

*Спирин М. Н., инж.,  
Свергузова С. В., д-р техн. наук, проф.,  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

## ОЧИСТКА МАСЛОСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА САХАРА

spirich@mail.ru

*Дефицит качественных водных ресурсов усугубляется повсеместными загрязнениями природных вод сточными водами. Со сточными водами предприятий промышленности, ЖКХ, сельского хозяйства в водные объекты поступают миллионы тонн загрязняющих веществ, представляющих угрозу, как для водных экосистем, так и для человека. К одним из распространённых загрязнителей водных объектов относятся предприятия по производству растительных масел.*

*В работе, для очистки маслосодержащих модельных эмульсий использовался термически модифицированный отход производства сахара – сатурационный осадок (ТМСО), представляющий собой тонкодисперсный сорбционный материал.*

*Исследования показали, что использование ТМСО для очистки маслосодержащих сточных вод весьма перспективны*

**Ключевые слова:** *маслосодержащие сточные воды, очистка, отходы сахарного производства.*

Дефицит качественных водных ресурсов усугубляется повсеместными загрязнениями природных вод сточными водами. Со сточными водами предприятий промышленности, ЖКХ, сельского хозяйства в водные объекты поступают миллионы тонн загрязняющих веществ, представляющих угрозу, как для водных экосистем, так и для человека. К одним из распространённых загрязнителей водных объектов относятся предприятия по производству растительных масел.

В работе, для очистки маслосодержащих модельных эмульсий использовался термически модифицированный отход производства сахара – сатурационный осадок (ТМСО), представляющий собой тонкодисперсный сорбционный материал.

Исследования показали, что использование ТМСО для очистки маслосодержащих сточных вод весьма перспективны.

**Ключевые слова:** маслосодержащие сточные воды, очистка, отходы сахарного производства.

Ресурсы для жизни всегда были той движущей силой, которая определяла миропорядок. Это простое, но всеобщее правило было основой как геоэкономики, так и геополитики. Ему преданно служили идеологии, право и общественная мораль. Борьба за ресурсы диктовала логику расселения человеческого племени, вела первопроходцев и поднимала народы против друг друга. По мере того, как люди осваивали все новые ресурсы, обращая их в средства для жизни, возникали цивилизационные артефакты, определявшие смысл и базовый для определенной исторической эпохи характер отношений между народами. Так настала эпоха великих географических открытий, наделившая европейскую цивилизацию новым ресурсным потенциалом

огромной мощности и определившая мироустройство, во многом сохранившееся до наших дней. Так возник Великий Шелковый путь, прототип современных глобализационных процессов, по которому шел обмен между Западом и Востоком. В разные времена разные ресурсы становились вожделенной добычей экспансионистского инстинкта человечества. Пахотная земля, пастбища, золото, лес. Последнее, за что идет схватка – это энергетические ресурсы: нефть и газ [1]. Эпоха нефти, главнейшего ныне ресурса, длящаяся немногим больше ста лет, вскоре подойдет к концу. И драма всей современной политической истории определяется стремлением продлить возможности обладания этим ресурсом для тех или иных стран и народов на возможно более длительный срок. Трудно, но вполне можно себе представить существование человечества и без нефти, и без леса, как источника технологической древесины, и даже без металла. Но есть два глобальных природных ресурса, без которых представить существование человека невозможно, - это воздух и вода. С ростом численности населения планеты и загрязнения окружающей среды все больше и больше воздух и вода становятся дефицитными.

Дефицит качественных водных ресурсов усугубляется повсеместными загрязнениями природных вод сточными водами. Со сточными водами предприятий промышленности, ЖКХ, сельского хозяйства в водные объекты поступают миллионы тонн загрязняющих веществ, представляющих угрозу как для водных экосистем, так и для человека. К одним из распространённых загрязнителей водных объектов относятся предприятия по производству растительных масел [2].

Перечень производимых в мире растительных масел довольно обширен, наиболее часто

используемые в России масла и их состав представлены в табл. 1 [3-7].

Таблица 1

Состав некоторых растительных масел

Масло	Насыщенные кислоты				Ненасыщенные кислоты			
	Миристиновая	Пальмитиновая	Стеариновая	Арахидиновая	Олеиновая	Эруковая	Линолевая	Линоленовая
Абрикосовое	5,3	2-4,5	1-1,2	0,5	39-70	-	13-38	-
Горчичное	0,5	-	-	-	25-28	50	14,5-20	3
Кедровое	-	10-16	-	-	36	-	36-38	18-28
Кукурузное	-	7,7	3,5	0,4	44-45	-	41-48	-
Льняное	-	9-11		-	13-29	-	15-30	44
Облепиховое	-	11-12		-	23-42	-	32-36	14-27
Оливковое	следы	7-10	2,4	0,1-0,2	54-81	-	15	-
Пальмовое	-	39-47	8-10	-	32-37	-	5-18	-
Подсолнечное	1	6-9	1,6-4,6	0,7-0,9	24-40	-	46-72	1
Соевое	-	2,4-6,8	4,4-7,3	0,4,-1	20-30	-	44-60	5-14
Рапсовое	1,5	-	1,6	1,5	20,25	56-65	14	2-3

Рост производства растительных масел неизменно сопряжен с образованием маслосодержащих сточных вод. Попадая в водные объекты, загрязнённые маслами сточные воды наносят водным экосистемам ощутимый вред. Так, загрязнение поверхности водоёмов плёнками масла, жиров, смазочных материалов препятствует газообмену между водой и атмосферой, что снижает насыщенность воды кислородом и оказывает отрицательное влияние на состояние фитопланктона и является причиной массовой гибели рыбы и птиц. Подсчитано, что ежегодно в мире сбрасывается более 420 км<sup>3</sup> сточных вод, которые в состоянии сделать непригодной к употреблению около 7 тыс. км<sup>3</sup> чистой воды, что в 1,5 раза больше всего речного стока стран СНГ [8-10]. В последнее время многими исследователями активно рассматриваются варианты очистки вод отходами различных производств [11-13].

Нами для очистки маслосодержащих модельных эмульсий использовался термически модифицированный отход производства сахара – сатурационный осадок (ТМСО) представляющий собой сорбционный материал на основе твердого отхода сахарной промышленности – дефеката. Обжиг исходного дефеката при 580-600°C в течение 30 мин приводит к обугливанию остатков органических веществ и образованию карбонизованного слоя на поверхности частиц CaCO<sub>3</sub>.

К модельным эмульсиям, содержащим подсолнечное и оливковое масла с концентрацией 0,4 мг/дм<sup>3</sup> с известной мутностью (подсолнечно-го 154 NTU, оливкового 158 NTU), добавляли навеску ТМСО. Смесь встряхивали в течение заданного времени, затем отстаивали в отстой-

ных цилиндрах. В отстоянной жидкости определяли остаточную мутность эмульсии на турбидиметре НН 98703. Принцип работы мутномера следующий: генерируемый пучок света пропусклся через слой жидкости и измерялся с помощью двух датчиков, установленных в направлении 90 друг к другу. При подаче луча некоторая его часть рассеивалась в жидкости, и в зависимости от интенсивности свечения определялось количество взвешенных частиц. Снятый сигнал преобразовывался в аналитическом блоке и отражался на дисплее. При этом использовалась принятая ISO 7027 мера — нефелометрические единицы мутности *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU) [14].

В ходе экспериментов исследовали зависимость эффективности очистки от массы добавки ТМСО, длительности отстаивания отработанных масляных эмульсий и температуры эмульсионной среды.

Как видно из рис. 1, масса добавки ТМСО оказывает значительное влияние на очистку масляных эмульсий, как по эмульсии подсолнечного масла, так и оливкового. Так, уже при добавке ТМСО массой 0,25 г к эмульсии с подсолнечным маслом эффективность осветления составляет 90,2%; 91,0%; 91,5%; 93,0% для 15, 60, 120 и 240 мин, соответственно, а для эмульсии с оливковым маслом 88,7%; 89,4%; 90,7%; 92,5%. Увеличение массы добавки ТМСО приводит к повышению эффективности осветления обеих эмульсий. При этом наибольший прирост эффективности наблюдается в интервале до 0,5 г. ТМСО и составляет 92,2; 93,8; 94,2; 97,0% для 15, 60, 120 и 240 мин отстаивания, соответственно. В дальнейшем при увеличении массы

добавляемого ТМСО прирост эффективности осветления эмульсии заметно замедляется. Так, при увеличении массы добавки ТМСО от 0,5 до 2,5 г на 1000 мл эмульсии прирост эффективно-

сти осветления составляет всего 3,04; 2,4; 1,5; 1,2% для 240, 120, 60 и 15 мин. соответственно для подсолнечного масла и 3,7; 2,8; 1,9; 1,8% для оливкового масла.

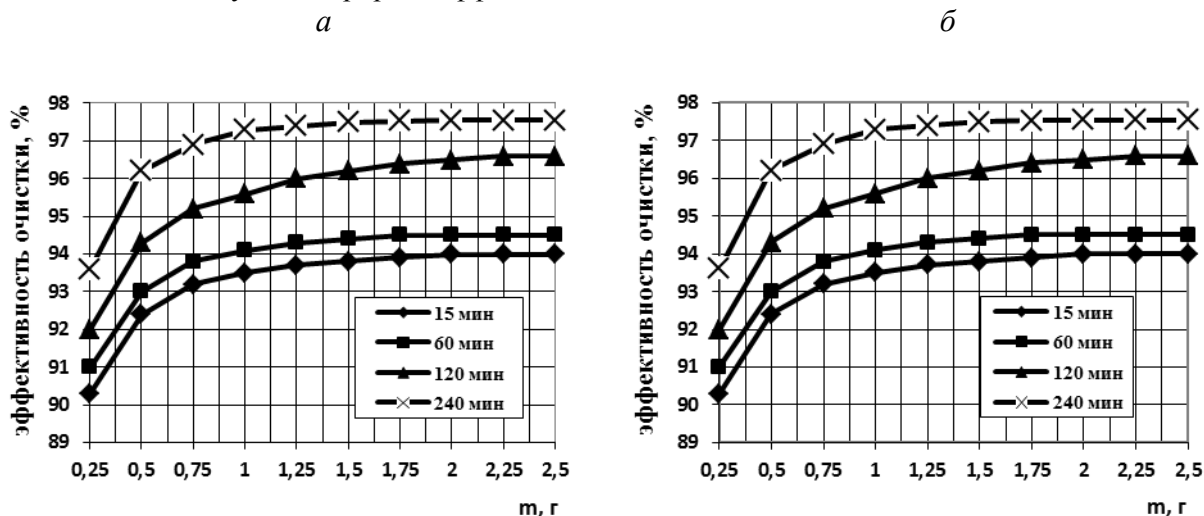


Рис. 1. Зависимость эффективности очистки эмульсии от массы навески ТМСО

а – подсолнечное масло, б – оливковое масло

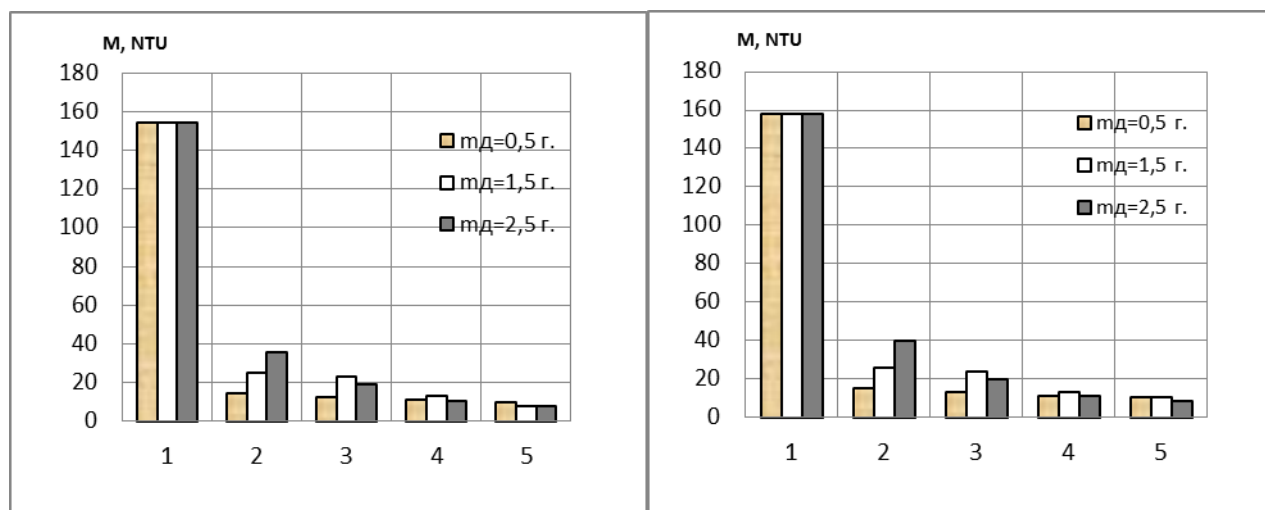


Рис. 2. Влияние длительности отстаивания на осветление эмульсии (масло подсолнечное) после добавления ТМСО

а – подсолнечное масло, б – оливковое масло

1 – исходная мутность; 2 – через 15 мин. отстаивания; 3 – через 60 мин. отстаивания;

4 – через 120 мин. отстаивания; 5 – через 240 мин. отстаивания

Результаты наблюдений осветления эмульсий в процессе отстаивания (рис. 2) показали, что уже через 15 мин после добавления ТМСО массой 0,5 г мутность исходной эмульсии с подсолнечным маслом уменьшилась на 139,5 NTU; через 120 мин на 143,2 NTU, а через 240 мин на 144 NTU. Аналогичная зависимость характерна для других масс добавок ТМСО. При массе навески 1,5 г через 15 мин на 128,8 NTU, через 120 мин на 141,2 NTU, и через 240 мин на 146,26 NTU. При добавлении 2,5 г ТМСО через 15 мин мутность уменьшилась на 118,5 NTU, через 120 мин на 143,4 NTU, через 240 мин на 146,26

NTU. Сходный характер снижения мутности наблюдался и для эмульсии с оливковым маслом. При добавлении ТМСО массой 0,5 г снижение на 142,9 NTU через 15 мин, через 120 мин на 132,2 NTU, а через 20 мин на 117,9 NTU. При массе навески 1,5 г через 15 мин на 146,6 NTU, через 120 мин на 144,5 NTU, и через 240 мин на 146,8 NTU. При добавлении 2,5 г ТМСО через 15 мин мутность уменьшилась на 147,5 NTU, через 120 мин на 147,8 NTU, через 240 мин на 149,7 NTU.

Начальная мутность эмульсий с добавкой подсолнечного и оливкового масел составила

154 и 158 NTU соответственно. При добавлении к пробам навесок ТМСО в разных пропорциях было замечено явное снижение мутности эмульсий. Пробы с более высокой добавкой ТМСО сразу после встряхивания показали повышенный уровень мутности. Мутность эмульсии с оливковым маслом увеличилась на 40,1 NTU для пробы с навеской сорбента 2,5 г, и на 15,1 NTU для навески массой 0,5 г. Такая же тенден-

ция наблюдалась для эмульсии содержащей подсолнечное масло. Но со временем отстаивания этот показатель снижался, и через четыре часа наиболее низкую остаточную мутность показали пробы с навеской ТМСО равной 2,5 г: оливковое масло – 8,3 NTU, подсолнечное – 7,74 NTU. Это говорит о том, что мутность в начале отстаивания давали сами взвешенные частицы ТМСО.

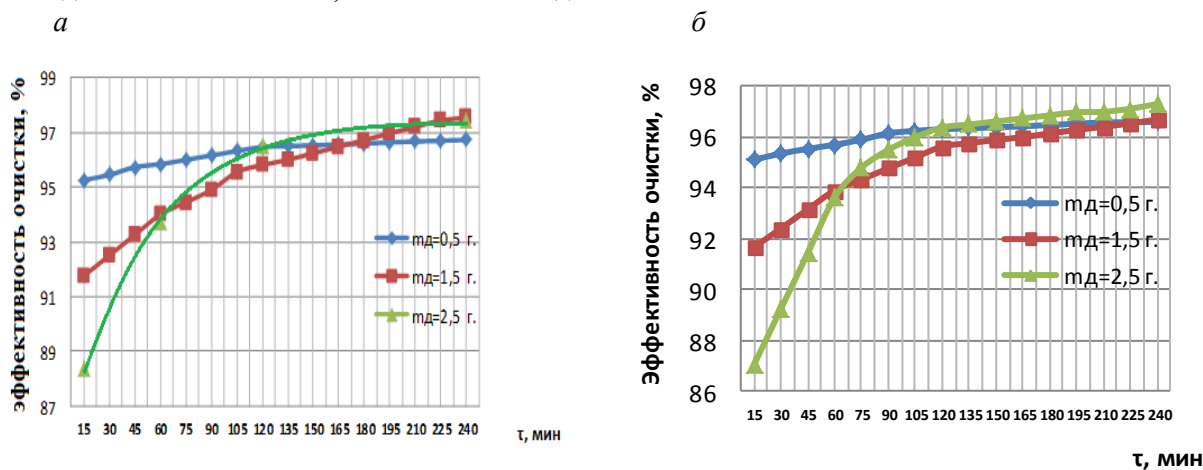


Рис. 3. Зависимость эффективности очистки эмульсии с помощью ТМСО от длительности отстаивания  
а – подсолнечное масло, б – оливковое масло

Разные характеры роста эффективности очистки наблюдались для эмульсий с различными массами навесок ТМСО с течением времени. Как видно из рисунка 3 прирост эффективности очистки для эмульсий, содержащих навеску сорбента, равную 0,5 г, увеличивался плавно и, можно сказать, незначительно и через 4 часа составил около 2%. В эмульсиях же с навесками

ТМСО, равными 2,5 г., рост эффективности очистки был более ярко выраженным в первый промежуток времени, замедляясь к концу опыта и показал примерно 10%. В итоге наибольшую эффективность очистки как для эмульсии с подсолнечным маслом (Э=97,47%), так и с оливковым (Э=97,31%), показывают пробы с навеской ТМСО равной 2,5 грамма.

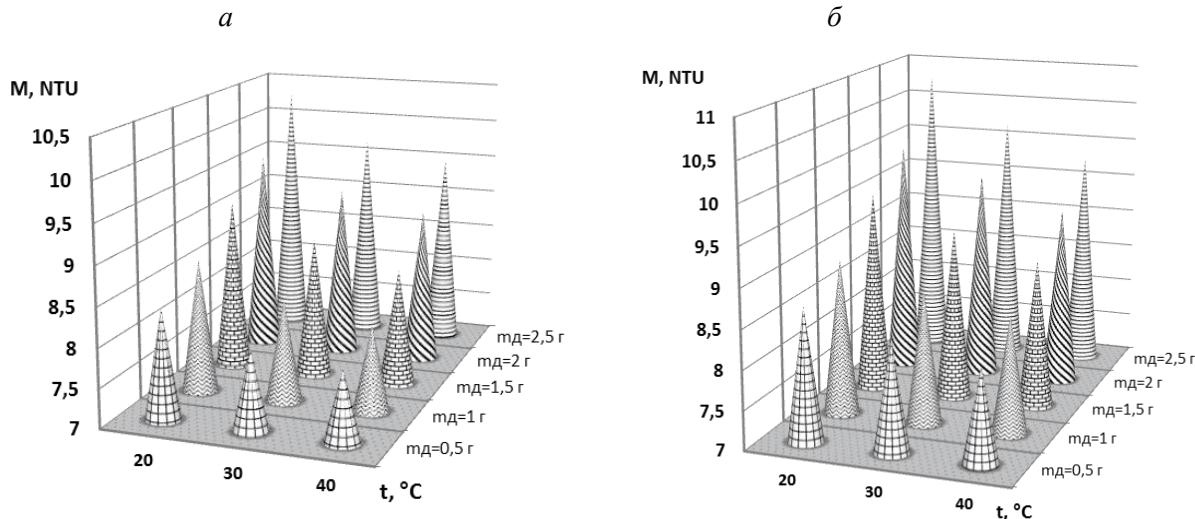


Рис. 4. Влияние температуры на осветление эмульсии (отстаивание 1 час)  
а – подсолнечное масло, б – оливковое масло

Как видно из рис. 4, повышение температуры эмульсии от 20 до 40° С приводит к снижению мутности во всех пробах. При массе навес-

ки 0,5 г мутность снижается примерно на 6% а при 2,5 г достигает свыше 9%. Это говорит об улучшении сорбционных свойств ТМСО при

повышении температуры. Вероятно, это можно объяснить снижением вязкости эмульсий и улучшением доступа жировых частиц к сорбционным поверхностям.

Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод, что использование ТМСО для очистки маслосодержащих сточных вод является весьма перспективным.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рудов Г.А., Дефицит пресной воды и его международное урегулирование // Мир и политика №9 (60) сентябрь 2011 // <http://mir-politika.ru/162-deficit-presnoy-vody-i-ego-mezhdunarodnoe-uregulirovanie.html>
2. Свергузова Ж.А., Ельников Д.А., Лупандина Н.С. Аспекты водообеспечения и существующие реалии // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. №3. С. 161–166
3. Беззубов Л. П., Химия жиров, 3 изд., М., 1975, 280 с.
4. Технология жиров и жирозаменителей, М., 1982, 145 с.
5. Технология переработки жиров, М., 1985, 174 с.
6. Паронян В. Х., Новокшенов Ю. И., Моделирование и оптимизация процессов рафинации жиров, М., 1985, 224 с.
7. Smits G., Losses in alkali neutralization of edible oils, [Groningen], 1977 [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_chemistry/3881](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_chemistry/3881)
8. [http://studopedia.ru/view\\_bg.php?id=5](http://studopedia.ru/view_bg.php?id=5)
9. <http://www.watertech21.ru/news/66.html>,
10. <http://centrnedra.ru/>
11. Лесовик В.С., Свергузова Ж.А. Возможные пути использования отхода сахарной промышленности – сатурационного осадка // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. №2. С. 144–149.
12. Кирюшина Н.Ю., Тарасова Г.И., Свергузова С.В. Шлаковые отходы в водоочистке // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. №4. С. 140–145.
13. Ельников Д.А., Свергузова Ж.А. Свергузова С.В. Влияние температурной обработки дефеката на эффективность очистки модельных растворов от красителей // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. №2. С. 144–147
14. <http://medbuy.ru/mutnomer>