

## Дослідження характеристик целюлозних сорбентів для очищення цукрових розчинів

*Л.А. Купчик, кандидат технічних наук, доцент, Інститут сорбції та проблем ендоекології НАН України  
Н.І. Штангеева, доктор технічних наук, професор, Національний університет харчових технологій  
О.М. Молодницька, кандидат технічних наук, асистент, Національний університет харчових технологій*

*Досліджена ефективність використання промислових целюлозних сорбентів Alfacel GM - 12, Alfacel GM - 100, Diacel - 150 і Армоцель для видалення органічних барвних речовин і забруднених ними модельних та виробничих розчинів цукрової промисловості.*

*Ключові слова: органічні барвники, сорбція, целюлоза, цукровий сироп.*

*Исследована эффективность использования промышленных целлюлозных сорбентов Alfacel GM-12, Alfacel GM-100, Diacel-150 и Армоцель для извлечения органических красящих веществ из загрязненных ими модельных и производственных растворов сахарной промышленности.*

*Ключевые слова: органические красители, сорбция, целлюлоза, сахарный сироп*

*Efficiency of the use of industrial cellulose sorbents of Alfacel GM-12, Alfacel GM-100, Diacel-150 and Armocel for extraction of organic dye-stuffs from muddy by them model and productive solutions of shugar industry.*

*Keywords: organic dyes, sorbtion, cellulose, shugar syrup*

Для очищення водних розчинів, забруднених органічними барвними речовинами, переважно використовують активоване вугілля і мікропористі іоніти [1]. В той же час, все більш активно набувають розвитку роботи по пошуку нових недорогих і активних сорбентів рослинного походження, у тому числі, і на основі модифікованої целюлози [2, 3].

Відомо, що целюлоза є високомолекулярним полісахаридом, який виробляється з екологічно безпечної і поновлюваної рослинної сировини. Часто целюлозні матеріали використовуються в різних технологічних процесах в якості фільтрувальних агентів [4]. Волокна целюлози при набуханні у водних розчинах, утворюють високопористу систему з розгалуженою структурою, яка покращує дренажність при фільтруванні і збільшує площу активної сорбції. Дослідження [5] показали низьку сорбційну ефективність нативної (необробленої) целюлози по відношенню до молекулярно-розчинних барвних речовин.

Нами досліджені сорбційні характеристики деяких типів модифікованих целюлозних матеріалів і здійснена оцінка перспективності їх використання для очищення промислових розчинів від органічних барвних речовин.

Ефективність сорбційного видалення органічних забруднювачів, головним чином, зумовлена співвідношенням між розміром пор сорбенту і розміром молекул сорбату, показником якого може бути його молекулярна маса [6]. Відомо, що молекулярна маса органічних барвних речо-

вин – забруднювачів може змінюватися в широкому інтервалі від декількох сотень до десятків тисяч одиниць [7]. Тому для цілеспрямованого підбору ефективного в тому чи іншому технологічному процесі очищення сорбенту потрібні кількісні характеристики сорбційної активності целюлозного матеріалу залежно від молекулярної маси органічного барвника.

Перша частина роботи присвячена вивченню сорбційних характеристик целюлозних матеріалів на тестових модельних розчинах органічних барвників: метиленового синього (молекулярна маса 320 Дальтон) і конго червоного (молекулярна маса 697 Дальтон). В якості целюлозних сорбентів використали імпорتنі целюлозні продукти Alfacel GM-12, Alfacel GM-100, Diacel-150 (Бельгія) і сорбент «Армоцель» (Україна, ТОВ «Петрахим» ТУ У В.27.-21.1-00294349-105-2004). Основною відмінністю волокон «Армоцель» від целюлозних волокон закордонного виробництва є те, що вони на порядок дешевше і мають у своєму складі певну кількість модифікованих добавок, приєднаних до волокна (зокрема, каолін у кількості 2...4%), які покращують диспергованість волокон і значно спрощують їх дозування в розчини і подальше фільтрування. Волокна «Армоцель» мають досить велику активну адсорбційну поверхню, що сприяє видаленню барвних, завислих і інших баласних речовин різної молекулярної маси.

Дослідження сорбційної активності целюлози були проведені в статичних умовах (при перемішуванні впродовж 4 годин: рН 6,2...6,8, t=20 °С) мо-

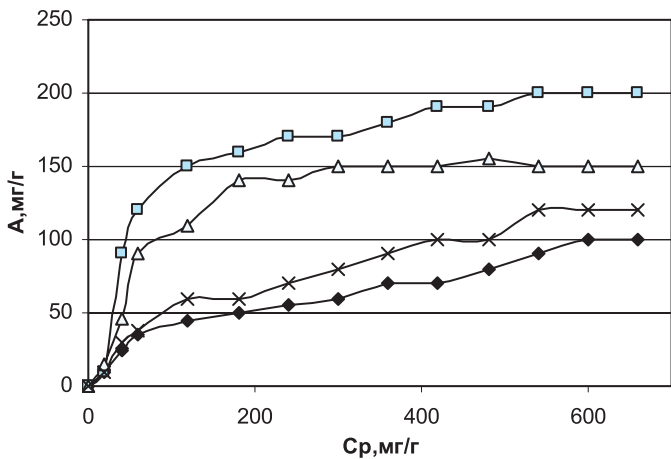


Рис.1. Ізотерми сорбції метиленового синього целюлозними сорбентами: □ – Армоцель, Δ – Diacel-150, X – AlfacelGM-12, ◇ - AlfacelGM-100.

дельних розчинів тестових барвних речовин з різною початковою концентрацією від 0,1 до 1,5 г/л. Співвідношення рідкої і твердої фази складало 1:200. Вихідні і рівноважні концентрації барвників визначали фотоколориметричним методом на приладі КФК-3.

Результати сорбційного тестування досліджуваних сорбентів по метиленовому синьому, проведеного за методикою [8], представлені на рис.1.

З рис. 1 витікає, що досліджені целюлозні сорбенти мають досить високу адсорбційну активність до органічного барвника – метиленового синього. Величина сорбції метиленового синього характеризує адсорбційну активність матеріалу до органічних речовин з низькою молекулярною масою. Ця характеристика важлива для оцінки поглинаючої здатності адсорбенту до барвних речовин з молекулярною масою 250...350 Дальтон.

Відомо, що величина адсорбції залежить від початкової концентрації забруднювача в розчинах. Ізотерма 1, представлена на рис. 1, свідчить про те, що в області низьких концентрацій величина адсорбції приблизно однакова для всіх досліджуваних типів целюлозних сорбентів. В облас-

ті ж більш високих концентрацій переважають характеристики сорбентів Армоцель і Diacel - 150.

Результати тестування целюлозних сорбентів по конго червоному при сорбції з водного розчину з початковою концентрацією 1,5 г/л представлені на діаграмі 2.

З рис.2 видно, що досліджені целюлозні сорбенти мають дещо нижчу сорбційну активність, ніж у разі сорбції метиленового синього. Проте загальна закономірність в характеристиках зберігається, тобто сорбент Армоцель переважає на 25...30% перед іншими сорбентами. Величина сорбції конго червоного характеризує сорбцій-

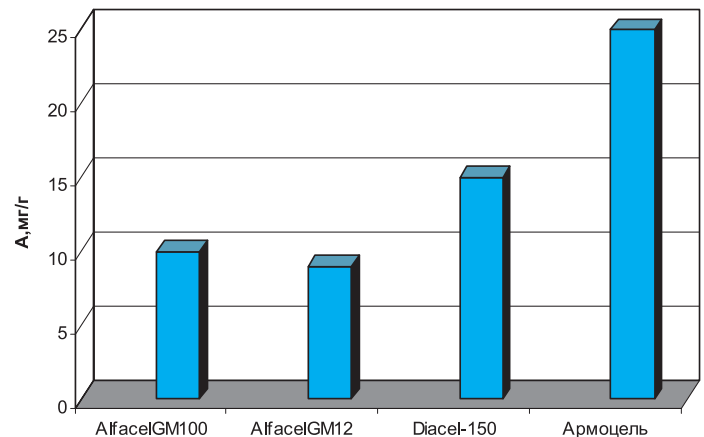


Рис.2. Сорбція конго червоного з водного розчину з початковою концентрацією 1,5г/л різними типами целюлозних сорбентів.

ну здатність матеріалів до органічних забруднювачів з середньою молекулярною масою (близько 500...700 Дальтон).

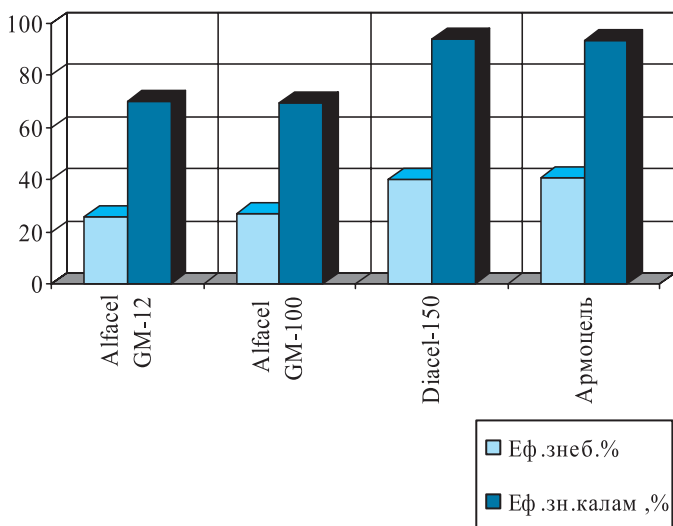
Результати модельних досліджень по сорбції тестових органічних барвників дозволили прогнозувати ефективність застосування целюлозних сорбентів для очищення реальних виробничих напівпродуктів цукрового виробництва від барвних речовин.

У другій частині роботи була досліджена сорб-

Таблиця 1

Зміна якісних характеристик клеровок при їх очищенні різними типами целюлозних сорбентів

№ досл	Якісні характеристики клеровок до очищення		Витрата целюлози, % до маси СР клеровки	Якісні характеристики клеровок після очищення		Ефект знебарвлення, %	Ефект зниження каламутності, %
	Кольоровість, ICUMSA	Каламутність, ICUMSA		Кольоровість, ICUMSA	Каламутність, ICUMSA		
<b>Целюлоза марки Alfacel GM-12 (Бельгія)</b>							
1	1095,97	808,64	0,5	778,2	234,42	28,99	71,01
2			1,5	800,33	204,40	26,97	75,21
<b>Целюлоза марки Alfacel GM-100 (Бельгія)</b>							
3	957,47	751,65	0,5	713,2	250,13	25,51	66,72
4			1,5	686,2	220,5	28,33	70,66
<b>Целюлоза марки Diacel 150-1 (Бельгія)</b>							
5	973,52	791,87	0,5	600,89	101,6	38,28	87,16
6			1,5	553,92	45,4	43,09	95,33
<b>Целюлоза марки Армоцель (Україна)</b>							
7	987,32	673,5	0,5	605,40	83,3	38,68	87,63
8			1,5	550,30	26,9	44,26	96,01



**Рис.3.** Ефективність знебарвлення і зниження каламутності сиропу, обробленого целюлозними сорбентами

ційна активність перерахованих марок целюлозних сорбентів по відношенню до барвних речовин, що містяться в промислових розчинах цукрового виробництва (сиропах і клеровках). Відомо, що барвні речовини цукрового виробництва є сумішшю різних за природою речовин: меланоїдинів, продуктів лужного розкладу моносахаридів і карамелізації сахарози [9]. Молекулярна маса цих речовин коливається від 300 до 1500 Дальтон.

У лабораторних умовах проведені дослідження дії різних марок целюлози для очищення цукрового сиропу і клеровок бурякоцукрового виробництва. Для досліджень використали сироп після III корпусу випарної установки з вмістом сухих речовин 40% і рН 8,2, а також клеровки жовтого цукру другого і третього продукту з вмістом сухих речовин 60% і рН 7,8. Пробі напівпродуктів заздалегідь нагрівали на водяній бані до температури 75...80 °С і обробляли целюлозними сорбентами різних марок, витрати яких склали 0,5...1,5% до маси продукту. При температурі 75...80 °С проби витримували впродовж 15...20 хв при постійному перемішуванні і фільтрували. У профільтованих пробах сиропу і клеровки визначали кольоровість і каламутність, чистоту, розраховували ефект знебарвлення і зниження каламутності.

На **рис. 3** представлені результати знебарвлення і зниження каламутності сиропу з випарної установки, обробленого целюлозою різних марок. Отримані результати показали практично однакові ефекти знебарвлення сиропу і зниження його каламутності при застосуванні целюлози марок Diacel-150 (Бельгія) і вітчизняної целюлози «Армоцель».

З рис. 3 видно, що використання целюлозних матеріалів марок Diacel-150 і Армоцель сприяє практично повному видаленню дрібнодисперсних компонентів сиропу за рахунок їх осадженні на поверхні адсорбентів.

Досліджували ефективність застосування це-

люлозних сорбентів для очищення інших забарвлених напівпродуктів (клеровок з різними якісними характеристиками). Результати випробувань представлені в **таблиці 1**.

З представлених результатів видно, що ефект знебарвлення цукрового сиропу при використанні різних типів целюлозних сорбентів складає 23...48%, клеровок – 25...52%. Каламутність при сорбційному очищенні також знижувалася: сиропу на 62...95%, клеровок – на 66...96%.

Таким чином, на підставі проведених досліджень по адсорбційному очищенню модельних розчинів органічних барвників і промислових напівпродуктів цукрового виробництва показана перспективність використання целюлозних матеріалів Diacel-150 (Бельгія) і «Армоцель» (Україна). Отримані кількісні характеристики сорбції органічних барвників можуть бути використані також при вирішенні виробничих завдань, пов'язаних з очищенням різних технологічних розчинів і стічних вод.

#### Список використаних джерел

1. Когановский А.М. Адсорбция и ионный обмен в процессах водоподготовки и очистки сточных вод. / А.М. Когановский. – К. : Наукова думка, 1983. – 240 с.
2. Синтез та властивості біосорбентів на основі целюлози та лігніну з рослинної сировини. // Купчик Л., Ніколайчук А., Картель М., Денисович В. Наукові праці НаУКМА, Хімічні науки та технології, т 42, 2005, С. 28-30.
3. Молодницька О.М. Удосконалення очищення густих напівпродуктів цукрового виробництва з застосуванням вітчизняної целюлози / О.М. Молодницька, Л.С. Клименко, Н.І. Штангеева // Наукові праці НУХТ.– 2013. – № 48. – С.113-119.
4. Кленкова Н.И. Структура и реакционная способность целлюлозы. – Ленинград: Наука, 1976. – 367 с.
5. Оболенская А.В., Ельницкая З.П., Леонович А.А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. – М. экология, 1991. – 256с.
6. Бродский Е.С. Системный подход к идентификации органических соединений в сложных смесях загрязнителей окружающей среды // Журн. аналит. химии. – 2000. – Т. 57, № 6. – С. 585 – 591.
7. Тестування сорбентів за селективністю до органічних забруднювачів різної молекулярної маси.// Картель М.Т., Купчик Л.А. Збірник матеріалів н.пр. семінару «Планета без стійких органічних забруднювачів», Київ: Обрій, 2005, с. 78-82.
8. ТУ У 88.290.015-94. Величина сорбції метиленового синього.
9. Сапронов А.Р. Красящие вещества и их влияние на качество сахара. / А.Р.Сапронов, Р.А. Колчева // М. : Пищевая промышленность. - 1975. - 347 с.