia*. [TU 13-0281078-119-89. Tall is crude oil. Technical specifications]. Gor'kii, 1989, 22 p. (in Russ.).
12. *TU 2453-022-00253497-2005. Maslo tallovoe syroe. Tekhnicheskie usloviia*. [TU 2453-022-00253497-2005. Tall is crude oil. Technical specifications]. St. Petersburg, 2005, 25 p. (in Russ.).
13. *TU 2453-001-95601082-2008. Maslo tallovoe syroe. Tekhnicheskie usloviia*. [TU 2453-001-95601082-2008. Tall is crude oil. Technical specifications]. Arkhangel'sk, 2008, 21 p. (in Russ.).
14. Vladimirova T.M., Tretyakov S.I., Zhabin V.I., Koptelov A.E. *Poluchenie i pererabotka tallovykh produktov*. [Production and processing of tallow products]. Arkhangel'sk, 2008, 155 p. (in Russ.).
15. Mishin V.M. *Upravlenie kachestvom: uchebnik dlia vuzov*. [Quality Management: A Textbook for Universities]. Moscow, 2005, 463 p. (in Russ.).

Received September 29, 2017

Revised December 4, 2017

For citing: Glukhanov A.A., Tretyakov S.I. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2018, no. 2, pp. 199–205. (in Russ.).
DOI: 10.14258/jcpm.2018023282

* Corresponding author.

