



**БАРАБАННЫЙ ВАКУУМ-ФИЛЬТР В ПРОИЗВОДСТВЕ ГИДРОКСИДА
НАТРИЯ КАУСТИФИКАЦИЕЙ СОДОВЫМ РАСТВОРОМ**
DRUM VACUUM FILTER IN THE PRODUCTION OF SODIUM HYDROXIDE
BY CAUSTIC SODA SOLUTION

Гусейнов Нажмутдин Гусейнович, д-р ветеринар. наук, профессор кафедры «Техносферная безопасность», Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета имени А. Г. и Н. Г. Столетовых (602264 Россия, г. Муром, Орловская ул., д.23) тел. +7 (492) 347-72-56, <https://orcid.org/0009-0002-7295-8907> , kashitsyna2021@mail.ru

Кашицына Ольга Дмитриевна, студент кафедры «Техносферная безопасность», Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета имени А. Г. и Н. Г. Столетовых (60254 Россия, г. Муром, Привокзальная ул., д. 2) тел. 8(900)586-30-68, <https://orcid.org/0009-0007-7455-0821>, olyakashitsyna@bk.ru.

Huseynov Nazhmutdin Huseynovich Ph. D. in Chemistry, Professor of the department of Technosphere safety, Murom Institute (branch) Vladimir state University named A.G. and N.G. Stoletovs (23 Orlovskaya St., Murom, 602264 Russia) тел. +7 (492) 347-72-56, <https://orcid.org/0009-0002-7295-8907>, kashitsyna2021@mail.ru

Kashitsyna Olga Dmitrievna, student of the Department of Technosphere safety, Murom Institute (branch) Vladimir state University named A.G. and N.G. Stoletovs,

Аннотация. В статье был изучен химико-технологический процесс получения гидроксида натрия каустификацией содового раствора. Предоставлена характеристика целевого продукта и исходного сырья. Была построена схема технологического процесса каустификации, а также рассмотрена технологическая схема барабанного вакуум-фильтра и ее описание. Приведена классификация фильтров. Рассчитан технологический расчет барабанного вакуум-фильтра, а именно: плотность влажного осадка, количество твердой фазы, отлагающейся на поверхности фильтра при получении единичного объема фильтрата, расчет углов, время предварительной просушки осадка, средняя скорость фильтрования за время полного цикла.

Abstract. The paper studied the chemical and technological process of sodium hydroxide production by caustification of soda solution. The characteristics of the target product and the initial raw materials have been provided. The scheme of the technological process of caustification was built, and also the technological scheme of the drum vacuum filter and its description was considered. The classification of filters is given. The technological calculation of the drum vacuum filter was calculated, viz: The density of wet sludge, the amount of solid phase deposited on the filter surface in obtaining a unit volume of filtrate, the calculation of angles, the pre-drying time of sludge, the average filtration speed during the full cycle.

Ключевые слова: гидроксид натрия, технологический расчет, барабанный вакуум-фильтр, каустификация, классификация барабанов.

Keywords: sodium hydroxide, technological calculation, drum vacuum filter, caustification, classification of drums

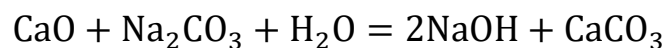
Введение

Гидроксид натрия известен с древних времен и добывался из египетских озер. Аристотель и Платон также упоминали гидроксид натрия. До начала XVII

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

века его химическая природа была неизвестна, а благодаря Дюамелю дю Монсо, сумевшему отделить вещества друг от друга и разделить их на щелочные и соль, удалось узнать свойства едкого натра.

Наиболее распространенным методом получения является известковый метод, поскольку его можно классифицировать как гетерогенный некаталитический процесс:



Химико-технологические процессы в большинстве своем сложны и часто представляют собой совокупность гидродинамических, тепловых, массообменных, биохимических и механических процессов. Одним из важных процессов является фильтрация. Барабанные вакуум-фильтры получили широкое применение в производстве, с наружной фильтрующей поверхностью. Внешняя поверхность фильтра отличается высокой скоростью фильтрования, пригодностью для работы с различными взвесями, простотой обслуживания.

1. Характеристика сырья

1.1 Целевой продукт

Гидроксид натрия (едкая щёлочь) NaOH- представляет собой белое твердое вещество ($t_{\text{плав}} = +65,1 \text{ }^\circ\text{C}$; $\rho = 1,829 \text{ г/см}^3$; $\Delta H_{0\text{обр}} = -425,6 \text{ кДж/моль}$), хорошо растворяется в воде и сильно гигроскопичен.

1.2 Исходное вещество

Оксид кальция (CaO)- представляет собой серебристо-белого цвета ($M_r = 56,08$; $d = 3,35$; $t_{\text{пл}} = 2614^\circ \text{C}$; $t_{\text{кип}} = 2850^\circ \text{C}$.) термическая устойчивость, тугоплавкий.

Карбонат натрия (Na_2CO_3)- представляет собой белый порошок или кристаллы, соль щелочного металла натрия и угольной кислоты ($M_r = 105,99$; $d = 2,539$; $t_{\text{пл}} = 851^\circ \text{C}$);).

Вода (H_2O)- бинарное неорганическое соединение, состоящие из 2 атомов (при нормальном атмосферном 760 мм рт. ст. ; $t_{\text{замерзания}} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_{\text{кипения}} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$. ; $P = 2.2 \cdot 10^{-7} \text{ Па}$).

2. Технологический процесс каустификации

Получение гидроксида натрия каустификацией содового раствора включает в себя следующие основные этапы:

- гашение извести
- первая каустификация
- отделение шлама
- вторая каустификация
- промывание
- фильтрация

Схема процесса наглядно приставлена на рис.1

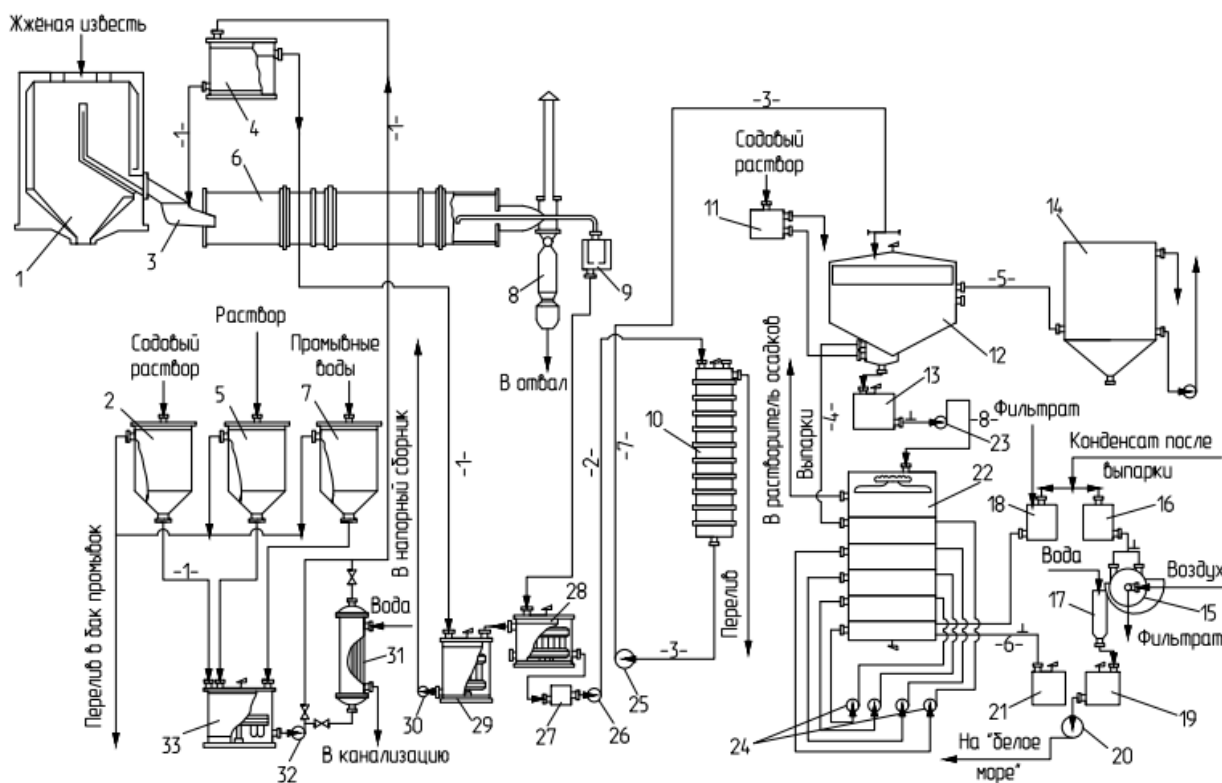


Рис.1. Технологическая схема производства едкого натра известковым способом (отделение каустификации): 1 – силос для извести; 2,11 – сборники содового раствора; 3 – лотковый питатель; 4 – напорный сборник содового раствора; 5 – сборник раствора, полученного при растворении солей выпарки; 6 – гаситель-каустификатор; 7 – сборник промывных вод; 8 – бункер недопада; 9

– сифонное корыто; 10, 13 – каустификаторы первой и второй каустификации; 12 – отстойник; 14 – сборник слабых щелоков; 15 – барабанный вакуум-фильтр; 16 – напорный бак конденсата; 17 – шнековая мешалка; 18 – сборник конденсата и фильтрата; 19 – мешалка шлама; 20, 23–26, 30, 32 – насосы; 21, 28 – приемные мешалки шлама и суспензии; 22 – шестиярусный промыватель шлама; 27 – пескоулавнитель; 29 – мешалка перелива; 31 – трубчатый подогреватель; 33 – смеситель для получения нормального содового раствора.

3. Классификация фильтровальных аппаратов

В фильтрах периодического действия фильтрующая перегородка неподвижна, а в фильтрах непрерывного действия она перемещается, проходя через зону очистки, в которой регенерируется. Оба эти класса разделяются на фильтры, работающие под давлением или под вакуумом. В классе фильтров периодического действия выделяют отдельно группы фильтров, работающих под давлением столба жидкости над фильтрующей поверхностью или создаваемым насосом. Вакуумные фильтры называют также вакуум-фильтрами. Полная классификация показана на рис.2.

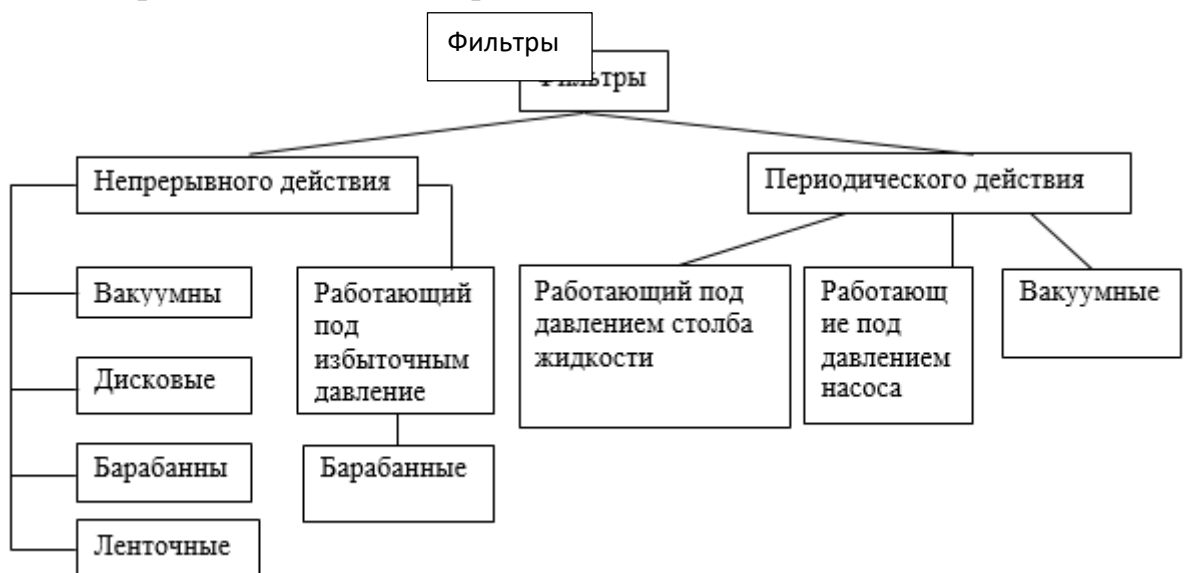


Рис.2 Схема классификация фильтровальных аппаратов

4. Технологическая схема барабанного вакуум-фильтра

$\rho_{\text{ж}} = 0,99 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$ - плотность жидкой фазы суспензии при температуре фильтрования;

$W = 80 \%$ - содержание жидкой фазы в осадке после процесса фильтрования (влажность осадка до просушки)

2. Количество твердой фазы, отлагающейся на поверхности фильтра при получении единичного объема фильтрата,

$$\rho_{\text{т}} = \frac{C\rho_{\text{ж}}(100 - W)}{100[100 - (W + C)]}$$

$$\rho_{\text{т}} = 42 \text{ кг/м}^3$$

где $C = 3,5\%$ — концентрация разделяемой суспензии.

3. Расчет углов

3.1 Угол сектора зоны просушки осадка

$$\varphi_{\text{с}} = \frac{360n''}{n} = \frac{360 * 2}{24} = 30 \text{ град}$$

где общее количество ячеек $n = 24$;

количество ячеек в зоне просушки $n'' = 2$.

3.2 Угол сектора от уровня жидкости

$$\varphi'_2 = \varphi_{\text{м}} + \frac{180}{n} = 3 + \frac{180}{24} = 10,5 \text{ град}$$

где $\varphi_{\text{м}} = 3$ град принимается для барабанных вакуум-фильтров;

общее количество ячеек $n = 24$.

3.3 Угол, занимаемый секторами съема осадка и мертвых зон

$$\varphi' = \varphi'_1 + \varphi'_2 = 50 + 10,5 + 60,5 \cong 61 \text{ град}$$

где угол φ'_1 принимается равным 50 град.

3.4 Угловая частота вращения барабана

$$\omega = \frac{510 - \varphi'_2 - 2(\varphi'_1 + \varphi'_c)}{\tau + 2\tau_{\text{пр}}}$$

$$\omega = \frac{510 - 10,5 - 2(50 + 30)}{161 + 2 \cdot 103} = 0,93 \text{ град/с}$$

3.5 Угол сектора зоны фильтрования

$$\varphi = \omega\tau = 0,93 \cdot 161 \cong 149 \text{ град}$$

3.6 Угол сектора зоны промывки

$$\varphi_{\text{пр}} = \omega\tau_{\text{пр}} = 0,93 \cdot 103 \cong 95 \text{ град}$$

Полученные значения углов отдельных зон сведены в табл.1.

Таблица 1. Углы зон фильтрования

Зона	Центральный угол		
	Обозначение	Град	%
Фильтрования	ϕ	149	41,4
Предварительной сушки	ϕ'_c	25	7,0
Промывки	$\phi_{пр}$	95	26,4
Просушки	$\phi_{пр}$	30	8,3
Съема осадка и мертвых зон	ϕ	61	16,9
Всего		360,0	100,0
Время		просушки	осадка

Время предварительной просушки осадка

$$\tau'_{ц} = \frac{\varphi_c}{\omega} = \frac{25}{0.93} \cong 27 \text{ с}$$

Средняя скорость фильтрования за время полного цикла

$$\vartheta_{ц} = \frac{V'}{\tau_{ц}} = \frac{0,04}{388} \cong 0,1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}^3}{\text{м}^2 \text{ с}}$$

Заключение

В статье была рассмотрена достаточно актуальная тема в наше время, поскольку процессы фильтрования очень широко используются в химической промышленности и смежных с ней отраслях. Был рассчитан барабанный вакуум-фильтр и приведена технологическая схема, предоставлена классификация фильтров. Рассмотрен процесс каустификации, в котором находится аппарат барабанный вакуум-фильтр для удаления шлама. Дана характеристика целевого продукта и исходных данных.

Литератур

1. Жужиков В.А. Фильтрование. Теория и практика разделения суспензий [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://www.studmed.ru/zhuzhikov-va-filtrovanie-teoriya-i-praktika-razdeleniya-suspenziy_9a793207b7b.html
2. Производство каустической соды химическими способами. Зеликин М.Б. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://reallib.org/reader?file=485246&pg=80>
3. Химическая технология. /Под ред. И.А. Кнунянца. – М.: Большая Российская энциклопедия. том 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа. https://www.studmed.ru/knunyanc-il-red-himicheskiy-enciklopedicheskiy-slovar_32f1dd172c2.html
4. Неорганическая химия. /Под ред. Э.Г.Оганесян. – М.: Высшая школа, [Электронный ресурс]. – Режим доступа. https://www.studmed.ru/oganesyan-e-t-neorganicheskaya-himiya_bd31c7770f8.html
5. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа. https://www.studmed.ru/view/pavlov-kf-romankov-pg-noskov-aa-primery-i-zadachi-po-kursu-processov-i-apparatov-himicheskoy-tehnologii_6b55aa2518c.html
6. Щукина Л.В., Рыбалко Л.И., Подоплелов Е.В. Процессы и аппараты химической технологии. Гидромеханические процессы [Электронный ресурс]. – Режим доступа. https://www.studmed.ru/schukina-lv-rybalko-li-podoplelov-ev-processy-i-apparaty-himicheskoy-tehnologii-gidromehanicheskie-processy_970a9836402.html

References

1. Zhuzhikov V.A. Filtration. Theory and practice of separation of suspensions [Electronic resource]. - Access mode https://www.studmed.ru/zhuzhikov-va-filtrovanie-teoriya-i-praktika-razdeleniya-suspenziy_9a793207b7b.html
2. Production of caustic soda by chemical methods. Zelikin M.B. [Electronic resource]. - Access mode <https://reallib.org/reader?file=485246&pg=80>

3. Chemical technology / Edited by I.A. Knunyants. - M.: Big Russian Encyclopedia.vol.2 [Electronic resource]. - Mode of access. https://www.studmed.ru/knunyanc-il-red-himicheskij-enciklopedicheskiy-slovar_32f1dd172c2.html
4. Inorganic Chemistry. /Ed. by E.G.Oganesyan. - Moscow: High School, [Electronic resource]. - Mode of access. https://www.studmed.ru/oganesyan-e-t-neorganicheskaya-himiya_bd31c7770f8.html.
5. Pavlov K.F., Romankov P.G., Noskov A.A. Examples and tasks for the course of processes and devices of chemical technology [Electronic resource]. - Mode of access. https://www.studmed.ru/view/pavlov-kf-romankov-pg-noskov-aa-primery-i-zadachi-po-kursu-processov-i-apparatov-himicheskoy-tehnologii_6b55aa2518c.html
6. Shchukina L.V., Rybalko L.I., Podoplelov E.V. Processes and apparatuses of chemical technology. Hydromechanical processes [Electronic resource]. - Access mode. https://www.studmed.ru/schukina-lv-rybalko-li-podoplelov-ev-processy-i-apparaty-himicheskoy-tehnologii-gidromehaniicheskie-processy_970a9836402.html