



## ОЧИСТКА РАСТВОРА МДЭА С ПОМОЩЬЮ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ ИЗ ОРГАНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

Орипова Лобар Норбоевна

ассистент кафедры «Нефтегазовое дело»

Каршинского инженерно-экономического института,

Республика Узбекистан, г. Каршы E-mail: oripovalobar@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7223393>

В статье приведены результаты исследования физико-химических свойств и технических характеристик раствора МДЭА после адсорбционной очистки активированным углем из скорлупы косточек урюка. Кратко изложены методика и технология получения активированного угля из скорлупы косточек урюка.

**Ключевые слова:** моноэтаноламин, диэтаноламин, метилдиэтаноламин, вспенивание, дегидратация, фильтрация, адсорбционная очистка, активированный уголь, термостабильные соли, мехпримес.

Мақолада ўрик данаги пўчоғидан олинган фаоллаштирилган кўмир билан тозаланган МДЭА эритмасининг физик-кимёвий хоссалари ва техник хусусиятларини тадқиқ қлиш натижалари келтирилган. Ўрик данаги пўчоғидан фаоллаштирилган кўмир олиш усули ва технологияси қисқача келтирилган.

**Калит сўзлар:** моноэтаноламин, диэтаноламин, метилдиэтаноламин, кўпикланиш, дегидратация, филтрлаш, адсорбцион тозалаш, фаоллаштирилган кўмир, иссиққа барқарор тузлар, механик қўшимчалар.

The article presents the results of a study of the physicochemical properties and technical characteristics of the MDEA solution after adsorption purification with activated carbon from the shell of apricot seeds. The technique and technology for obtaining activated carbon from the shell of apricot seeds are briefly described.

**Key words:** monoethanolamine, diethanolamine, methyldiethanolamine, foaming, dehydration, filtration, adsorption purification, activated carbon, thermostable salts, mechanical impurities.

В последние годы в Узбекистане интенсивно наращивается добыча природного газа и газового конденсата. На газоперерабатывающих заводах Республики для очистки природного газа от кислых компонентов широко применяется абсорбционный метод очистки с использованием различных аминовых растворов, таких как моноэтаноламин (МЭА), диэтаноламин (ДЭА) и метилдиэтаноламин (МДЭА). Надо учитывать, что эти алканоламины не производятся в Республике. По информации АО

«Узбекнефтегаз» для очистки природного газа в 2018 году импортировано 312 тонн ДЭА и 3522 тонн МДЭА стоимостью соответственно 1780 и 1950 долл. США за тонну.

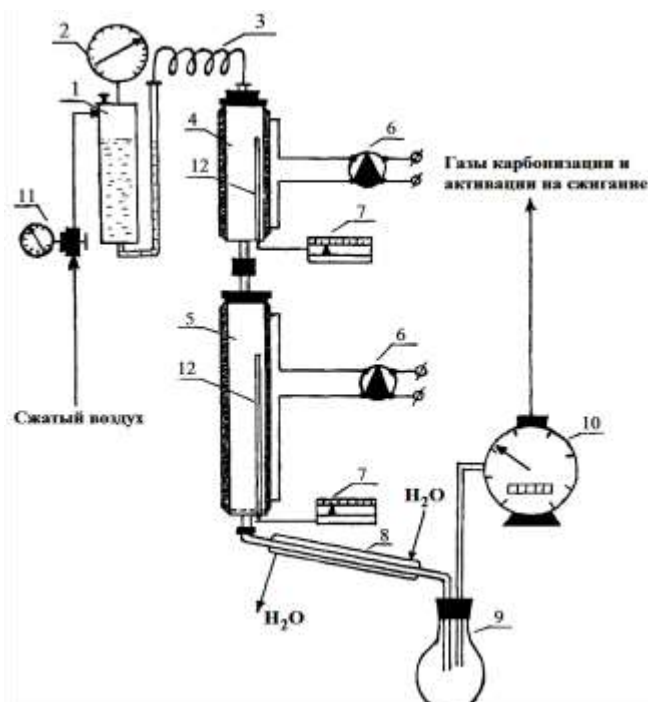
Использование аминовых растворов в процессах очистки газов имеет ряд недостатков, основным из которых является вспенивание абсорбента, а в ряде случаев – уменьшение с течением времени его поглотительной способности. Для предотвращения вспенивания алканоламинов при их эксплуатации применяется адсорбционная очистка (фильтрация) регенерированного раствора алканоламина с активированным углем (АУ). На установках аминовой очистки природного газа от кислых компонентов газоперерабатывающих заводах Республики для адсорбционной очистки регенерированных аминовых растворов применяются активированные угли: марки АГ-3 (Россия), НХ-30 (Китай), и Chemviron (Франция). Потребность по этим углям в Узбекистане составляет около 300 т/год.

Эти активированные угли тоже не производятся в Республике и импортируются за валюту стоимостью 2000-3000 долл. США за тонну, соответственно.

В Узбекистане, несмотря на большой спрос на АУ, их не производят. Наряду с этим на пищевых предприятиях республики ежегодно образуются значительные массы около 2000-8000 тонн в год отходов переработки плодов урюка и персиков, повсеместно возделываемых на территории Республики. Согласно имеющейся информации названные отходы могут служить хорошим сырьем для получения АУ.

С целью импортзамещения для адсорбционной очистки регенерированных аминовых растворов нами была разработана технологическая схема (рис. 1) получения активированного угля на основе местного бросового сырья – скорлупы плодовых косточек (урюка, персика).





**Рис. 1. Технологическая схема установки получения активированного угля из скорлупы косточек фруктов:** 1 – емкость для воды; 2 – манометр (образцовый); 3 – медный капилляр; 4 – парогенератор; 5 – печь карбонизации и активации; 6 – латоры; 7 – милливольтметры; 8 – холодильник; 9 – приемник; 10 – газовый счетчик; 11 – стабилизатор давления; 12 – карман термопары

На основе разработанной технологической схемы получения активированного угля из скорлупы косточек фруктов создана пилотная установка, которая состоит из трубчатого реактора размером 200x40 см с электрическим обогревом без доступа воздуха для карбонизации косточкового сырья (рис. 2 а) и парогенератора мощностью 300 кг/ч, который обеспечивает водяным паром температурой 200°C для паровой активации угля (рис. 2 б).

В ходе производства активированного угля АУ-КУ была произведена карбонизация скорлупы косточек урюка в трубчатом реакторе. Температуру в реакторе контролировали с помощью электронной термопары. Для одной полной загрузки реактора необходимо было 35-40 кг косточкового сырья. После загрузки сырья верхняя часть реактора герметично закрывалась, а нижняя – имела трубчатый отвод для вывода смолообразных и газообразных продуктов термического пиролиза.

Процесс карбонизации проводили при температуре 400-500°C, которая контролировалась с помощью электронной термопары.

По достижению необходимой температуры процесса карбонизат выдерживали в реакторе в течение 1-1,5 ч. Выделяющиеся газообразные продукты пиролиза эвакуировали из реактора по газоотводной трубке и направляли в охлаждаемый конденсатор для конденсации паров воды и смол.

Процесс активации карбонизата проводили в том же реакторе, у которого верхний фланец снабжен патрубком для входа перегретого водяного пара. Перегретым паром с температурой 200°C обеспечил парогенератор мощностью 300 кг/ч. Расход водяного пара, идущего на активацию, регулировали количеством воды, поступающей в парогенератор.



а



б

**Рис 2. Пилотная установка производства активированного угля из скорлупы косточек фруктов: а) трубчатый реактор с электрическим обогревом; б) парогенератор с мощностью 300 кг/ч**

Температуру активации регулировали нагревом реактора и парогенератора. Нагрев карбонизата проводили до конечной температуры активации, которая находилась в интервале 800-850°C. При достижении заданной температуры в реактор подавали водяной пар из парогенератора в течение 2-2,5 ч. Образовавшиеся газы при активации карбонизата, содержащих водород, оксиды углерода и метан выводились через трубчатый отвод реактора и сжигались. После термообработки полученный активированный уголь оставляли остывать без доступа воздуха.

Таким образом произведена опытно-промышленная партия активированного угля АУ-КУ из скорлупы косточек урюка.

Некоторые характеристики активированного угля АУ-КУ сравнены с характеристиками активированных углей марок АГ-3 и НХ-30, используемых в настоящее время в промышленности (табл. 1).

**Таблица 1**

**Сравнительные технические характеристики активированных углей марки АГ-3, НХ-30 и АУ-КУ**

№	Наименование показателей	АГ-3 (Россия)	НХ-30 (Китай)	Представленный образец (АУ-)
1.	Фракционный состав, %			
	5 мм	0,4	2	8
	3,6 мм	3	10	16
	от 2,8 до 3,6 мм	86	70	64
	от 1,5 до 2,8 мм	10	15	5
	от 1,0 до 1,5 мм	0,6	3	7
2.	Насыпная плотность, г/дм <sup>3</sup>	480	520	455
3.	Активность по йоду, %	88	98	86,4
4.	Активность по бензолу, %	31	34	33
	или г/дм <sup>3</sup>	148	176	150,2
5.	Суммарный объем пор,	0,860	0,692	0,720
6.	Содержание влаги, %	6	5	6
7.	Зольность, %	14	4,2	7
8.	Прочность на истирание, %	75	78	76

Сравнение собственных экспериментальных данных с литературными показало, что полученный нами уголь АУ-КУ по адсорбционной активности и другим физико-химическим параметрам находится на уровне известных активированных углей АГ-3 и НХ-30, которые являются одним из самых качественных углей мирового промышленного производства. Таким образом, выполненные исследования демонстрируют целесообразность переработки косточек фруктов в Республике на углеродные адсорбенты различного назначения.

Полученный активированный уголь АУ-КУ применен при очистке отработанного 40 %-ого водного раствора МДЭА в ООО «Мубарекский ГПЗ». В таблице приведены результаты определения физико-химических свойств и технических характеристик очищенного раствора МДЭА.

**Таблица**



## Физико-химические свойства и технические характеристики очищенного раствора МДЭА

№	Параметры	Образцы раствора МДЭА		
		Исходный (регенерированный)	Очищенный (активированным углем АГ-3)	Очищенный (активированным углем АУ-КУ)
1.	Концентрация амина, % масс.	40	39	55
2.	рН	10,80	10,40	10,40
3.	Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,092	1,085	1,122
4.	Содержание термостабильных солей, % масс.	2,80	0,83	0,81
5.	Содержание механических примесей, мг/л	1068	488	483
6.	Вспенивание:			
	Высота пены, мм	16	16	15
	Жизнь пены, сек	20	9	9

В ходе проведенных исследований выявлено, что накапливающиеся в процессе эксплуатации установок абсорбционной очистки газа термостабильные соли и механические примеси являются основными причинами вспенивания рабочих растворов алканоламинов. Анализируя полученные результаты экспериментов установлено, что активированный уголь из местного сырья АУ-КУ по очищающей способности отработанных растворов алканоламинов и по другим техническим параметрам не уступает российскому аналогу активированного угля АГ-3. С целью импортозамещения разработанного активированного угля АУ-КУ можно рекомендовать для адсорбционной очистки отработанных алканоламинов взамен угля АГ-3.

### Список литературы:

1.А.А Ахадов, М.Н Муродов, Р.Р Хайитов, Л.Н Орипова, Т.М Тошкузиев. Определение структурно-сорбционные свойства активированного угля, полученного из скорлупы косточек урюка// Science and Education. ООО «Open science». – Ташкент, 2021.-№1.-С. 52-58.

2.Лобар

Норбоевна Орипова, Руслан Рустамжонович Хайитов. Изучение физико-химических свойств раствора дэа до и после адсорбционной очистки активированным углем из скорлупы косточек урюка// Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. – Москва (РФ), 2021. – № 12 (93). – С. 38-41.

3. Лобар Норбоевна Орипова, Руслан Рустамжонович Хайитов. Получение активированного угля из древесного и косточкового сырья// Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. – Москва (РФ), 2021. – № 9 (90). – С. 14-17.

4.Л.Н. Орипова. Изучение физико-химических свойств и технических характеристик, промышленных алканоламинов, применяемых для аминовой очистки природного газа// Academic research in educational sciences. ООО «Academic Research».- Ташкент, 2022.-№3.-С. 431-438.

5. Л.Н. Орипова, А.И. Абдиразаков, Э.И. Жураев, Ш.Ш. Саматов. Меры по повышению поглощения в жидкую поверхность газов при очищении природного газа методом абсорбции. –Мировая наука 2020. Проблемы и перспективы. – С. 88-91.

6.Oripova Lobar Norboevna, Hotamov Tolibjon Narzulloevich, Hayitov Ruslan Rustamjonovich. Obtaining activated carbon from the shells of apricot and peach seeds// International journal on orange technologies.Volume: 02 Issue: 11 | 2020-C.33-36

