

## Обоснование эффективности использования природного фильтрующего материала ОДМ-2Ф в водоподготовке

*С.И. Игнатенко<sup>1</sup>, С.А. Бреус<sup>2</sup>, А.Ю. Скрябин<sup>3</sup>,*

*С.С. Богданов<sup>2</sup>, К.С. Тер-Матисова<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>*Общество с ограниченной ответственностью научно-производственное предприятие «ЭКОФЕС», Новочеркасск*

<sup>2</sup>*Государственное унитарное предприятие Ростовской области «Управление развитие систем водоснабжения»*

<sup>3</sup>*Акционерное общество «Ростовводоканал»*

<sup>4</sup>*Государственное бюджетное образовательное учреждение среднего профессионального образования «Минераловодский колледж железнодорожного транспорта»*

**Аннотация:** Приведены результаты экспериментальных исследований по сорбционным свойствам материала ОДМ-2Ф по алюминию, железу и нефтепродуктам.

**Ключевые слова:** водоподготовка, фильтрующий материал, изотерма сорбции, ОДМ-2Ф.

В практике водоподготовки для различных целей (питьевое и техническое водоснабжение) применяют различные способы фильтрования воды. Наибольшее распространение в производственных условиях получили фильтры с зернистой загрузкой. Количество фильтрующих слоев загрузки бывают как однослойные, так и многослойные, с разной крупностью зерен фильтрующего материала. Фильтрующий слой – основной элемент конструкции фильтра, выполняется из отсортированного зернистого материала, чаще всего из кварцевого песка, крупностью от 0,5 до 2,0 мм [1].

Известны [2–10] и другие фильтрующие загрузки, которые соответствуют санитарным нормам, обладают достаточной механической прочностью и химической стойкостью – дробленый антрацит и керамзит; керамическая или мраморная крошка; горелые породы, а также синтетические полимерные материалы.

За последние 20 лет на рынке появляются новые, модифицированные фильтрующие материалы [2–8]. Один из них ОДМ-2Ф (опока, дробленая модифицированная), который широко используют на станциях

---

водоподготовки. Основой для его изготовления послужили – природные цеолиты, опалкристобалитовой породы. Плотность материала составляет 1,3-1,4 г/см<sup>3</sup>, что меньше кварцевого песка в 2 раза, но одинаковая с керамзитом [4].

В работе [2] указано, что структура зерен ОДМ-2Ф характеризуется множеством дефектных участков в форме каверн и углублений, достигающих размеров в десятки микрометров (мкм). Это указывает на возможные признаки сорбционных свойств материала.

Сорбционные методы водоочистки представляют собой гетерогенный процесс и применяются для извлечения различных компонентов из природных вод (тяжелые металлы, органические соединения и др.) [8,12]. Учитывая, что по использованию ОДМ-2Ф еще не накоплено достаточно информации, были проведены дополнительные исследования по определению его сорбционных свойств.

Известно [12], процесс сорбции может осуществляться как в статических, так и в динамических условиях. В первом случае жидкость не перемещается относительно зерен сорбента, так как оба находятся в одной фазе, а при динамике вода движется через слой фильтрующей загрузки.

### ***Статические условия***

Одним из основных критериев оценки адсорбционных свойств фильтрующего материала является изотерма сорбции, определяющая зависимость емкости сорбента от концентрации сорбируемого вещества в условиях равновесия. После расчетов по методике [11] с использованием полученных результатов, построили изотермы сорбционной емкости ОДМ-2Ф по отношению к алюминию, железу и нефтепродуктам (рис. 1–3).

Кривую сорбции по алюминию (рис.1) можно визуально разделить на три отрезка:

– от 0 до 10 мг/дм<sup>3</sup> зависимость имеет линейный вид, что соответствует очень малым равновесным концентрациям;

– на участке 10 – 40 мг/дм<sup>3</sup> просматривается выпуклая часть кривой сорбции, что указывает на наличие в фильтрующем материале микропор и завершение сорбционного процесса;

– при достижении максимальной емкости равной 1,4 мг/г отчетливо видно, что график принял вид прямого отрезка.

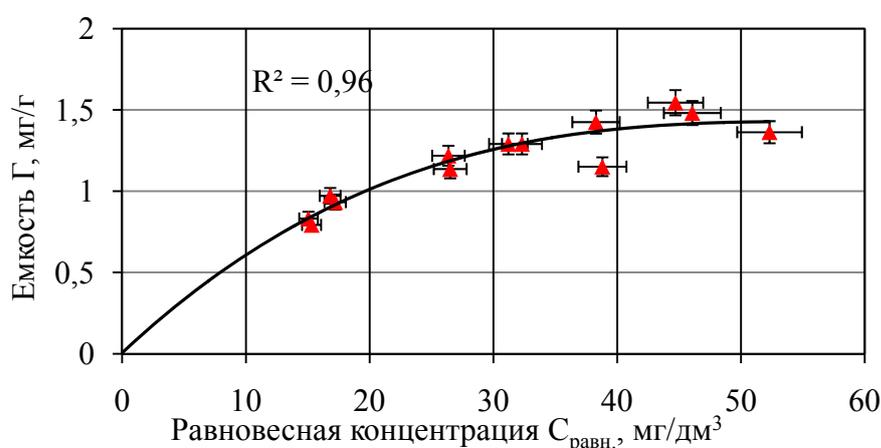


Рис.1.– Изотерма сорбции по алюминию

Сорбционная емкость материала по отношению к железу (рис. 2) достигает до 9 мг на 1 г сорбента и значительно больше, чем по алюминию (6,4 раз).

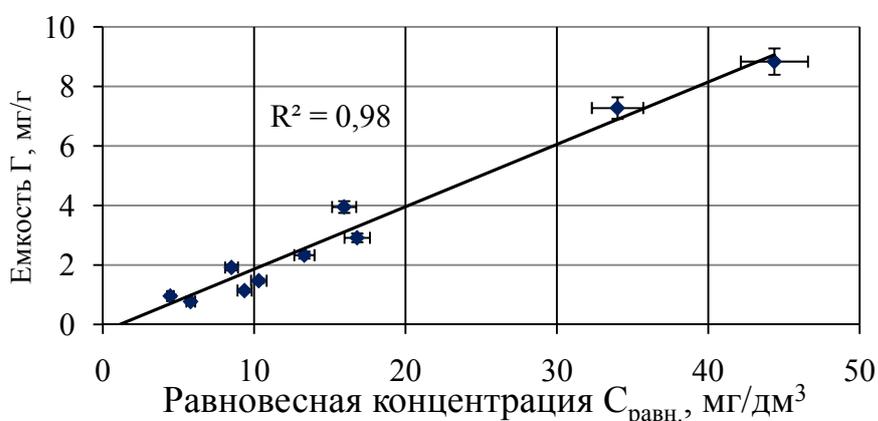


Рис.2. – Изотерма сорбции по железу

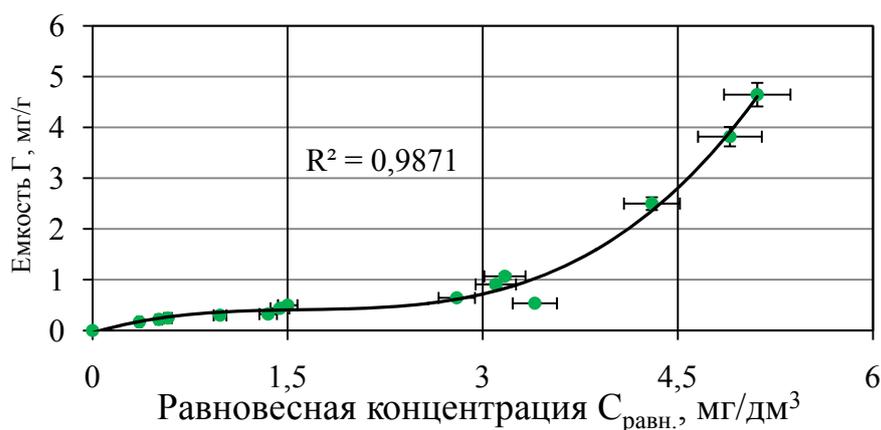


Рис. 3. – Изотерма сорбции по нефтепродуктам

Из рис. 3 видно, что сорбционная емкость ОДМ-2Ф по нефтепродуктам составляет до 5 мг/г. Вогнутый характер кривой, указывает на сильное межмолекулярное взаимодействие в веществе сорбента.

#### ***Исследования сорбционной емкости ОДМ-2Ф в динамических условиях***

Динамическая активность сорбента характеризуется максимальным количеством вещества, поглощенного единицей объема сорбирующего материала до момента появления сорбируемого вещества в фильтрате при пропуске воды через фильтрующий слой.

Методика проведения исследований включала следующее: через стеклянную колонку диаметром 17 мм, загруженную образцом ОДМ-2Ф высотой слоя 500 мм пропускали исследуемую воду со скоростью 5 м/ч (19,2 мл/мин). Определяли концентрации загрязнений в фильтрате и фиксировали объемы пропущенной через колонку воды на момент анализа концентраций загрязняющих компонентов. Объем загрузки в колонке приняли 0,1134 дм<sup>3</sup>. Масса фильтрующего материала в колонке была 180 г.

Ниже проведены зависимости извлечения загрязнений (в долях единицы) от объема отфильтрованной воды (рис. 4,6,8), а также кривые динамической адсорбции алюминия, железа и нефтепродуктов на

фильтрующем материале, в зависимости от объема пропущенной через колонку исследуемой воды (рис. 5,7,9).

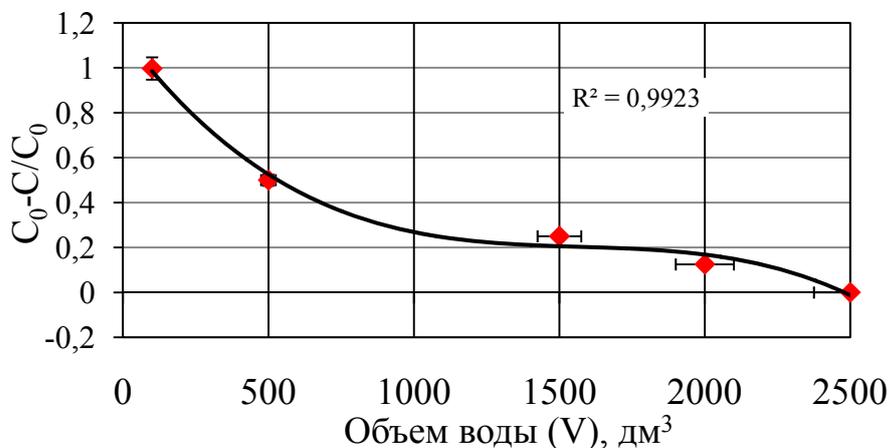


Рис.4. – Динамика степени извлечения из воды алюминия

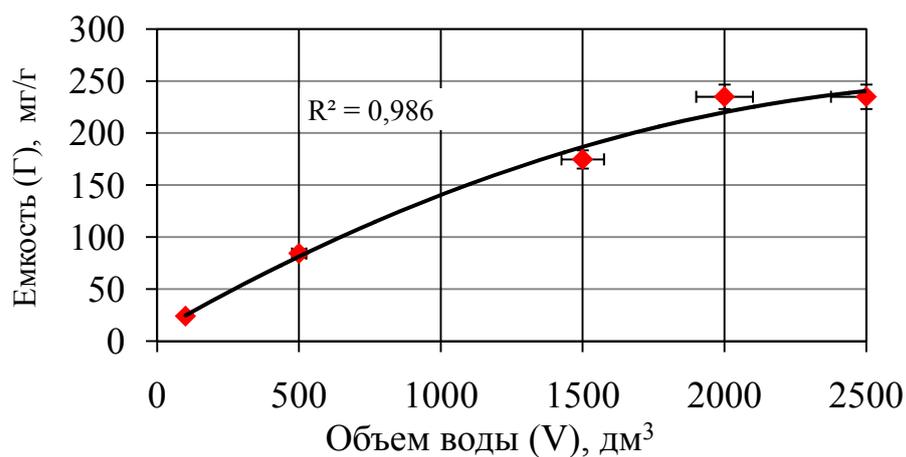


Рис.5. – Динамика адсорбции алюминия

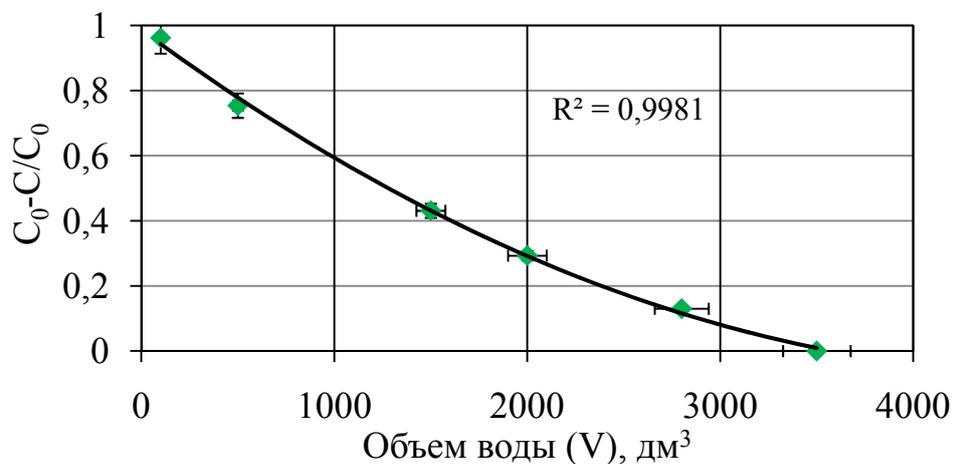


Рис.6. – Динамика степени извлечения из воды железа

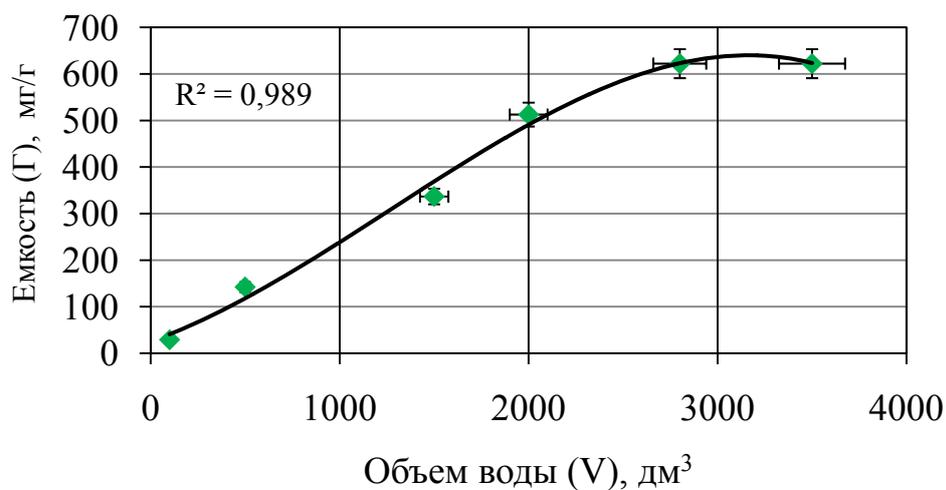


Рис. 7. – Динамика адсорбции железа

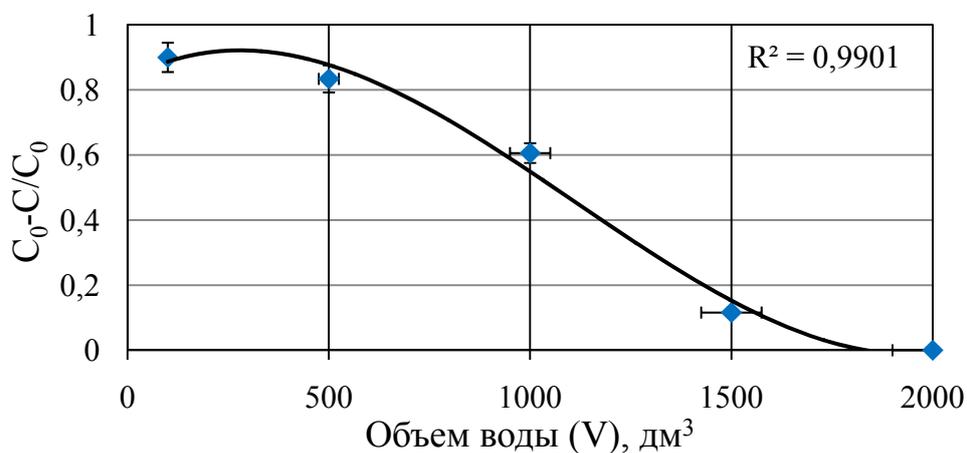


Рис. 8. – Динамика степени извлечения из воды нефтепродуктов

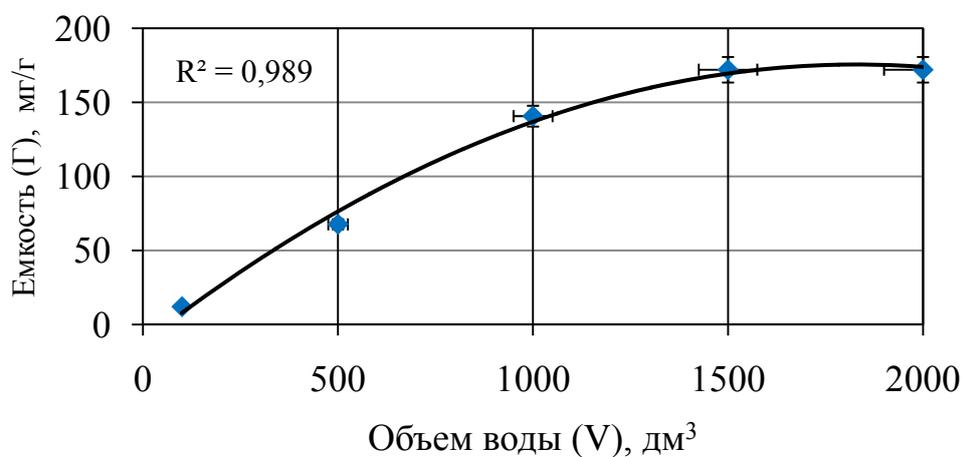


Рис. 9. – Динамика адсорбции нефтепродуктов

На основании исследований сорбционных свойств ОДМ-2Ф в статических условиях установлено, что его сорбционная емкость составляет: по алюминию –1,4 мг/г сорбента; железу до 9 мг/г и нефтепродуктам–4,6 мг/г.

Динамическая активность фильтрующего материала, также достаточно велика по алюминию, железу и нефтепродуктам и составляет соответственно 700, 850 и 170 мг/г.

В заключение можно констатировать, что полученные исследования фильтрующего материала позволяют рекомендовать ОДМ-2Ф для загрузки контактных и скорых фильтров.

### Литература

1. Сперанский, П.В. Исследование местных зернистых материалов Уральского региона с целью их использования в качестве загрузки водоочистных фильтров: дис. ... канд. тех. наук: 05.23.04. Екатеринбург , 2001. 187 с.

2. Микроскопическое исследование структуры сорбентов, модифицированных высокочастотной емкостью плазмой пониженного давления // URL: [cyberleninka.ru/article/n/mikroskopiche-sko-issledovanie-struktury-sorbentov-modifitsirovannyh-vysokochastotnoy-emkostnoy-plazmoj-ponizhennogo-davleniya](http://cyberleninka.ru/article/n/mikroskopiche-sko-issledovanie-struktury-sorbentov-modifitsirovannyh-vysokochastotnoy-emkostnoy-plazmoj-ponizhennogo-davleniya) (дата обращения: 02.07.2016).

3. Фильтрованный материал марки ОДМ-2Ф // URL: [okrug-aqua.com/products/odm2f](http://okrug-aqua.com/products/odm2f) (дата обращения: 2.07.2016).

4. Филатова Е. Г., Помазкина О. И., Дударев В. И., Соболева А. А. Обезжелезивание сточных вод гальванического производства модифицированным углеродным сорбентом // Водоснабжение и санитарная техника. 2014. №1. С. 47-52.



5. Пат. 2305001 Россия, C02F1/42. Фильтрующая загрузка для комплексной очистки воды/Т.Е. Митченко, А.А. Митченко, Н.В. Макарова, П.В. Стендер –: № 2005121732/15; Заявл.: 11.07.2005; Оpubл. 27.08.2007

6. Фильтрующий материал для очистки воды от железа, марганца и сероводорода // URL: [cyberleninka.ru/article/n/filtruyuschiy-material-dlya-ochistki-vody-ot-zheleza-margantsa-i-serovodoroda](http://cyberleninka.ru/article/n/filtruyuschiy-material-dlya-ochistki-vody-ot-zheleza-margantsa-i-serovodoroda) (дата обращения:02.07.2016).

7. Лаптев А.Г., Бородай Е.Н. Математическая модель процесса адсорбции при очистке сточных вод ТЭС от нефтепродуктов // Инженерный вестник Дона, 2010, №4 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2010/261](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2010/261).

8. Dissolved Organic Carbon Removal from Clarified Water by Granular Activated Carbon. Date Views 02.07.2016 URL: [malmokongressbyra.se/kongress/download/1507\\_A.%20Benetti.pdf](http://malmokongressbyra.se/kongress/download/1507_A.%20Benetti.pdf).

9. Thermodynamic Study of Isothermal Adsorption of Aluminum Ion from Water Using Activated Carbon Adsorbent. Date Views 02.07.2016 URL: [academicpub.org/DownloadPaper.aspx?paperid=16621](http://academicpub.org/DownloadPaper.aspx?paperid=16621).

10. Бреус С.А., Скрыбина А.Ю., Фесенко Л.Н. Разработка технологии очистки природной воды для питьевых целей на период чрезвычайных ситуаций: производство активного хлора электролизом воды// Инженерный вестник Дона, 2016, №2 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2016/3655](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2016/3655).

11. Теоретические основы и лабораторный практикум по кондиционированию воды/ Под общ.ред. С.Н. Линевича; Юж.-Рос. гос. техн. ун-т. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2001. – 108 с.

12. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии (Поверхностные явления и дисперсные системы). М.: Химия, 1982. 400 с.

## References

1. Speranskiy P.V. Issledovanie mestnykh zernistykh materialov Ural'skogo regiona s tsel'yu ikh ispol'zovaniya v kachestve zagruzki vodoochistnykh fil'trov [Research local granular material of the Ural region, to be used as feed water treatment filters] Ekaterinburg, 2001. 187 p.
  2. Mikroskopicheskoe issledovanie struktury sorbentov, modifitsirovannykh vysokochastotnoy emkostnoy plazmoy ponizhennogo davleniya [Microscopic examination of the structure of sorbents modified high capacitance low pressure plasma]. Date Views 02.07.2016 [cyberleninka.ru/article/n/mikroskopichekoe-issledovanie-struktury-sorbentov-modifitsirovannykh-vysokochastotnoy-emkostnoy-plazmoy-ponizhennogo-davleniya](http://cyberleninka.ru/article/n/mikroskopichekoe-issledovanie-struktury-sorbentov-modifitsirovannykh-vysokochastotnoy-emkostnoy-plazmoy-ponizhennogo-davleniya).
  3. The filter material of the brand ODM-2F. Date Views 02.07.2016 [okpur-aqua.com/products/odm2f](http://okpur-aqua.com/products/odm2f).
  4. Filatova E. G., Pomazkina O. I., Dudarev V. I., Soboleva A. A. Vodospabzhenie i sanitarnaya tekhnika. 2014. №1. pp.47-52.
  5. Mitchenko T.E., Mitchenko A.A., Makarov N.V. Fil'truyushchaya zagruzka dlya kompleksnoy ochistki vody [The filter media for water purification]. Pat. 2305001 Russia, C02F1/42. (27.08.2007).
  6. Fil'truyushchiy material dlya ochistki vodyotzheleza, margantsa i serovodoroda [The filter material for purifying water of iron, manganese and hydrogen supplied]. Date Views 02.07.2016 [berleninka.ru/article/n/filtruyushchiy-material-dlya-ochistki-vody-ot-zheleza-margantsa-i-serovodoroda](http://berleninka.ru/article/n/filtruyushchiy-material-dlya-ochistki-vody-ot-zheleza-margantsa-i-serovodoroda).
  7. Laptev A.G., Boroday E.N. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2010, №4 URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2010/261>.
  8. Dissolved Organic Carbon Removal from Clarified Water by Granular Activated Carbon. Date Views 02.07.2016 [www.malmokongressbyra.se/congress/download/1507\\_A.%20Benetti.pdf](http://www.malmokongressbyra.se/congress/download/1507_A.%20Benetti.pdf).
-



9. Thermodynamic Study of Isothermal Adsorption of Aluminum Ion from Water Using Activated Carbon Adsorbent. Date Views 02.07.2016  
[www.academicpub.org/DownloadPaper.aspx?paperid=16621](http://www.academicpub.org/DownloadPaper.aspx?paperid=16621).

10. Breus S.A., Skrjabin A.Ju., Fesenko L.N. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2016, №2 URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2016/3655>

11. Linevich S.N., 2001. Teoreticheskie osnovy i laboratornyy praktikum po konditsionirovaniyu vody [Theoretical Foundations and laboratory practical work on conditioning of water]. Novocheerkassk: SRSTU, pp: 108.

12. Frolov Yu.G., 1982. Kurs kolloidnoy khimii (Poverkhnostnye yavleniya i dispersnye sistemy) [Course of Colloid Chemistry (Surface phenomena and disperse systems)]. Moscow: Khimiya, pp: 400.