
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

А. Н. Пушняк, Е. И. Тутован, *В.И. Зеленцов, Е.М. Стрелков,
В. П. Покатилов, С.С. Белевский

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОЛДАВСКИХ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ РЕСПУБЛИКИ

*Молдавский государственный университет,
ул. Матеевич, 60, г. Кишинев, МД-2012, Республика Молдова
*Институт прикладной физики АН РМ,
ул. Академией, 5, г. Кишинев, МД-2028, Республика Молдова*

На территории Республики Молдова находятся многочисленные залежи бентонитов, диатомитов и трепелов [1, 2].

Высококачественные диатомиты содержат около 70–80% кремнезема и обладают рядом полезных свойств – малым объемным весом, высокой пористостью, термоустойчивостью, кислотоустойчивостью, хорошими тепло- и звукоизоляционными показателями, высокой адсорбцией. Используются они в качестве добавок в цемент, в текстильной, нефтехимической, пищевой промышленности, как адсорбенты и фильтры для получения термолитов. Большая доля диатомитов идет на производство фильтровальных порошков и наполнителей в бумажной, лакокрасочной и пластмассовой промышленности, для полировочного материала, инсектицидов [3]. Большие возможности у диатомитов при использовании в производстве легких бетонов, жидкого стекла, в очистке сточных, промышленных и питьевых вод.

Бентонитовые глины имеются во всех районах Молдовы, масштабы их залегания, состав пород и возраст весьма разнообразны [4].

Спектр использования бентонитов также очень широк. Они применяются в качестве адсорбентов для очистки различных жидких сред (сточных и питьевых вод, стабилизации вин и соков, рафинации растительных масел, сахарных сиропов и т.д.), в фармацевтике, косметической промышленности, сельском хозяйстве и др.

Адсорбционные свойства молдавских бентонитов и диатомитов были изучены рядом исследователей [5, 6], которые пришли к выводу, что данные природные минералы не уступают по своим характеристикам импортным и могли бы использоваться в различных отраслях промышленности республики. Но, к сожалению, к настоящему времени местные бентониты и диатомиты не нашли своего применения, поскольку их извлечение так и не было налажено.

Учитывая острую необходимость Молдовы в этих минералах, авторы статьи провели исследования по сорбционной очистке модельных растворов сточных вод от тяжелых металлов и красителей, результаты которых можно использовать в электротехнической и текстильной промышленности. Изучили также стабилизирующую и осветляющую способности бентонитов, диатомитов и трепелов по отношению к виноматериалам и подсолнечному маслу. Помимо этого был определен химический состав ларгуцского и проданештского бентонитов, сенатовского трепела и вышкауцкого диатомита.

Производство красителей требует огромного количества воды, большая часть которой сбрасывается в неочищенном виде. При крашении тканей, в зависимости от типа применяемого красителя и способа окраски, в сточные воды попадает 10–40% используемых красителей [7]. Большинство из них не поддается биохимическому окислению и для обезвреживания вод необходимо применять физико-химические методы очистки, один из которых предусматривает использование природных адсорбентов-диатомитов и бентонитов, которые обладают большой удельной поверхностью, высокой дисперсностью, что облегчает доступ к их порам как мелких, так и крупных молекул, а также коллоидных образований. Обладая сорбционными свойствами, соизмеримыми со

свойствами искусственных адсорбентов, природные адсорбенты дешевле в десятки раз, что делает рентабельным их однократное использование.

Природные адсорбенты широко применяются в виноделии. В качестве фильтрующих материалов наряду с целлюлозой, асбестом и кварцевым песком используют диатомит. Он облегчает фильтрацию вязких вин, повышает их биологическую стабильность с малым содержанием спирта, полусладких и других вин, склонных к молочно-кислому и уксусно-кислому заболению.

Цель обработки виноматериалов бентонитами – удаление из них термолабильных белковых веществ, адсорбция окислительных ферментов, устранение избыточного содержания ионов Ca^{2+} , K^+ , Fe^{3+} , вызывающих образование кристаллических помутнений, а также (для красных вин) частичная адсорбция красящих и дубильных веществ.

Растительные масла – сложные смеси, содержащие 95–98% жира и 5–6% сопутствующих веществ. Некоторые компоненты масел (фосфатиды, лецитин, витамины, полиненасыщенные жирные кислоты), обладая биологической активностью, играют важную физиологическую роль в организме человека, и их сохранение в маслах представляет важную задачу в технологии жиров. Другие компоненты (госипол, кемеди, воск, мыло, ионы Ca^{2+} , Fe^{3+} , нестабильные белки, растительные ткани) относятся к нежелательным примесям, которые снижают качество масел, их стабильность и подлежат удалению.

Очистка растительных масел от сопутствующих веществ носит название рафинации. Существуют различные методы рафинации, среди которых широкое применение нашли те, которые предусматривают использование природных адсорбентов.

Для анализа химического состава местных диатомитов, бентонитов и трепелов была использована общепринятая методика определения состава минералов [8]. Полученные результаты представлены в табл. 1 и 2. Следует отметить, что суммарное процентное содержание компонентов в некоторых пробах не достигает 100%, что объясняется сложностью анализа, содержание Na_2O и K_2O не определялось. Таким образом, предложенный состав не является полным, но отражает присутствие наиболее значимых компонентов.

Таблица 1. Содержание оксидов (в %) в бентонитах и трепелах

Образец (месторождение)	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	H_2O	Сумма
Бентонит 1 (Ларгуца)	57,93	14,71	6,55	5,43	3,79	11,30	99,71
Бентонит 2 (Ларгуца)	59,50	12,34	6,41	4,51	3,74	13,11	99,61
Бентонит 3 (Проданешты)	51,00	21,53	3,87	2,12	4,89	18,20	101,61
Трепел 1 (Сена-товка)	75,92	10,03	2,07	1,90	2,73	9,55	102,20
Трепел 2 (Сена-товка)	75,52	6,20	2,21	3,25	2,49	8,25	97,72

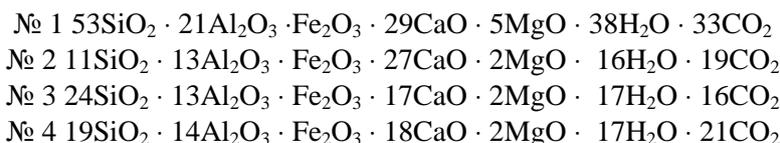
Таблица 2. Содержание оксидов в различных образцах вышкауцкого диатомита

Образец	Содержание, %							Сумма
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	H_2O	A*	
т.н. 34 № 1	32,21	21,25	3,23	16,35	2,20	7,00	14,66	96,80
т.н. 34 № 2	11,84	24,04	2,96	28,14	1,56	5,241	5,32	79,10
т.н. 34 № 3	28,13	26,64	3,12	18,34	1,40	5,90	13,71	97,24
т.н. 34 № 4	21,44	26,97	3,02	19,08	1,80	5,74	17,59	95,64
P 1/5	75,67	8,22	1,03	9,27	1,26	6,42	-	101,87
P 1/7	70,24	9,93	0,83	10,08	1,11	8,78	-	100,97
P 52/1	70,13	10,43	0,78	12,26	0,94	6,67	-	101,21

*A – потеря массы при прокаливании пробы в течение 3 часов при 750 °С.

На основании полученных данных для бентонитов и трепелов были выведены эмпирические формулы, которые приведены в табл. 3.

Образцы № 1–4 диатомита вышкауцкого месторождения из т. н. 34 имеют следующие составы:

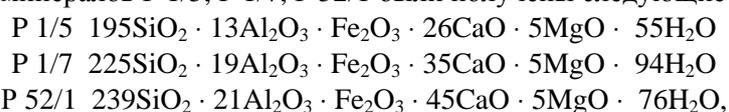


и характеризуются высоким содержанием карбонатов и сравнительно низким содержанием таких технологически важных компонентов, как SiO_2 и Al_2O_3 , что затрудняет их практическое использование и делает их маловыгодным сырьем.

Таблица 3. Эмпирические формулы бентонитов и трепелов

Образец, место-рождение	Эмпирическая формула
Бентонит 1 (Ларгуца)	$23 \text{SiO}_2 \cdot 3 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{CaO} \cdot 2 \text{MgO} \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$
Бентонит 2 (Ларгуца)	$25 \text{SiO}_2 \cdot 3 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{CaO} \cdot 2 \text{MgO} \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$
Бентонит 3 (Проданешты)	$35 \text{SiO}_2 \cdot 9 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{CaO} \cdot 5 \text{MgO} \cdot 15 \text{H}_2\text{O}$
Трепел 1 (Сенатовка)	$98 \text{SiO}_2 \cdot 8 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{CaO} \cdot 5 \text{MgO} \cdot 41 \text{H}_2\text{O}$
Трепел 2 (Сенатовка)	$91 \text{SiO}_2 \cdot 4 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4 \text{CaO} \cdot 4 \text{MgO} \cdot 32 \text{H}_2\text{O}$

Напротив, для минералов P 1/5, P 1/7, P 52/1 были получены следующие составы:



которые свидетельствуют о достаточно высоком содержании двуокиси кремния и отсутствии в их составе карбонатных минералов. Эти два факта говорят в пользу перспективности использования указанных образцов для получения различных строительных и адсорбционных материалов.

Следует отметить, что химический состав исследуемых нами образцов бентонита, диатомита и трепела согласуется с результатами, полученными ранее другими исследователями [2, 4, 5].

В данной статье исследовалась возможность использования вышкауцкого диатомита, сенатовского трепела, ларгуцкого и проданештского бентонитов для извлечения красителей из растворов, имитирующих сточные воды текстильной промышленности, а также ионов металлов Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} из модельных растворов, имитирующих сточные воды гальванических цехов. Кроме того, была изучена осветляющая способность местных природных сорбентов по отношению к подсолнечному маслу и виноматериалам.

Исследуемые образцы минералов измельчались, после чего в результате просеивания отбиралась пылевидная фракция 0,25–0,5 мм. Декантацией пылевидная фракция отмывалась, затем часть фракции диатомита и трепела подвергалась термической активации прокаливанием при температуре 1000°C в течение двух часов. Также использовались образцы диатомита, трепела и бентонита, обработанные 10 и 20% растворами серной кислоты, диатомита, прокаленного с 10% хлорида натрия, диатомита, обработанного раствором 20% серной кислоты и прокаленного с 10% хлорида натрия. При изучении сорбции ионов металлов применялись образцы диатомита, обработанные соляной кислотой, соляной кислотой и аммиаком, соляной кислотой и триэтаноломином.

Контактирование соответствующих навесок сорбентов при изучении сорбции красителей и ионов металлов с исследуемыми растворами осуществлялось в реакторах в течение 24 часов, а при изучении стабилизирующего и осветляющего действия по отношению к виноматериалам и маслу – в течение определенных промежутков времени, при постоянной температуре и непрерывном перемешивании на специальном аппарате для встряхивания. Затем суспензии центрифугировались, растворы красителей, ионов металлов, масло, виноматериалы отделялись от сорбентов и определялась остаточная концентрация интересующего компонента в растворах (в случае растворов красителей, ионов

металлов и виноматериалов) или величина оптической плотности масла или виноматериалов. Концентрации красителей в растворах находили фотоколориметрическим методом, содержание ионов металла – с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии и комплексонометрического титрования, оптическую плотность D и прозрачность $1/D$ масла и виноматериалов – фотоколориметрически. Содержание железа в виноматериалах определялось в соответствии с [9]. Сорбенты вводились в исследуемые системы в виде навесок определенной массы. При изучении осветления виноматериалов бентонит готовился в виде водно-винной суспензии и вносился в виноматериал из расчета 0,75 г/л.

Величина сорбции красителей и ионов металлов на соответствующем сорбенте определялась по формуле

$$S = \frac{(c_0 - c_p) \times V}{1000 \times m},$$

где S – величина сорбции, мг/г; c_0 – исходная концентрация красителя или иона металла, мг/л; c_p – равновесная концентрация компонентов после контактирования, мг/л; V – объем раствора, мл; m – масса сорбента, г.

Процент извлечения красителей и красящих пигментов подсолнечного масла вычислялся по формулам

$$P = \frac{c_0 - c_p}{c_0} \cdot 100\% \quad , \quad P = \frac{D_0 - D_p}{D_0} \cdot 100\% \quad ,$$

где D_0 – исходная оптическая плотность масла; D_p – оптическая плотность масла после контактирования.

В табл. 4 приведены данные по сорбции ионов металлов на природном диатомите. Так, количество сорбируемых ионов меди составляет 16,50 мг/г диатомита, цинка – 15,04 мг/г, несколько меньше сорбируются ионы никеля и кобальта.

Таблица 4. Сорбция ионов металлов на натуральном диатомите

Сорбируемый ион	Концентрация раствора, мг/л		Адсорбция S, мг/г
	исходная, $C_0 \cdot 10^{-3}$	равновесная, $C_p \cdot 10^{-3}$	
Cu^{2+}	3,84	3,18	16,50
Co^{2+}	2,99	2,74	6,14
Ni^{2+}	3,54	3,16	9,37
Zn^{2+}	5,19	4,59	15,04

Примечание. v – объем раствора – 150 мл; m – масса сорбента – 6,0 г, время контакта – 24 часа.

Активация диатомита ведет к изменению сорбируемости металлов на нем (табл. 5). Так, обработка 15 % раствором соляной кислоты приводит к снижению сорбируемости металлов по сравнению с натуральным диатомитом. Если же активированный кислотой диатомит обработать аммиаком, то емкость по металлам резко возрастает и превышает сорбируемость на натуральном диатомите. Изменяет показатели сорбируемости металлов и обработка диатомита триэтанолламином. Они несколько выше, чем на диатомите, обработанном только соляной кислотой.

Таблица 5. Сорбция ионов металлов модифицированным диатомитом

№ образца сорбента	Сорбируемый ион	Концентрация раствора, мг/л		Адсорбция, S, мг/г
		исходная, $C_0 \cdot 10^{-3}$	равновесная, $C_p \cdot 10^{-3}$	
1	Cu^{2+}	2,93	2,85	2,04
2	Cu^{2+}	2,93	2,30	15,85
3	Cu^{2+}	2,93	2,69	6,02
4	Zn^{2+}	5,30	4,72	14,57
5	Zn^{2+}	5,30	4,85	11,31
6	Zn^{2+}	5,30	4,85	11,24
7	Ni^{2+}	3,14	2,79	8,62
8	Ni^{2+}	3,14	2,84	7,38

Примечание. 1, 4, 7 – диатомит, обработанный 15% раствором соляной кислотой; 2, 5, 8 – диатомит, обработанный двунормальным аммиаком; 3, 6 – диатомит, обработанный 0,5 нормальным триэтанолламином; объем раствора – 25 мл; масса сорбента – 1,0 г, время контакта – 24 часа.

Таблица 6. Сорбция красителей на натуральном и активированном диатомите
(объем растворов – 15 мл, масса сорбентов – 0,5 г, время контакта – 24 часа)

Краситель	Сорбент											
	Натуральный диатомит				Диатомит термической активации (1000°C)				Диатомит, обработанный 10% раствором серной кислоты			
	c_0 , мг/л	c_p , мг/л	S , мг/г	P , %	c_0 , мг/л	c_p , мг/л	S , мг/г	P , %	c_0 , мг/л	c_p , мг/л	S , мг/г	P , %
Прямой алый	50	1,5	1,46	97,0	50	11,0	1,17	78,0	50	1,0	1,47	98,0
Прямой оранжевый	50	8,5	1,25	83,0	50	43,5	0,195	13,0	50	6,0	1,32	88,0
Хризофенин	50	5,3	1,34	89,0	50	37,5	0,375	25,0	50	4,3	1,37	91,4
Активный золотисто-желтый 2кх	50	47,0	0,09	6,0	50	48,0	0,06	4,0	50	45,0	0,15	10,0
Активный фиолетовый	50	41,0	0,27	18,0	50	41,0	0,27	18,0	50	38,5	0,345	23,0
Активный ярко-голубой	50	18,0	0,96	64,0	50	20,0	0,9	60,0	50	17,0	0,99	66,0
Дисперсный желтый 2 к	50	23,5	0,795	53,0	50	36,0	0,42	28,0	50	21,0	0,87	58,0
Дисперсный фиолетовый	50	31,5	0,555	37,0	50	46,5	0,105	7,0	50	6,5	1,305	87,0
Дисперсный коричневый	50	35,0	0,45	30,0	50	47,0	0,09	6,0	50	16,0	1,02	68,0

Таблица 7. Сорбция красителей бентонитами

Краситель	Сорбент 1*				Сорбент 2**				Сорбент 3***				Сорбент 4****			
	c_0 , мг/л	c_p , мг/л	S , мг/г	$P\%$	c_0 , мг/л	c_p , мг/л	S , мг/г	$P\%$	c_0 , мг/л	c_p , мг/л	S , мг/г	$P\%$	c_0 , мг/л	c_p , мг/л	S , мг/г	$P\%$
Прямой алый	5	4,5	0,015	10	5	2,5	0,075	50	5	0	0,15	100	5	0	0,15	100
	10	5,5	0,14	45	10	3	0,21	70	10	0	0,3	100	10	0	0,30	100
	20	8	0,36	60	20	3,5	0,495	82,6	20	0	0,6	100	20	0	0,60	100
	40	15	0,75	62,5	40	4	1,08	90	40	0	1,2	100	40	0	1,20	100
	50	18,5	0,95	63	50	7,5	1,28	85	50	0	1,5	100	50	0	1,50	100
	60	23	1,1		60	8,5	1,55	85,8	60	0,5	1,79	99	60	0,5	1,79	99
	100	47	1,59	53	100	19,5	2,42	80,5	100	1,5	2,96	98,5	100	1,5	2,96	98,5
Активный золотисто- желтый 2кх	5	2,5	0,075	50	5	4,1	0,027	18,0	5	2	0,09	60	5	4	0,03	20
	10	5	0,15	50	10	7,8	0,066	22,0	10	4	0,18	60	10	5	0,15	50
	20	12,5	0,225	37,5	20	17,5	0,075	12,5	20	11,3	0,26	43,5	20	14,5	0,17	17,5
	40	31,3	0,261	21,8	40	30	0,300	25,0	40	28	0,36	30	40	34,1	0,18	12,5
	50	40,3	0,291	19,4	50	39	0,330	22,0	50	38	0,36	22	50	47	0,9	6
	60	39,8	0,306	33,7	60	48	0,360	20,0	60	48	0,36	20	60	57	0,9	5
Дисперс- ный желтый 2к	5	5	0	0	5	5	0	0	5	3	0,06	40	5	3,5	0,04	30
	10	8,5	0,045	2,5	10	10	0	0	10	5	0,15	50	10	6,5	0,105	35
	20	16	0,12	20	20	18	0,06	10	20	7,5	0,38	62,5	20	9,5	0,315	52,5
	40	30	0,3	25	40	32	0,24	20	40	12	0,84	70	40	14	0,780	65
	50	40	0,3	20	50	41	0,27	14	50	14	1,08	72	50	21	0,870	68
	60	45	0,45	25	60	49	0,33	18,3	60	15	1,35	75	60	20	1,200	66
	100	82	0,54	18	-	-	-	-	100	30,5	2,09	69,5	100	34	1,980	66

* – ларгунский натуральный бентонит; ** ларгунский бентонит, обработанный 10 % раствором H_2SO_4 ; *** – проданештский натуральный бентонит; **** – проданештский бентонит, обработанный 10 % раствором H_2SO_4 ; объем раствора – 15 мл; время контакта – 24 часа, масса сорбентов – 0,5 г.

Электрообработка суспензий природных сорбентов [10] также приводит к изменению физико-химических, адсорбционных и поверхностных свойств сорбентов – увеличивается степень аморфизации и дисперсность бентонита и диатомита, вследствие чего повышаются удельная поверхность, сорбционный объем пор и обменная емкость образцов. Это в свою очередь ведет к повышению адсорбционной активности этих природных сорбентов как по отношению к неорганическим ионам селена и фтора [11], так и к органическим молекулам [12].

В табл. 6 представлены результаты сорбции красителей на диатомите. Можно заметить, что интенсивнее всего сорбируются прямые красители. Показатели их сорбции на натуральном диатомите выше, чем на диатомите, прокаленном при 1000°C, и диатомите, обработанном 10% раствором серной кислоты, процент извлечения прямого алого достигает 97%, прямого оранжевого – 83%, хризофенина – 89%. Активные и дисперсные красители сорбируются диатомитом гораздо слабее. В данном случае величины сорбции на прокаленном диатомите меньше, чем на натуральном. В случае диатомита, обработанного 10% раствором серной кислоты, сорбция дисперсных красителей значительно возрастает, достигая для дисперсного фиолетового 87%.

Сорбция прямого алого (представителя прямых красителей) на бентонитах (табл. 7) значительно превышает сорбцию активного золотисто-желтого 2кх и дисперсного желтого 2к. Значения сорбции на проданештском бентоните превышают соответствующие значения, полученные в случае ларгуцкого бентонита. Так, прямой алый извлекается из растворов проданештским бентонитом до 100 %, ларгуцким – до 63%. Активация ларгуцкого бентонита ведет к заметному повышению сорбции прямого алого, процент извлечения которого из раствора составляет 90%. В случае остальных красителей активация серной кислотой не дает ощутимого улучшения результатов.

При изучении сорбции красящих пигментов подсолнечного масла было установлено, что полнее всего масло осветляется диатомитом, прокаленным в смеси с хлоридом натрия (10% от массы диатомита), процент извлечения красящих пигментов в данном случае составляет 56,25%, а оптическая плотность масла падает от 0,32 до 0,14 после двух часов контактирования (табл. 8). Красящие пигменты масла гораздо слабее сорбируются на натуральном бентоните, процент их извлечения достигает 13,33%. Обработка бентонита 25% раствором серной кислоты ведет к заметному повышению осветляющей способности сорбента.

Таблица 8. Сорбция красящих пигментов подсолнечного масла на природных и модифицированных формах диатомита, трепела и бентонита

№ сорбента	t , мин	m , г	D	$1/D$	P , %
1	0	-	0,320	3,13	-
	10	2,0025	0,260	3,85	18,75
	20	2,0002	0,240	4,17	25,00
	40	2,0010	0,220	4,55	31,25
	60	2,0012	0,190	5,26	40,63
	120	2,0020	0,150	6,67	53,13
2	0	-	0,320	3,13	-
	10	2,0010	0,250	4,00	21,88
	20	2,0010	0,235	4,26	26,56
	40	2,0014	0,220	4,55	31,25
	60	2,0013	0,190	5,26	40,63
	120	2,0010	0,140	7,14	56,25
3	0	-	0,470	2,13	-
	5	1,9982	0,430	2,33	8,51
	10	1,9986	0,430	2,33	8,51
	20	1,9979	0,420	2,38	10,64
	60	1,9994	0,410	2,44	12,77
	120	1,9984	0,400	2,50	14,89
4	0	-	0,320	3,13	-
	10	2,0020	0,285	3,51	10,94
	20	2,0013	0,260	3,85	18,75
	40	2,0007	0,250	4,00	21,88
	60	2,0016	0,230	4,35	28,13
	120	2,0019	0,180	5,56	43,75

окончание табл. 8					
5	0	-	1,500	0,67	-
	60	0,5001	1,450	0,69	3,33
	120	0,5104	1,300	0,77	13,33
	180	0,5020	1,200	0,83	20,00
	240	0,5031	1,100	0,91	26,67
	300	0,5001	0,800	1,25	24,67
6	0	-	1,500	0,67	-
	60	0,5003	1,450	0,69	3,33
	120	0,5016	1,450	0,69	3,33
	180	0,5012	1,400	0,71	6,67
	240	0,5004	1,350	0,74	10,00
	300	0,50013	1,300	0,77	13,33

Примечание. 1 – диатомит, прокаленный при 1000 °С; 2 – диатомит, прокаленный 10% NaCl при 1000 °С; 3 – диатомит, обработанный 20 % раствором серной кислоты и прокаленный 10 % NaCl при 1000 °С; 4 – трепел, обработанный 20 % раствором серной кислоты; 5 – бентонит, обработанный 20 % раствором серной кислоты; 6 – натуральный бентонит; объем масла – 40 мл.

В табл. 9 и 10 представлены результаты изучения изменения содержания железа в белом и красном виноматериалах и их прозрачности. Одним из требований, предъявляемых к бентонитам, применяемых в виноделии, является отсутствие перехода ионов железа из бентонита в виноматериалы. По нашим данным (табл. 9) можно заметить, что при контакте виноматериалов с натуральным проданештским и ларгуцским бентонитом происходит уменьшение содержания железа как в белом, так и в красном виноматериале. Это дает основание утверждать, что данные бентониты можно использовать для извлечения избыточного содержания железа из виноматериалов. Следует отметить, что содержание железа падает и в случае применения трепела, причем для красного виноматериала это имеет место гораздо сильнее.

Таблица 9. Изменение содержания железа (в мг/л) в белом и красном виноматериалах при различном времени t контактирования (в час) с сорбентами

Сорбент	Красный виноматериал		Белый виноматериал	
	t	Содержание железа	t	Содержание железа
Натуральный трепел	0	16	0	7
	1	4	1	2
	2	4	2	3
	3	4	3	4
	24	8	24	2
Трепел, прокаленный при 1000 °С	0	16	0	7
	1	8	1	4
	2	3	2	5
	3	2	3	5
	24	1	24	4
Натуральный проданештский бентонит	0	16	0	7
	1	6	1	5
	2	8	2	5
	3	10	3	1
	24	7	24	1
Натуральный ларгуцкий бентонит	0	16	0	7
	1	7	1	0
	2	8	2	0
	3	2	3	0
	24	1	24	0

Примечание. Объем вина – 15 мл, масса трепела – 0,5 г, масса бентонита из расчета 0,75 г/л.

Таблица 10. Изменение прозрачности белого и красного виноматериалов при различном времени t контактирования (в час) с сорбентами

Сорбент	Красный виноматериал		Белый виноматериал	
	t	Прозрачность	t	Прозрачность
Натуральный трепел	0	5,0	0	7,1
	1	5,6	1	20,0
	2	5,6	2	20,0
	3	5,6	3	20,0
	24	5,6	24	20,0
Трепел, прокаленный при 1000°C	0	5,0	0	7,1
	1	5,7	1	16,7
	2	5,7	2	16,7
	3	5,7	3	16,7
	24	5,7	24	16,7
Натуральный проданештский бентонит	0	5,0	0	7,1
	1	8,3	1	25,0
	2	8,3	2	25,0
	3	8,3	3	25,0
	24	8,3	24	25,0
Натуральный ларгуцкий бентонит	0	5,0	0	7,1
	1	6,3	1	25,0
	2	6,3	2	25,0
	3	6,3	3	25,0
	24	6,3	24	25,0

Примечание. Объем вина – 15 мл, масса трепела – 0,5 г, масса бентонита из расчета 0,75 г/л

При контакте трепела и бентонитов с виноматериалами наблюдается повышение их прозрачности. Можно отметить, что в случае белого виноматериала прозрачность возрастает больше, чем в случае красного, что можно объяснить различным составом белого и красного виноматериалов. Также можно отметить, что адсорбционное равновесие устанавливается достаточно быстро – в течение одного часа контактирования.

В заключение можно сказать, что полученные результаты по сорбции красителей, ионов металлов позволяют утверждать, что диатомиты и бентониты могут быть с успехом использованы в процессах водоочистки. Кроме того, данные природные сорбенты могут применяться для рафинации подсолнечных масел, а также для осветления и стабилизации виноматериалов.

Выводы

1. Установлены ряды сорбируемости ионов меди, никеля, кобальта и цинка на натуральном и активированном диатомитах. Наибольшей сорбционной активностью по металлам обладает натуральный и обработанный аммиаком диатомит.

2. Определены сорбционная емкость и процент извлечения из растворов девяти красителей натуральными и модифицированными диатомитом и бентонитами. Наибольшей сорбционной активностью по прямым красителям обладает натуральный диатомит, по активным и дисперсным красителям - диатомит, обработанный 10% раствором серной кислоты; проданештский бентонит обладает большей сорбционной способностью по сравнению с ларгуцким бентонитом.

3. Диатомит вышкауцкого месторождения, а также ларгуцкий и проданештский бентониты могут быть использованы в системах технологической очистки сточных вод текстильных, электротехнических и других производств.

4. Наибольшей осветляющей способностью по отношению к растительному маслу обладает натуральный диатомит и диатомит, прокаленный с 10% хлорида натрия; активация бентонита серной кислотой ведет к улучшению его осветляющей способности.

5. При контактировании бентонитов и трепела с виноматериалами наблюдаются уменьшение содержания железа в них и повышение прозрачности; прозрачность белого виноматериала возрастает сильнее по сравнению с красным.

б. Диатомит вышкауцкого месторождения, сенатовский трепел, а также ларгуцкий и проданештский бентониты можно использовать для рафинации подсолнечного масла, стабилизации и осветления виноматериалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник месторождений нерудных полезных ископаемых Молдавской ССР. Кишинев: Карта молдовеняскэ. 1965.
2. Билинкис Г. М., Перес Ф. С., Когос А. Ю. Основные закономерности распространения диатомитов в Молдавии // Геологический журнал. 1987. Т. 47. № 4. С. 117–122.
3. Сырьевая база кремнистых пород СССР и их использование в народном хозяйстве / Под ред. В. П. Петрова. М.: Недра, 1976. 105 с.
4. Жеру М.И. Сравнительная минералого-географическая характеристика и генезис докембрийских глинистых образований северо-востока Молдавской ССР // Петрография осадочных, осадочно-эффузионных и метаморфических образований Молдавской ССР. Кишинев: Штиинца. 1970.
5. Кердиваренко М.А. Молдавские природные адсорбенты и технология их применения. Кишинев: Карта молдовеняскэ. 1975. 190 с.
6. Билинкис Г. М., Пушняк А. Н., Тирбхован С. Перспективы использования диатомитов Молдовы для очистки сточных вод // Известия АН Республики Молдова. 1997. Т. 1. № 7. С. 47–53.
7. Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки воды. Киев: Наукова Думка, 1981.
8. Бутт Ю.М., Матвеев М.А., Дудеров Т. Н. Лабораторный практикум по общей технологии силикатов. М., 1948. С. 221–229.
9. ГОСТ 13195 - 73. Вина, виноматериалы, коньяки и коньячные спирты, соки плодово-ягодные спиртованные. Метод определения железа.
10. Кердиваренко М.А., Романов А.М., Сорокина В.Н., Кренис Г.А. Влияние длительности электрохимической обработки на адсорбционно-структурные свойства бентонитовых суспензий // Электронная обработка материалов. 1987. № 6. С. 20–25.
11. Зеленцов В.И., Дацко Т.Я. Электрообработка природных сорбентов // Электронная обработка материалов. 2006. № 3. С. 128–138.
12. Zelenčov V., Dačko T., Dvornikova E., Nicolau M., Teodorescu M., Bilan B. Proprietățile de adsorbție și structură ale sorbenților minerali naturali supuși tratării electrice // Proc. the 28th Annual Congress of ARA., 2003. V.2. P. 1059–1062.

Поступила 21.06.06

Summary

In present work the review and characteristics of the most important natural sorbents of Moldavian diatomites, bentonites and trepels are given. The experimental results of investigation of sorptional epuration of residual model solutions from heavy metals and colours by initial and modified sorbents are discussed. The perspectives of use the natural sorbents of Moldavian in different fields of national economy of Republic are shown.
