

3. Соотношение полос поглощения в гуминовых кислотах различных препаратов неодинаково. Большую конденсированность макромолекул имеют гуминовые кислоты аллювиальных дерновых почв по сравнению с гуминовыми кислотами аллювиальных болотных почв, которые сформировались в условиях избыточного увлажнения.

Литература

1. Комиссаров И.Д., Логинов Л.Ф., Стрельцова И.Н. Спектры поглощения гуминовых кислот // Тр. Тюмен. СХИ. – Тюмень, 1971. – Т. 14. – С. 75–91.
2. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. – М., 1981. – 270 с.
3. Шпынова Н.В., Сартаков М.П. Спектральные характеристики гуминовых кислот органогенных отложений // Вестн. Югор. гос. ун-та. – 2010. – Вып. 4 (19). – С. 88–91.
4. Юдина Н.В., Тихова В.Д. Структурные особенности гуминовых кислот торфов, выделенных разными способами // Химия растительного сырья. – 2003. – № 1. – С. 93–96.



УДК 631.4

Н.В. Чухарева, Л.В. Шишмина, С.Г. Маслов

ВЛИЯНИЕ ТЕРМООБРАБОТКИ ТОРФА НА ЕГО ГРУППОВОЙ СОСТАВ. СООБЩЕНИЕ 2

В статье приведены результаты изменения выхода групповых составляющих торфов месторождений Томской области в результате предварительной термообработки до 250°C в среде собственных газов разложения. Установлена глубина влияния низкотемпературного нагрева в зависимости от типа, степени разложения и группы торфа.

Ключевые слова: торф, термообработка, групповой состав, степень разложения, тип, вид, абсолютные и относительные изменения.

N.V. Chukhareva, L.V. Shishmina, S.G. Maslov

THE INFLUENCE OF PEAT THERMAL TREATMENT ON ITS GROUP COMPOSITION. MESSAGE 2

The results of changes in the outputs of peat group components of the Tomsk region deposits as a result of pre-treatment up to 250°C in the own gas decomposition environment are presented in the article. The influence depth of low temperature heat depending on the peat decomposition degree and group is determined.

Key words: peat, thermal treatment, group composition, decomposition degree, type, sort, absolute and relative changes.

Введение. Характерным свойством торфа является его термическая неустойчивость. При этом, согласно [1], термическое воздействие на торф характеризуется изменением его группового состава. Такой способ был положен [2–4] в основу обогащения торфа в среде собственных газов разложения до 250°C ценными групповыми составляющими – битумами и гуминовыми кислотами. Но вследствие изученности малого количества объектов авторам удалось установить только влияние температуры, среды и скорости нагрева на изменение группового состава. Вопросы, касающиеся влияния природы торфа на это изменение в результате термического воздействия остались незатронутыми.

Цель исследований. Изучить влияние термообработки торфа до 250°C в среде собственных газов разложения на изменение выхода групповых составляющих и установить взаимосвязь между глубиной изменения данных характеристик и природой торфа (видом, группой и степенью разложения).

Материалы и методы исследований. Образцы исходных и термообработанных верховых, переходных и низинных торфов степени разложения R от 5 до 45 % месторождений Томской области. Характеристика ботанического состава и технический анализ 20 образцов исходного торфа были представлены в сообщении 1 [5].

Термообработку торфа до 250°C в среде собственных газов разложения проводили на установке, описанной в работе [3]. При этом вращающийся барабан нагревали со скоростью 5 град/мин. После достижения

конечной температуры нагрева барабан охлаждали до 20°C. Из него извлекали остатки термолита и размещали в герметичные стеклянные бюксы с притертой крышкой для исключения попадания влаги в образцы. Термообработанному торфу присваивали шифр с индексом 250 (торф₂₅₀). Далее проводили исследования на содержание групповых компонентов по методике [6].

Результаты исследований и их обсуждение. Полученные экспериментальные данные по групповому составу исходных торфов и торфов₂₅₀ представлены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание в исходном и термообработанном торфе групповых составляющих

Шифр торфа	Групповой состав, % на daf					
	Б	ВРВ +ЛГВ	ФК	ГК	Ц	НГО
Верховой торф						
ВСМ-5*, ВФ-5, ВС-5	4,6-4,4-3,7	53,6-52,6-47,7	15,6-16,2-14,7	9,0-10,0-18,0	9,0-7,2-7,0	8,2-9,6-8,9
ВСМ-5 ₂₅₀ *, ВФ-5 ₂₅₀ , ВС-5 ₂₅₀	5,9-5,8-5,1	36,5-29,0-38,7	10,-12,1-11,4	27,0-33,0-25,2	6,1-5,0-4,3	14,5-15,1-15,3
1 ВФ-10, ВМ-10	3,9-4,0	40,2-52,4	18,8-18,5	20,0-10,1	7,1-7,0	10,0-8,0
1 ВФ-10 ₂₅₀ , ВМ-10 ₂₅₀	5,1-5,1	31,0-43,9	11,34-16,	28,1-17,0	4,5-5,5	15,0-12,5
1 ВСМ-15	4,6	49,8	16,1	14,3	5,3	9,9
1 ВСМ-15 ₂₅₀	5,9	30,0	13,4	32,4	4,4	13,9
2 ВФ-20	4,4	46,1	17,5	16,2	5,6	10,2
2 ВФ-20 ₂₅₀	4,9	33,6	15,0	27,1	5,0	14,4
ВПС-25	6,3	32,6	18,3	25,0	5,4	12,4
ВПС-25 ₂₅₀	6,8	27,2	15,1	31,0	4,8	15,1
1 ВПС-35	8,2	31,3	18,6	28,0	5,7	8,2
1 ВПС-35 ₂₅₀	9,0	25,1	14,9	35,0	5,1	10,9
ВШ-40	8,0	30,3	19,7	28,9	2,8	10,3
ВШ-40 ₂₅₀	8,6	26,9	16,2	34,0	2,6	12,0
Переходный торф						
ПШ-20	4,3	33,2	17,2	30,4	2,0	12,9
ПШ-20 ₂₅₀	5,5	26,1	13,0	38,4	1,6	15,4
ППС-25	3,4	35,9	11,1	34,1	3,5	12,0
ППС-25 ₂₅₀	4,1	22,3	8,6	45,5	2,9	15,6
ПОС-30	5,0	39,3	18,6	25,2	3,0	10,0
ПОС-30 ₂₅₀	5,9	26,0	14,8	35,3	2,1	13,9
Низинный торф						
НОГ-25, 2 НО-25	3,0-2,2	33,5-28,5	13,0-11,8	30,0-38,0	2,3-2,0	18,2-17,5
НОГ-25 ₂₅₀ , 2 НО-25 ₂₅₀	3,7-2,7	27,1-24,9	9,0-9,0	39,0-43,0	1,9-1,7	19,3-18,7
НД-30, НДО-30	4,4-4,2	27,5-28,7	10,6-12,1	43,9-35,0	2,1-1,9	11,9-14,1
НД-30 ₂₅₀ , НДО-30 ₂₅₀	4,1-4,6	24,4-25,5	8,8-10,7	48,0-42,4	2,0-1,8	12,7-15,0
НО-35, 1 НО-35	2,9-3,1	26,2-27,6	12,7-12,0	40,0-38,3	1,9-2,0	16,5-17,0
НО-35 ₂₅₀ , 1 НО-35 ₂₅₀	3,4-3,5	22,8-24,1	10,0-8,8	44,0-43,2	1,8-1,9	18,0-18,7
1 НОГ-45	3,1	28,3	13,0	38,0	1,7	15,9
1 НОГ-45 ₂₅₀	3,3	25,0	10,0	42,0	1,6	18,1

*Расшифровка обозначения образцов: 1-я буква шифра обозначает тип торфа (В – верховой торф; П – переходный, Н – низинный); 2- или 2-я и 3-я буквы шифра – вид торфа (С – сфагновый, СМ – сфагново-мочажинный, Ф – фускум-торф, М – магелланикум-торф, ПС – пушицево-сфагновый, Ш – шейхцериевый, ОС – осоково-сфагновый, О – осоковый, ОГ – осоково-гипновый, Д – древесный, ДО – древесно-осоковый); цифра в шифре от 5 до 45 – степень разложения торфа, %; символ ₂₅₀ – термообработанные образцы.

Рассмотрим изменение выхода отдельных групповых составляющих (ГС) торфа различного типа под действием низкотемпературного нагрева. Обобщенные результаты представлены в табл. 2.

Влияние термообработки торфа на изменение выхода групповых составляющих

Тип торфа	Б, % на daf	ΔБ, % отн.	ГК, % на daf	ΔГК, % отн.	НГО, % на daf	ΔНГО, % отн.
В	3,7-8,2	+7,5-37,8	9,0-28,9	+17,6-230,0	8,0-12,4	+16,5-76,8
В ₂₅₀	4,9-9,0		17,0-35,0		10,9-15,3	
П	3,4-5,0	+18,0-27,9	25,2-34,1	+26,3-40,1	10,0-12,9	+19,4-39,0
П ₂₅₀	4,1-5,9		35,3-45,5		13,9-15,6	
Н	2,2-4,2	2,5-23,3	30,0-43,9	+8,7-30,0	11,9-18,2	-
Н ₂₅₀	2,7-4,6		39,0-48,0		12,7-19,3	
Ц, % на daf		ΔЦ, % отн.	ФК, % на daf	ΔФК, % отн.	ВРВ+ЛГВ, % на daf	ΔВРВ+ЛГВ, % отн.
В	2,8-9,0	-7,1-38,6	14,7-19,7	-13,3-39,8	30,3-53,6	-11,2-44,9
В ₂₅₀	2,6-6,1		10,0-16,3		25,1-43,9	
П	2,0-3,5	-17,1-30,0	11,1-18,6	-20,4-24,4	33,2-39,2	-21,4-37,9
П ₂₅₀	1,6-2,9		8,6-14,8		22,3-26,1	
Н	1,7-2,3	-4,8-17,4	10,6-13,0	-11,6-30,8	26,0-33,5	-11,1-19,5
Н ₂₅₀	1,6-2,0		8,8-10,7		22,8-27,1	

Битумы. Согласно полученным результатам в табл. 1, термообработка торфа в вышеуказанных условиях привела к увеличению содержания битумов, что можно объяснить, опираясь на исследования [3, 4, 7], образованием группы новых веществ – пиробитумов – вследствие деполимеризации восков и смол.

При переходе от верховых торфов к низинным для исходных и термообработанных образцов выход битумов снижается (табл. 2). При этом необходимо отметить более высокую битуминозность верховых торфов пушицево-сфагнового и шейхцериевого видов: для исходных образцов ВПС-25, 1 ВПС-35, ВШ-40 содержание битумов составляет от 6,3 до 8,2 % на daf, после термообработки оно увеличилось до 6,8–9,0 % на daf.

Среди низинных торфов самый высокий выход битумов получен для торфа древесного НД-30 и древесно-осокового вида НДО-30: 4,0 % на daf и 4,2 % на daf. После термообработки для НД-30₂₅₀ и НДО-30₂₅₀ выход составил 4,1 и 4,6 % на daf соответственно.

Все вышеуказанное обусловлено особенностью ботанического состава торфа (данные по ботаническому составу приведены в [5]), а именно: пушица, шейхцерия и древесина хвойных пород содержат в своем составе большое количество экстрагируемых органическими растворителями веществ – липидов, отсюда и более высокий выход битумов [6]. Также влияет и специфика состава самих битумов. Комплекс исследований [8–9] указывает на повышенное содержание в битумах верховых торфов смолистой части, но битумы шейхцериевого торфа по отношению к сфагновым торфам содержат меньше (в 1,2–2 раза) термоустойчивых компонентов – асфальтенов.

Как следует из приведенных данных табл. 2, степень увеличения выхода битумов под влиянием термообработки для разных видов торфа неравнозначна. Для верховых торфов она колеблется в более широких пределах от 7,5 до 37,8 % отн. по сравнению с переходными (18,0–27,9 % отн.) и низинными торфами (2,5–23,3 % отн.). Это указывает на различную глубину влияния низкотемпературного нагрева на преобразование исходного вещества торфа, специфичность которого обусловлена типом, видом, степенью разложения. Например, образцы низинного древесного и древесного осокового торфа НД-30₂₅₀, НДО-30₂₅₀, содержащие остатки деревьев хвойных пород (сосны), в состав которых входят производные фенантренового ряда и терпены, являются более термоустойчивыми веществами по сравнению со сфагновыми мхами [8, 10].

Водорастворимые и легкогидролизуемые вещества. Получено снижение суммарного выхода ВРВ+ЛГВ в результате термообработки торфа. Оно обусловлено химическим строением этих веществ углеродного комплекса, особенностью которого является наличие большого количества группировок типа карбоксильных – COOH, альдегидных – COH и (СНОН)₂ групп, обуславливающих начало образования пирогенетической воды, CO и CO₂ уже при 100°C. Так, по данным [11], количество циклических структур гемицеллюлоз уменьшается вследствие разрыва связей между их отдельными звеньями, что приводит к образованию нестабильных радикалов, которые далее либо рекомбинируются, либо принимают участие в синтезе новых гуминовых кислот.

При переходе от верхового типа к низинному для исходных торфов и торфов₂₅₀ получено уменьшение выхода ВРВ+ЛГВ (табл. 2). Но степень влияния нагрева торфа на изменение выхода этих групповых составляющих для всех типов торфа разная. Так, для верховых торфов величина относительного снижения выхода

ДВРВ+ЛГВ под влиянием термообработки составила: ДВРВ+ЛГВ_{верх} (11,2–44,9 % отн.) и ДВРВ+ЛГВ_{перех} (21,4–37,9 % отн.) > ДВРВ+ЛГВ_{низин} (11,1–19,5 % отн.).

Фульвокислоты. Это соединения типа оксикарбоновых кислот, которые разлагаются при температуре 150–180°C с образованием основных продуктов деструкции – CO₂ и пирогенетической воды [12], результатом протекания реакций термической дегидратации ФК является образование циклических кетонов и ангидридов кислот. В.Е. Раковский и Л.В. Пигулевская [9] предполагают образование из ФК других сложных поликонденсированных соединений – ГК. Они считают ФК промежуточными соединениями при генезисе последних.

Полученные нами данные косвенно подтверждают вышеуказанную точку зрения. Количество ФК при термообработке торфа до 250°C снижается для всех исследованных образцов (табл. 1–2). Содержание в верховых торфах₂₅₀ составляет 10,0–16,3 % на *daf*, что меньше на 13,5–39,8 % отн. по сравнению с исходными. Для переходных торфов₂₅₀ выход ФК получен от 8,6 до 14,8 % на *daf* (ДФК – 22,4–24,4 % отн.), для низинных торфов₂₅₀ – 8,8–10,7 % на *daf* (ДФК – 11,6–30,8 % отн.). Таким образом, термообработка торфа в большей степени способствовала снижению выхода ФК из торфов верхового типа.

Гуминовые кислоты являются ароматическими оксикарбоновыми кислотами, состоящими из конденсированных ароматических ядер и периферийной части, имеющими боковые цепи и функциональные группы при ядре и боковых цепях [15]. ГК при 100°C начинают разлагаться. Установлено увеличение выхода ГК для всех термообработанных образцов торфов (табл. 1). Рассматривая причины подобного явления, авторы [2–4, 7] указывают на одновременное протекание реакций разложения и реакций образования ГК, причем, в вышеуказанных условиях термообработки скорость первых реакций меньше скорости вторых. За счет этого происходит накопление (синтез) новых ГК, в образовании которых принимают участие все ГС исходного торфа, но в разной степени (кинетическая схема превращений ГС торфа при термообработке [2]).

Закономерность, обусловленная типом, характерная для исходных торфов (ГК_{верх} от 9,0 до 28,9 % на *daf* < ГК_{перех} от 25,2 до 34,1 % на *daf* < ГК_{низин} от 30,0 до 43,9 % на *daf*), сохранилась и после их термообработки (табл. 2). Получено абсолютное увеличение выхода ГК при переходе от верхового типа торфа к низинному: ГК_{верх250} от 17,0 до 35,0 % на *daf* < ГК_{перех250} от 35,3 до 45,5 % на *daf* < ГК_{низин250} от 39,0 до 48,0 % на *daf*. Но глубина влияния низкотемпературного нагрева торфа на содержание ГК имеет обратную зависимость: ΔГК_{верх} от 17,6 до 230,0 % отн. > ΔГК_{перех} от 26,3–40,1 % отн. > ΔГК_{низин} от 8,7 до 30,0 % отн.

Целлюлоза относится к трудногидролизуемым веществам углеводного комплекса и является наиболее устойчивой к термическому воздействию по сравнению с ВРВ и ЛГВ. Она обладает специфическим строением макромолекул и надмолекулярных образований, поэтому ее терморазложение имеет свои особенности по сравнению с моносахарами и гемицеллюлозами. Сложность термического распада макромолекул целлюлозы обусловлена тем, что в ходе нагрева могут образовываться элементарные звенья. Согласно [2–4], в начальной стадии термораспада целлюлозы образуется левоглюкозан, который распадается с образованием низкомолекулярных продуктов. В то же время исследователи [13] полагают, что в начале термообработки образуются крупные фрагменты различного количества и качества полимеризации в зависимости от исходного вещества целлюлозы. И вполне вероятно участие таких осколков в формировании новых гуминовых веществ.

Полученные нами данные свидетельствуют о снижении содержания целлюлозы в результате термообработки торфа (табл. 1), причем, влияние типа торфа, установленное в [5] для исходных торфов, сохраняется и для термообработанных. То есть при переходе от верховых к низинным торфам абсолютный выход целлюлозы снижается: Ц_{верх} (2,8–9,0 % на *daf*) > Ц_{перех} (2,0–3,5 % на *daf*) > Ц_{низин} (1,7–2,3 % на *daf*) и Ц_{верх250} (2,6–6,1 % на *daf*) > Ц_{перех250} (1,6–2,9 % на *daf*) > Ц_{низин250} (1,6–2,0 % на *daf*).

Максимальная глубина влияния термообработки торфа на снижение выхода целлюлозы получена для верховых торфов: ΔЦ_{верх} 7,1–38,6 % отн. > ΔЦ_{перех} 17,1–30,0 % отн. > ΔЦ_{низин} 4,8–17,4 % отн. (табл. 2).

Негидролизуемый остаток торфа состоит из сложной смеси веществ: лигнина растений-торфообразователей и веществ кутино-субериновой группы. В исходном торфе лигнин термически стойкий. Его разложение начинается при температурах, близких к 200°C, при этом, согласно [2, 3, 9], происходит дезагрегация молекул лигнина и образуются отдельные фенилпропановые звенья. Также образуются гваякол, ортодоксибензол и более высокомолекулярные эфиры фенолов. Параллельно дезагрегации макромолекул НГО происходит отщепление боковых функциональных групп.

В.Е. Раковский [9] предположил несколько направлений синтеза НГО: 1) образование многоядерных ароматических структур за счет процессов декарбоксилирования гуминовых и фульвокислот; 2) за счет нередуцирующих ЛГВ и ГК – процессы конденсации и декарбоксилирования (НГО обогащается азотсодержащими соединениями. По-видимому, аминокислоты, присущие ЛГВ, вступают в реакции декарбоксилирования и конденсируются по аминогруппам с образованием меланоидов и НГО). Возможно и участие в процессе

синтеза НГО пектиновых веществ (полиуронидов). Согласно [2–4, 7], в образовании новых веществ, входящих в НГО, участвуют все ГС, но в разной мере.

Об увеличении выхода НГО в результате нагрева торфа свидетельствуют данные табл. 1. При переходе от верховых термообработанных к низинным термообработанным торфам тенденция большего содержания НГО в последних сохраняется как и для исходных образцов: $\text{НГО}_{\text{верх}} 8,0\text{--}12,4\% \text{ на } \text{daf} < \text{НГО}_{\text{перех}} 10,0\text{--}12,9\% \text{ на } \text{daf} < \text{НГО}_{\text{низин}} 11,9\text{--}18,2\% \text{ на } \text{daf}$ и $\text{НГО}_{\text{верх250}} 10,9\text{--}15,3\% \text{ на } \text{daf} < \text{НГО}_{\text{верх250}} 13,9\text{--}15,6\% \text{ на } \text{daf} < \text{НГО}_{\text{низин250}} 12,7\text{--}19,3\% \text{ на } \text{daf}$.

Относительное увеличение выхода НГО под действие термообработки в зависимости от типа торфа находится в обратной зависимости: $\Delta\text{НГО}_{\text{верх}} (16,5\text{--}76,8\% \text{ отн.}) > \Delta\text{НГО}_{\text{перех}} (19,4\text{--}39,0\% \text{ отн.}) > \Delta\text{НГО}_{\text{низин}} (6,0\text{--}10,0\% \text{ отн.})$.

Так как низинные торфа, согласно [9, 14], отличаются более высоким содержанием в них соединений оксиароматического и гетероциклического характера, то и термическое воздействие при невысокой температуре в меньшей степени оказывает влияние на изменение выхода ГС торфов данного типа.

Далее рассмотрим влияние R на изменение выхода ГС вследствие предварительного нагрева торфа. Результаты представлены на рис. 1.

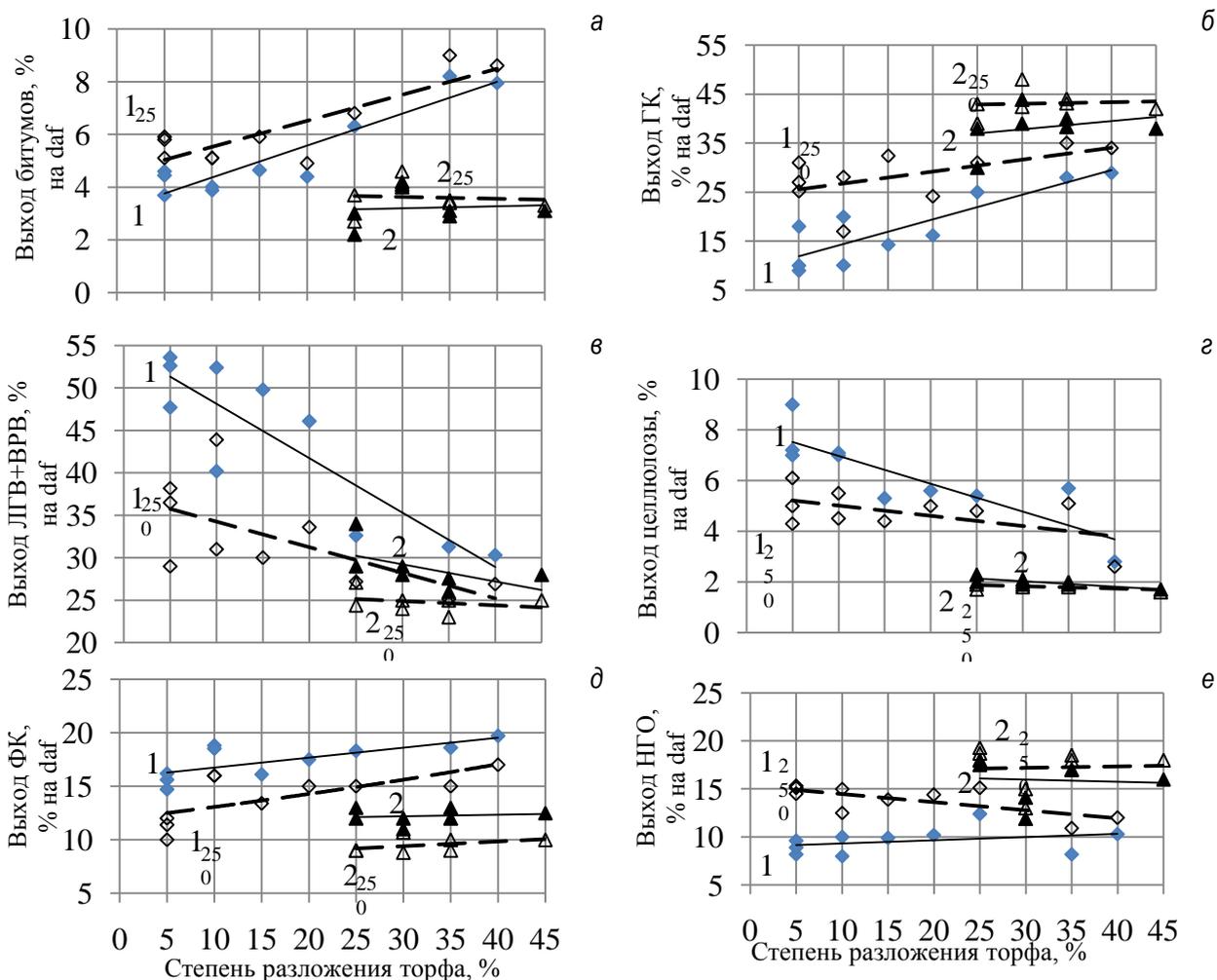


Рис. 1. Влияние степени разложения верхового (1), низинного (2) термообработанного (1₂₅₀), низинного термообработанного (2₂₅₀) торфа на выход групповых составляющих: а – битумы; б – гуминовые кислоты; в – ВРВ+ЛГВ; г – целлюлоза; д – фульвокислоты; е – негидролизуемый остаток

Получено, что при росте R верховых торфов глубина влияния термообработки торфа на изменение выхода всех ГС снижается, но меньшей степени это относится к ФК.

При увеличении R от 25 до 45 % для низинных торфов снижается глубина влияния термообработки торфа на изменение выхода битумов, ГК и ВРВ+ЛГВ (рис. 1,а, б, в). Для остальных ГС зависимость не установлена (рис. 1,д, з, е).

Рассчитанный средний выход ГС в зависимости от группы и типа торфа и относительные изменения данных показателей под влиянием термообработки представлен в табл. 3–4. Графические зависимости изменения средних выходов ГС торфов при переходе от моховой к древесной группе даны на рис. 2.

Таблица 3

Среднее содержание групповых компонентов в зависимости от типа и группы торфа

Тип торфа	Группа торфа*									
	М	Т-М	Т	Д-Т	Д	М	Т-М	Т	Д-Т	Д
	Средний выход ГС, % отн.									
	Бср.					ВРВ+ЛГВср.				
Верховой	4,1	7,3	8,0	-	-	49,5	32,0	30,3	-	-
Верховой ₂₅₀	5,4	7,9	8,6	-	-	36,7	26,1	26,9	-	-
Низинный	-	3,1	2,7	4,2	4,0	-	30,9	27,4	28,7	27,5
Низинный ₂₅₀	-	3,5	3,2	4,6	4,1	-	26,1	23,9	25,5	24,4
	ФКср.					ГКср.				
Верховой	16,7	18,5	19,7	-	-	13,8	26,5	28,9	-	-
Верховой ₂₅₀	13,4	15,0	16,2	-	-	25,3	33,0	34,0	-	-
Низинный	-	13,0	12,2	12,1	10,6	-	34,0	38,8	39,0	43,9
Низинный ₂₅₀	-	9,5	9,3	10,7	8,8	-	40,5	43,4	42,4	48,0
	Цср.					НГОср.				
Верховой	6,9	5,6	2,8	-	-	9,0	10,3	10,3	-	-
Верховой ₂₅₀	5,0	5,0	2,6	-	-	14,6	13,0	12,0	-	-
Низинный	-	2,0	2,0	1,9	2,1	-	17,1	17,0	14,1	11,9
Низинный ₂₅₀	-	1,8	1,8	1,8	2,0	-	18,7	18,5	15,0	12,7

*М – моховая; Т-М – травяно-моховая; Т – травяная; Д-Т – древесно-травяная; Д – древесная группа торфа.

Получено, что общие тенденции изменения средних выходов ГС для торфов₂₅₀ верхового и низинного типа в зависимости от их группы аналогичны исходным образцам, за исключением НГОср. и НГО₂₅₀ср. верховых торфов.

Таблица 4

Влияние термообработки на изменение среднего содержания групповых составляющих в зависимости от типа и группы торфа

Тип торфа	Группа торфа									
	М	Т-М	Т	Д-Т	Д	М	Т-М	Т	Д-Т	Д
	Относительное изменение среднего выхода ГС, % отн.									
	+ΔБср. ₂₅₀					-ΔВРВ+ЛГВср. ₂₅₀				
Верховой	31,7	8,2	7,5	-	-	25,9	18,4	11,2	-	-
Низинный	-	12,9	18,5	9,5	2,5	-	15,5	12,8	11,1	11,3
	-ΔФКср. ₂₅₀					+ΔГКср. ₂₅₀				
Верховой	19,8	18,9	17,8	-	-	45,5	24,5	17,6	-	-
Низинный	-	26,9	23,8	11,6	17,0	-	19,1	11,9	8,7	9,0
	-ΔЦср. ₂₅₀					+ΔНГОср. ₂₅₀				
Верховой	27,5	10,7	7,1	-	-	62,2	26,2	16,5	-	-
Низинный	-	10,0	10,0	5,3	4,8	-	9,3	8,8	6,4	6,7

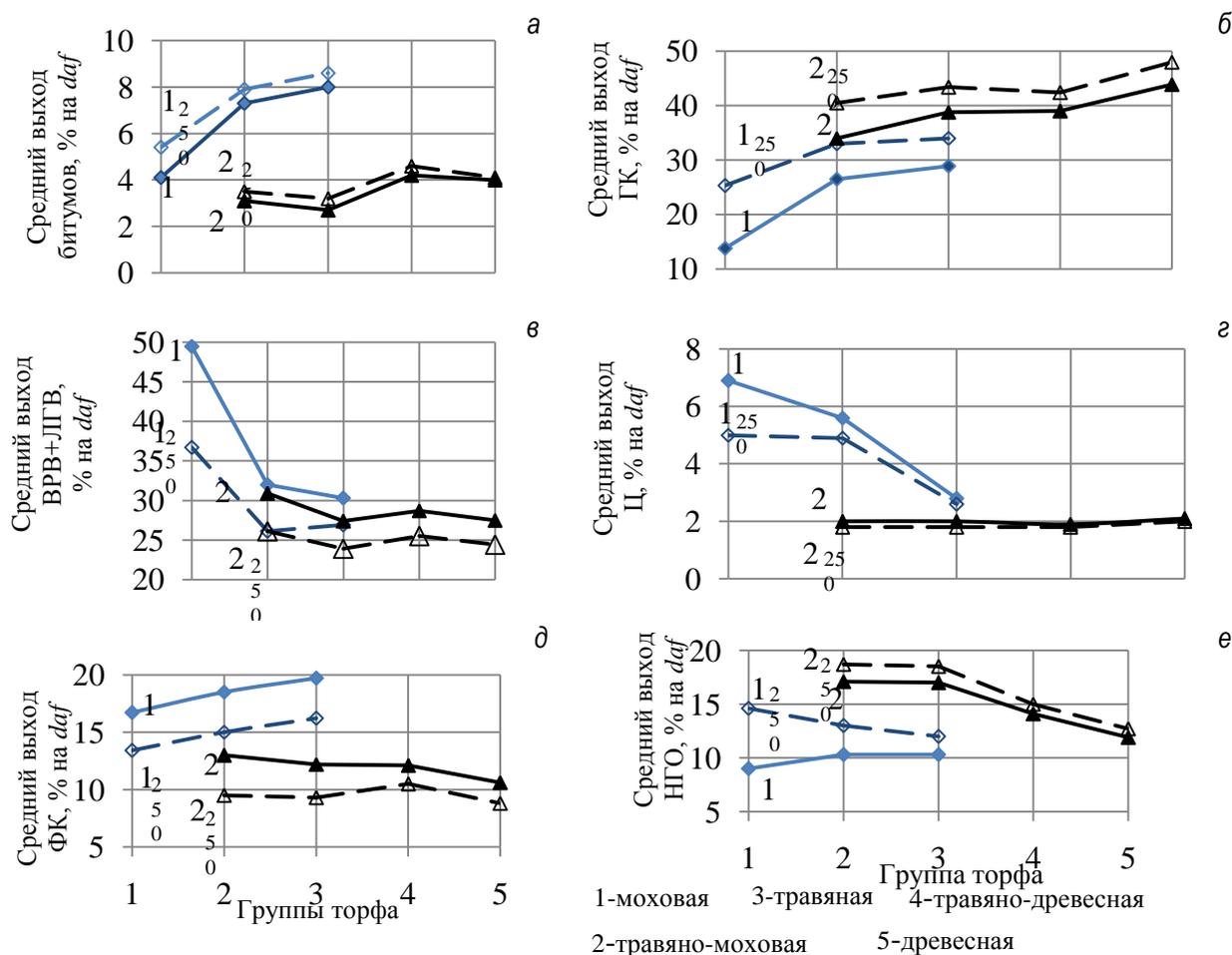


Рис. 2. Влияние группы верхового (1), низинного (2), термообработанного верхового (1₂₅₀), термообработанного низинного (2₂₅₀) торфа на средний выход групповых составляющих: а – битумы; б – гуминовые кислоты; в – ВРВ+ЛГВ; г – целлюлоза; д – фульвокислоты; е – негидролизуемый остаток

Согласно полученным данным, максимальные изменения выходов ДБср., ДВРВ+ЛГВср., ДФКср., ДГКср., ДЦср. и ДНГОср. характерны для верховых торфов моховой группы, являющихся малоразложившимися торфами (корреляция со степенью разложения). При переходе к травяной группе показатели ДГКср. снижаются, что указывает на меньшие изменения структуры торфа вследствие его термообработки.

Для низинных торфов₂₅₀ максимальная степень влияния термообработки торфа получена для образцов травяно-моховой и травяной групп. При переходе к древесно-травяной и древесной группам показатели ДГКср. снижаются.

Выводы

1. Установлено, что наибольшее содержание среди групповых составляющих исходных и термообработанных торфов характерно для суммы водорастворимых и легкогидролизующихся веществ (ВРВ+ЛГВ_{исх} 26,0–53,6 % на daf, ВРВ+ЛГВ₂₅₀ 22,3–43,9 % на daf) и гуминовых кислот (ГК_{исх} 9,0–43,9 % на daf, ГК₂₅₀ 17,0–48,0 % на daf).

2. Термообработка торфа до 250°C в среде собственных газов разложения привела к увеличению содержания битумов, гуминовых кислот и негидролизующегося остатка и снижению содержания фульвокислот и составляющих углеводного комплекса.

3. Показано, что влияние типа торфа на выход битумов, фульвокислот и углеводного комплекса для исходных и термообработанных торфов снижается при переходе от верховых к низинным. Для гуминовых кислот и негидролизованного остатка получена обратная зависимость.

4. Содержание групповых компонентов торфов верхового типа под влиянием термообработки в указанных условиях изменяется в большей степени, чем групповой состав торфов низинного типа.

5. Наиболее четко зависимость выхода групповых составляющих от степени разложения торфа проявляется для исходных и термообработанных образцов верхового типа: с ростом R от 5 до 40 % увеличивается выход битумов, фульвокислот и гуминовых кислот; суммарный выход водорастворимых и легкогидролизуемых веществ и выход целлюлозы снижается; для негидролизованного остатка получено снижение выхода только для термообработанных торфов.

6. Увеличение степени разложения торфа приводит к снижению влияния термообработки на изменение выхода его групповых составляющих.

7. Как для исходных объектов исследования, так и для термообработанных, среднее содержание битумов и гуминовых кислот увеличивается, а среднее содержание углеводного комплекса снижается при переходе от моховой к травяной группе для верховых торфов и при переходе от травяно-моховой к древесной группе для низинных. Выход фульвокислот, целлюлозы и негидролизованного остатка имеет более сложный характер.

8. Глубина влияния термообработки максимальна на образцах верхового торфа моховой группы и на образцах низинного торфа травяной и травяно-моховой группы.

Литература

1. *Кашинская Т.Я.* Исследование превращений органо-минеральных компонентов торфа при хранении: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Минск, 1980. – 23 с.
2. *Баженов Д.А.* Моделирование физико-химических закономерностей низкотемпературного разложения торфа: дис. ... канд. хим. наук. – Томск, 2000. – 165 с.
3. *Тарновская Л.И.* Закономерности изменения группового состава торфа в процессе термолиза: дис. ... канд. техн. наук. – Томск, 1985. – 199 с.
4. А.с. 1460036. СССР. Способ подготовки торфа к переработке в химические продукты / *Л.И. Тарновская, С.Г. Маслов, С.И. Смольянинов* // БИ. – 1989. – № 7. – С. 12.
5. *Чухарева Н.В.* Исследование группового состава торфов месторождений Томской области // Вестн. КрасГАУ. – 2013. – № 7 – С. 65–71.
6. *Лиштван И.И., Король Н.Т.* Основные свойства торфа и методы их определения – Минск: Наука и техника, 1975. – 320 с.
7. *Тарновская Л.И., Маслов С.Г., Смольянинов С.И.* Химический состав органического вещества твердых остатков термолиза торфа // Химия твердого топлива. – 1988. – № 3. – С. 26–29.
8. Битуминозные торфа Томской области / *В.С. Архипов, С.Г. Маслов, В.К. Бернатонис* [и др.]. – Томск: STT, 2008. – 240 с.
9. *Раковский В.Е., Пигулевская Л.В.* Химия и генезис торфа. – М.: Недра, 1978. – 231 с.
10. *Физика и химия торфа* / *И.И. Лиштван, Е.Т. Базин, Н.И. Гамаюнов* [и др.]. – М.: Недра, 1989. – 304 с.
11. *Houminer J., Patai S.* Pyrolytic reactions of carbohydrates. Part II. Thermal decomposition of D-glucose in the presence of additives-Ilsreal // *Journaj Ghemistry*. – 1969. – Vol. 7. – № 4. – P. 513–534.
12. Масс-спектральное изучение динамики пиролиза фульвокислот/ *Я.Я. Крымский, Р.А. Хмельницкий, И.М. Лукашенко* [и др.] // Изв. ТСХА. – 1978. – Вып. 3. – С. 209–214.
13. Кинетические закономерности начальной стадии термического разложения целлюлозы / *А.М. Шишко* [и др.] // Весці акадэміі навук БССР. Сер. хім. навук. – 1989. – № 1. – С. 30–34.
14. *Лиштван И.И.* Физико-химические свойства торфа, химическая и термическая его переработка // Химия твердого топлива. – 1996. – № 3. – С. 3–23.
15. *Кухаренко Т.А.* Окисленные в пластах бурые и каменные угли. – М.: Недра, 1972. – 216 с.