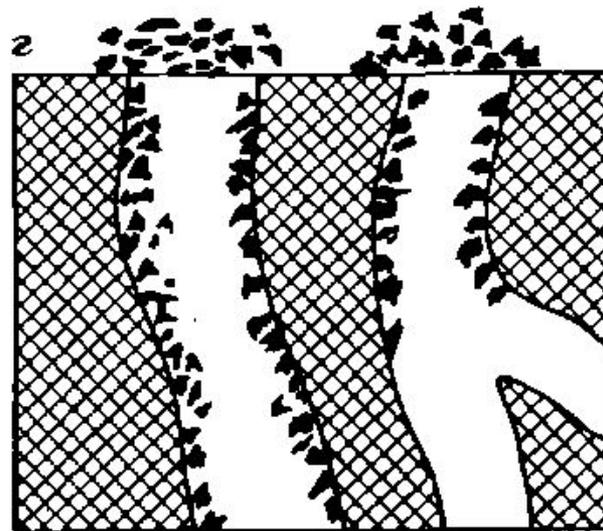
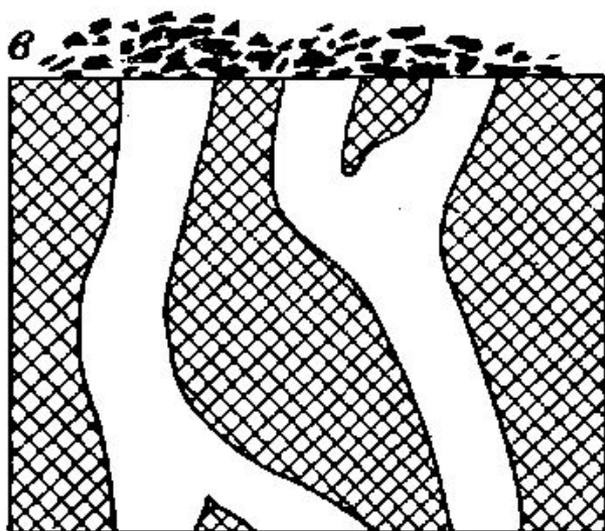
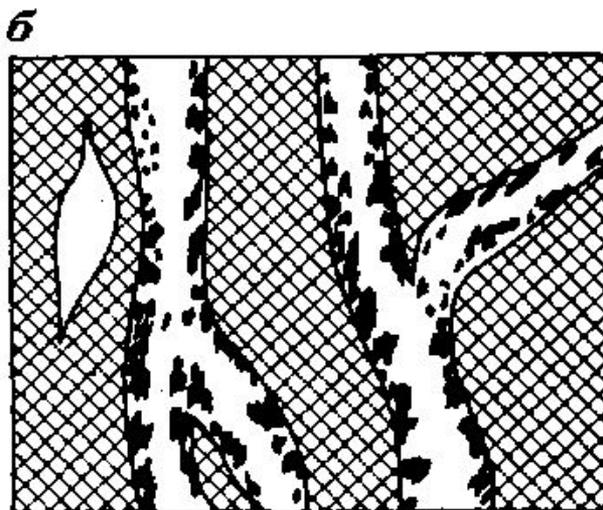
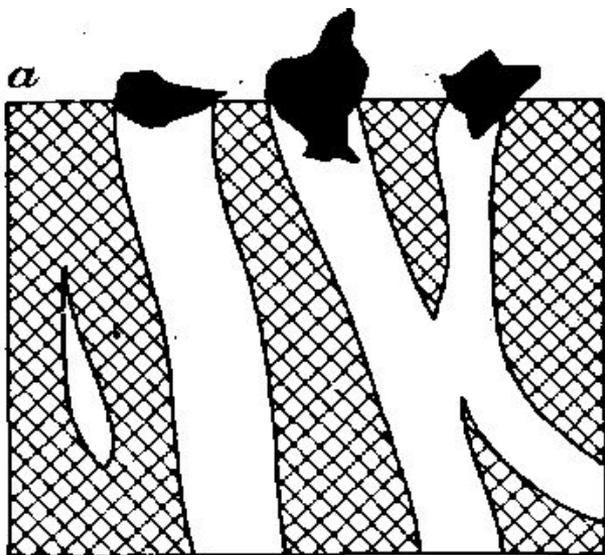


КОНТРОЛЬ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ КАЧЕСТВА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Лекция 4 Методы и средства восстановления качества нефти и нефтепродуктов. Фильтрация. Адсорбция. Химические методы. Смешение.

Виды фильтрации



а — с полным закупориванием пор;

б — с постепенным закупориванием каждой поры;

в - с образованием осадка;

г - промежуточный

Сопротивление фильтра

$$d\Omega/dG = k\Omega^a$$

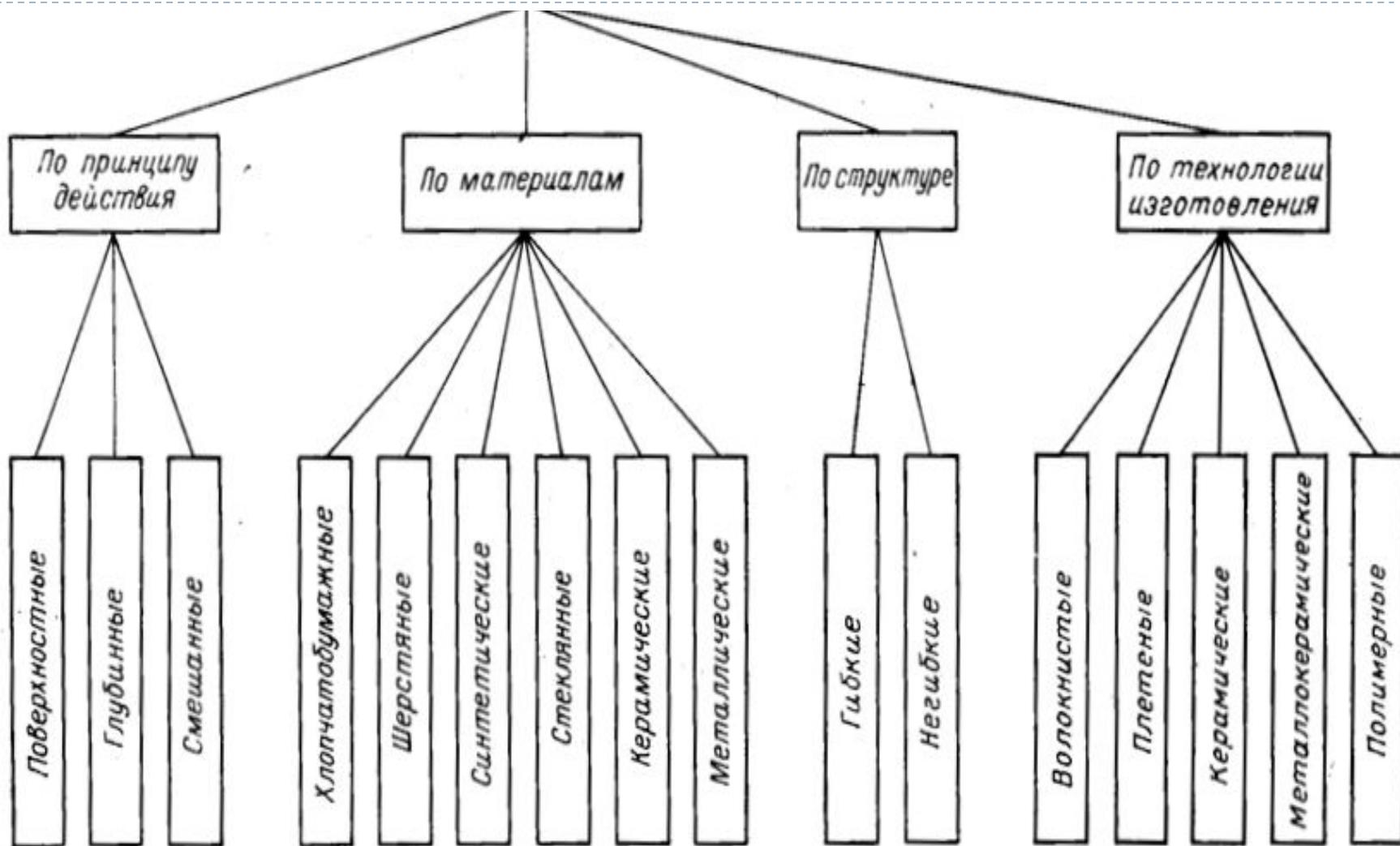
Вид фильтрации	Показатель а
С полным закупориванием пор	2
С постепенным закупориванием пор	1,5
С образованием осадка	0
Промежуточный	0..1,5



Требования к фильтровальным материалам

- надежно задерживать возможно большее количество твердых частиц и диспергированной воды;
- иметь небольшое гидравлическое сопротивление при максимальной удельной пропускной способности;
- легко и многократно регенерироваться от загрязнений;
- не изменять физико-химических, механических свойств и геометрических размеров при контакте с очищаемыми продуктами и при воздействии ударных, тепловых и вибрационных нагрузок;
- иметь высокий ресурс работы;
- не электризовать очищаемый продукт;
- после использования легко утилизироваться без загрязнения внешней среды;
- иметь хорошие технологические и конструктивные свойства (легко гофрироваться, склеиваться);
- быть дешевыми, с доступной сырьевой базой.

Классификация фильтровальных материалов



Условное обозначение фильтров

Фильтры классифицируют по номинальной пропускной способности, номинальной тонкости фильтрации, виду очищаемого нефтепродукта и типу фильтровального материала.

Эти показатели отражены в условном обозначении фильтра.

Например, фильтр для горючего с пропускной способностью $120 \text{ м}^3/\text{ч}$, с номинальной тонкостью фильтрации 20 мкм и фильтрующим элементом из нетканого материала обозначают ФГН-120-20.

Б — бумага;

Н — нетканый материал;

Т — ткань;

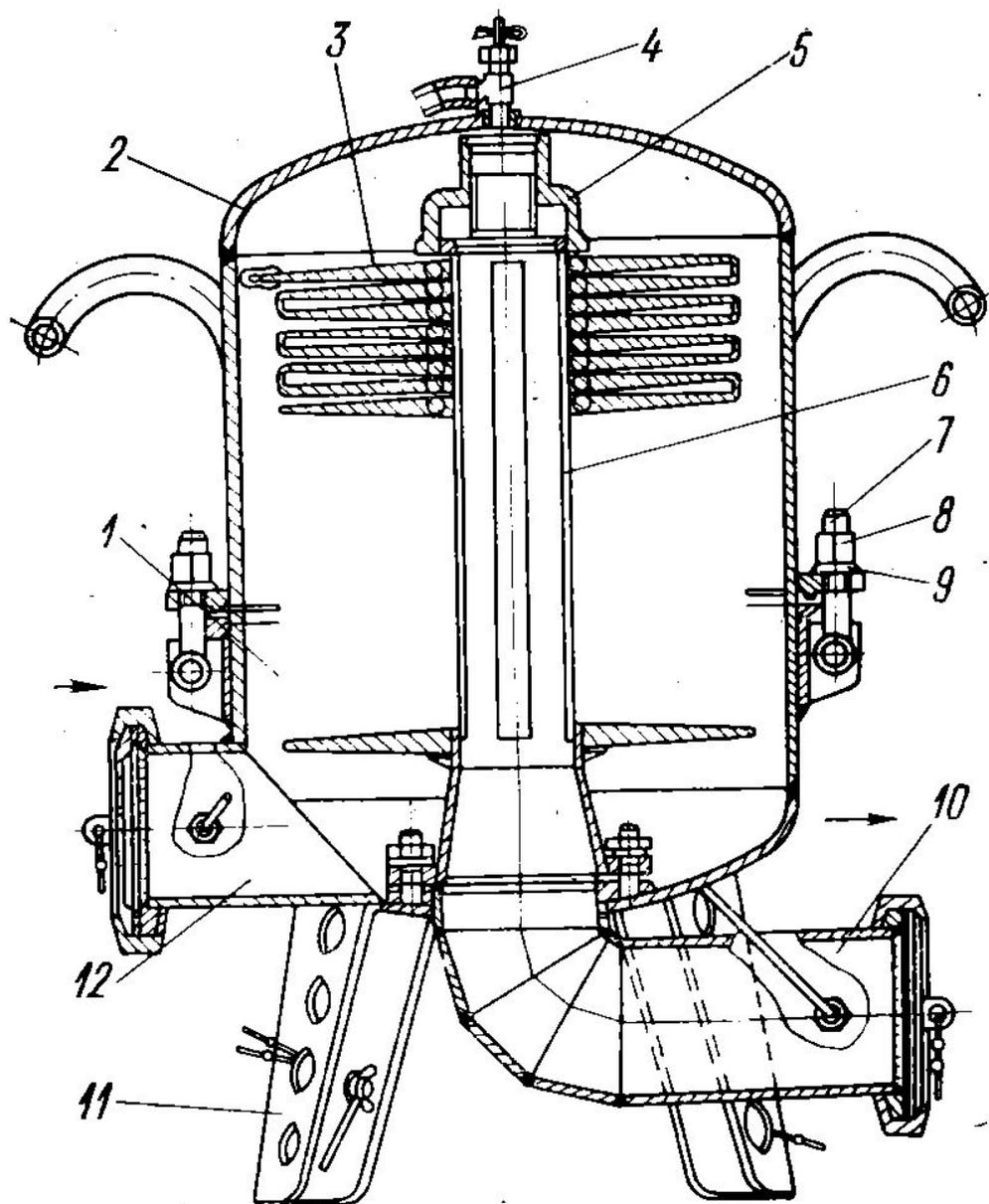
К — керамика;

С — сетка;

М — металлокерамика

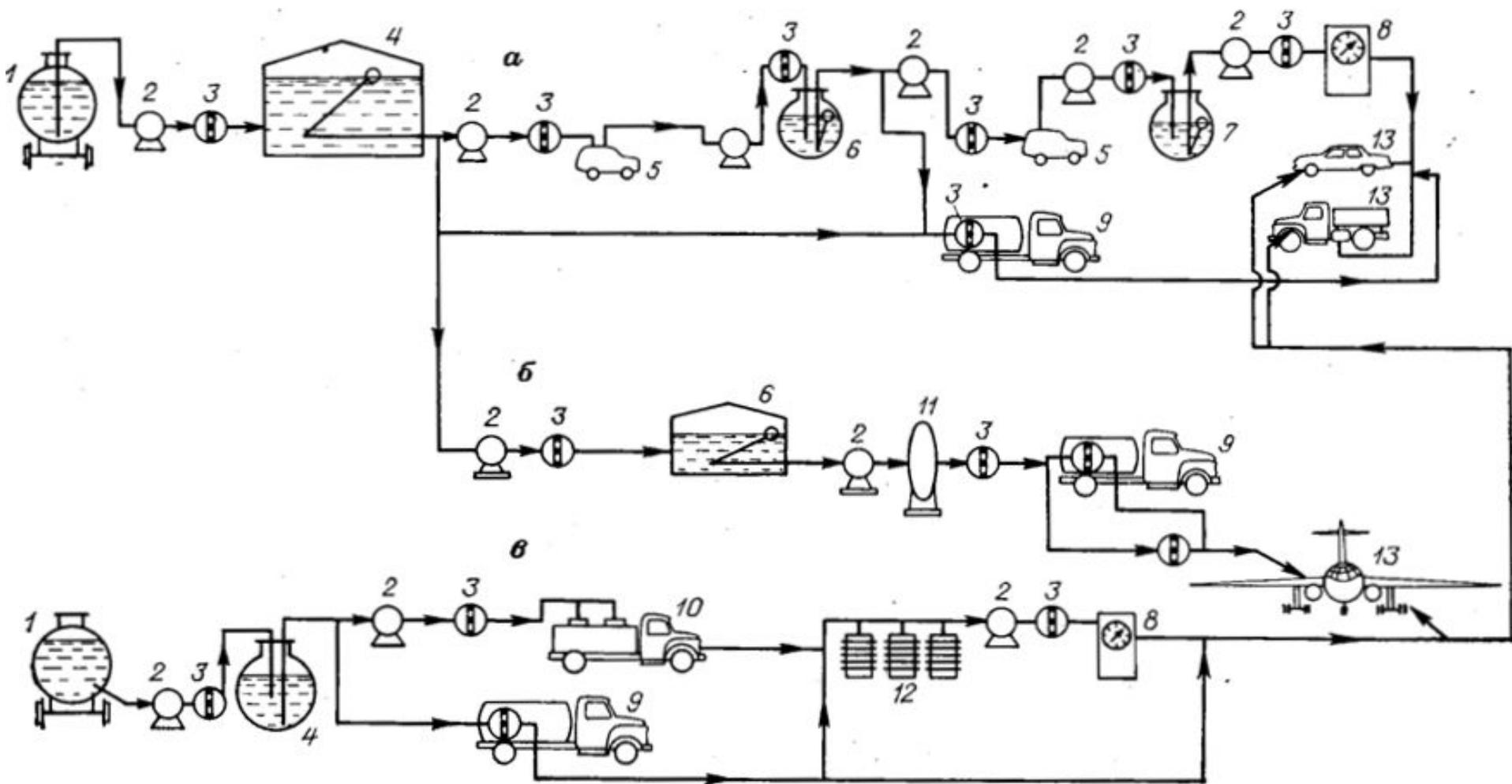


Устройство фильтра типа ФГН



- 1 — корпус;
- 2 — крышка-колпак;
- 3 — фильтровальный пакет;
- 4 — кран для выпуска воздуха;
- 5 — зажимная гайка;
- 6 — центральная труба;
- 7 — откидной болт;
- 8 — гайка;
- 9 — шайба;
- 10 — выходной патрубков;
- 11 — опоры (3 шт.);
- 12 — входной патрубков.

системы с насосами и фильтрами для авиационных и дизельных топлив (а), реактивных топлив (б) и смазочных масел (в)



1—железнодорожная цистерна с нефтепродуктом; 2 — насос; 3 — фильтр; 4 — резервуар склада или базы; 5 — автоцистерна; 6 — резервуар аэродромного или промежуточного склада; 7 — резервуар заправочной станции; 8 — мерное устройство; 9 — топливозаправщик; 10 — бортовой автомобиль с бочками; 11 — фильтр-сепаратор; 12 — группа бочек; 13 — заправляемая техника

Адсорбционные методы

- Адсорбционные методы используют вещества, избирательно поглощающие определенные молекулы из смеси органических и неорганических соединений разнообразной структуры.
- Поглощающие вещества могут быть твердыми и жидкими, однако большее распространение получили твердые вещества (адсорбенты), цеолиты и силикагели.
- Цеолиты используют для удаления воды, но они также могут быть использованы для разделения любых смесей, состоящих из молекул приемлемых размеров и структуры.
- Силикагели адсорбируют не только воду, но и продукты окисления углеводородов — смолы, кислородные и другие гетероорганические соединения.



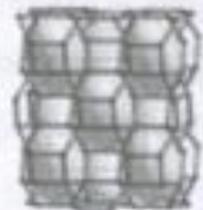
(шабазит, натролит, гейландит)



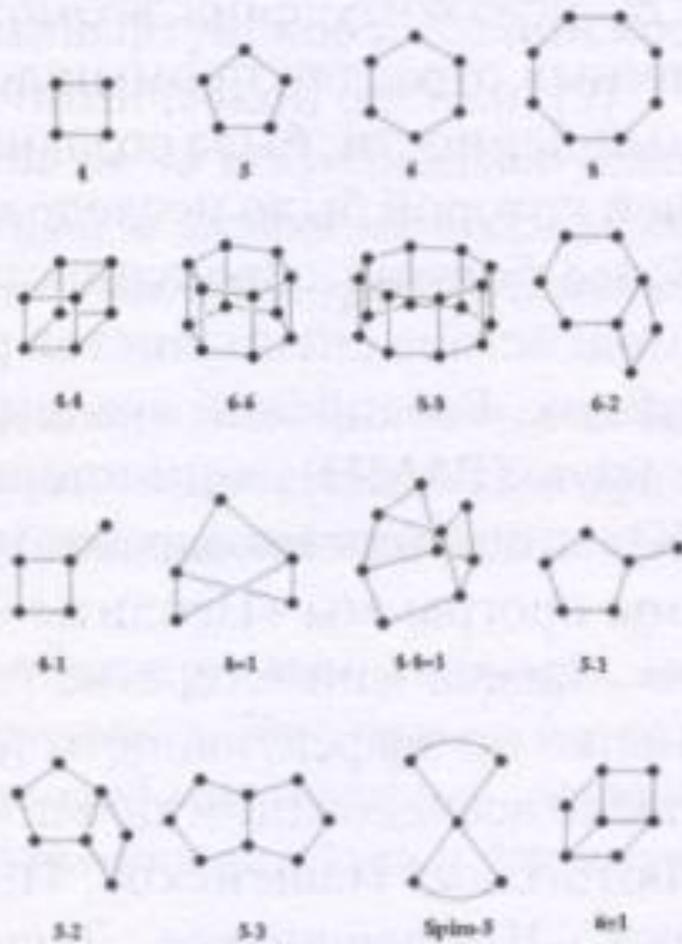
ZIF-2 crb



ZIF-3 dft



ZIF-4 cag



Виды кристаллических решеток
природного цеолита

Искусственные цеолиты (CaA, NaA, NaX)

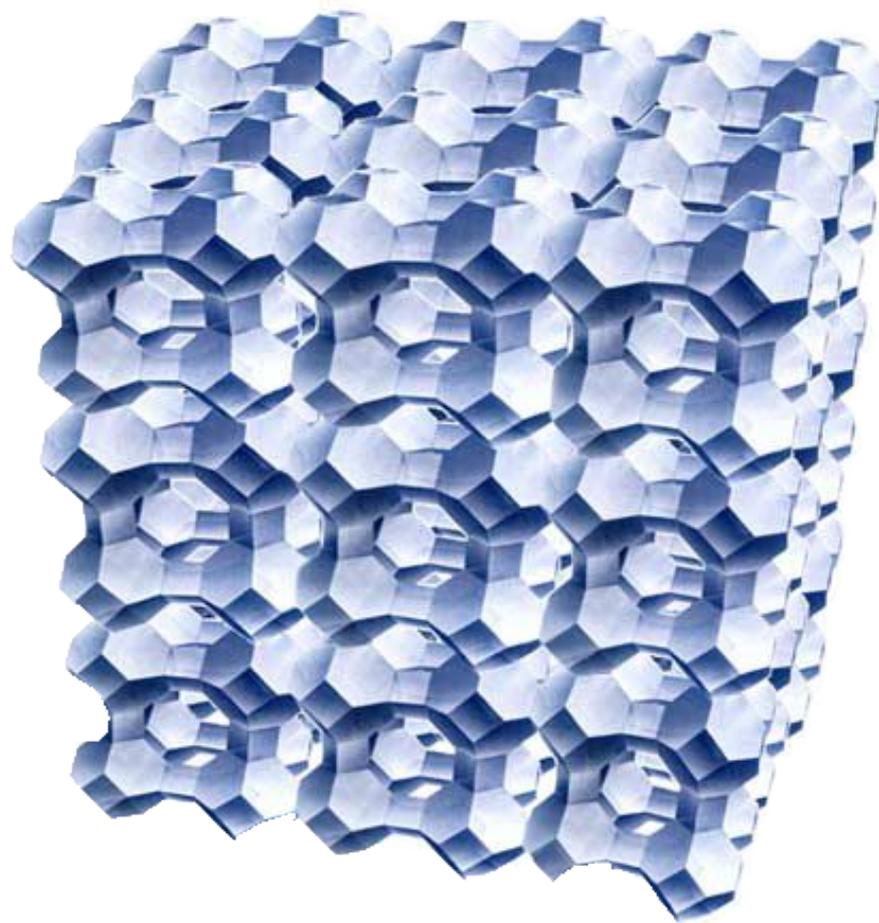
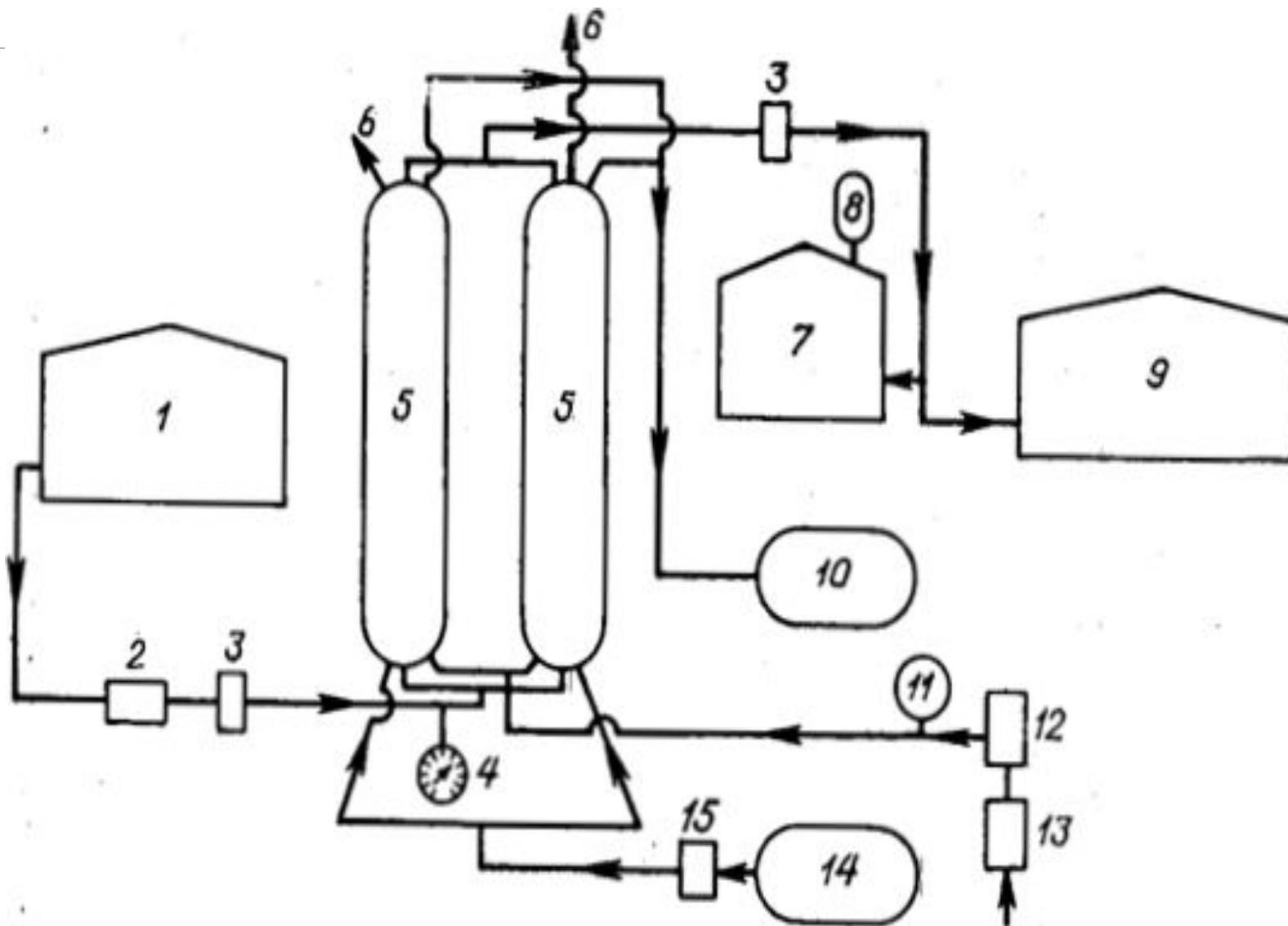


Схема адсорбционной установки



- 1 — резервуар с исходным нефтепродуктом;
 - 2 — насос;
 - 3 — фильтр;
 - 4 — манометр;
 - 5 — адсорберы;
 - 6 — газоход;
 - 7 — резервуар с сухим нефтепродуктом;
 - 8 — поглотитель влаги;
 - 9 — резервуар с восстановленным нефтепродуктом;
 - 10 — резервуар с отработанным нефтепродуктом;
 - 11 — аппаратура для измерения параметров нагретого воздуха;
 - 12 — печь для нагрева воздуха;
 - 13 — воздуходувка;
 - 14 — резервуар с исходным растворителем;
 - 15 — насос для растворителя
-



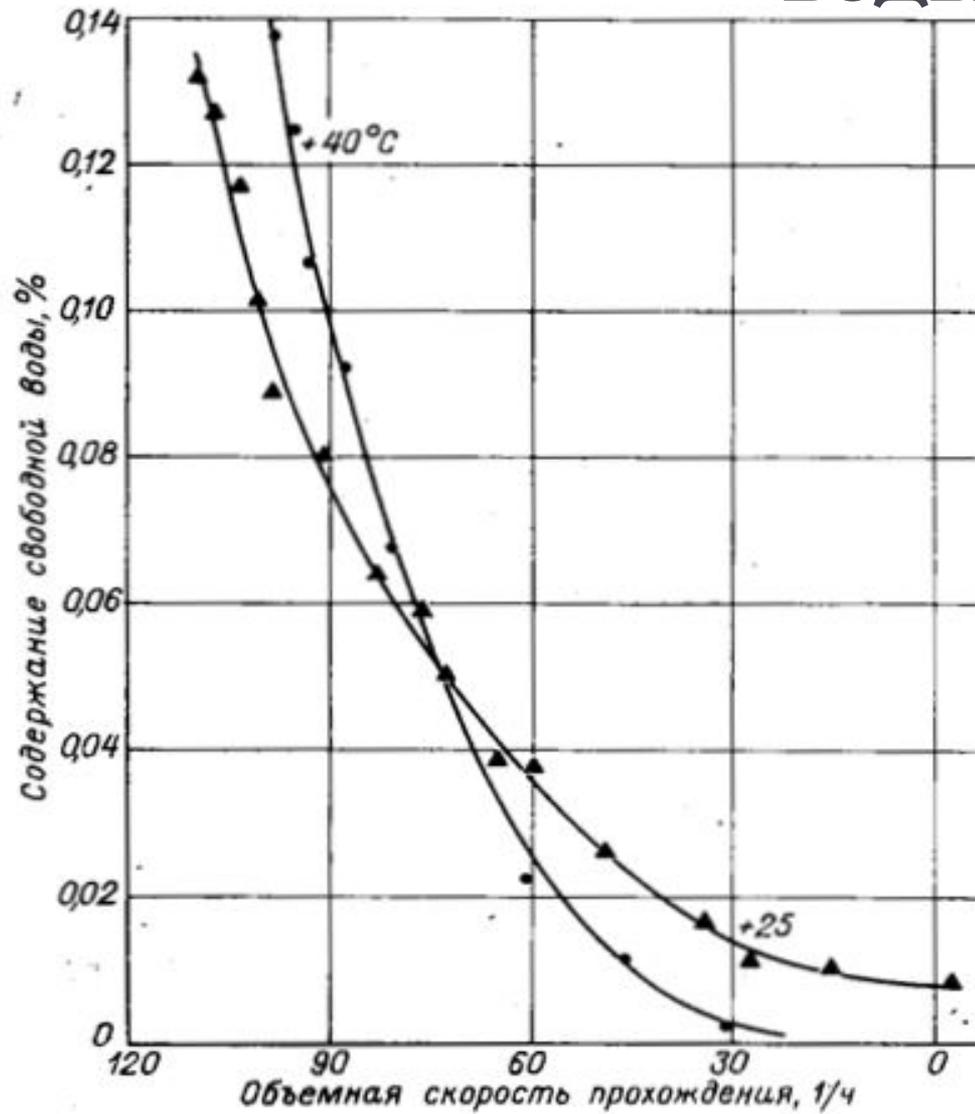
Исходный нефтепродукт подают через фильтр в адсорбер, включенный в рабочий цикл очистки. Скорость подачи регулируют сбросом части нефтепродукта в исходный резервуар. Проходя через активированный адсорбент, нефтепродукт восстанавливает качество, при этом нежелательные компоненты остаются на адсорбенте. После адсорбера нефтепродукт проходит фильтр тонкой очистки и направляется в резервуар восстановленного продукта.

Параллельно во втором адсорбере осуществляется цикл регенерации отработанного адсорбента. Регенерация может выполняться продувкой воздухом, нагретым до соответствующей температуры. Для цеолитов эта температура составляет 300—400 °С. При необходимости перед продувкой горячим воздухом применяют растворители-десорбенты, которые удаляют с поверхности адсорбентов нежелательные вещества. Поданный компрессором воздух нагревают в нагревательной печи. Заданный режим нагрева поддерживается автоматически.

После восстановления и регенерации адсорбента адсорбер желательно заполнить сухим кондиционным продуктом с целью предотвращения поглощения влаги и понижения активности адсорбента в период между циклами восстановления.



Эффективность адсорбции (удаление воды из топлива ТС-1)



Увеличение октанового числа бензинов после обработки цеолитами

Бензин	Октановое число бензина по исследовательскому методу	
	Исходного	После обработки цеолитами
Легкий прямогонный	69,0	83,7
Тяжелый прямогонный	44,1	70,6
Риформинг-бензин широкого фракционного состава:		
I	87,1	95,3
II	94,0	98,1
Термический крекинг-бензин	76,0	89,1
Каталитический крекинг-бензин:		
тяжелый	88,0	94,4
легкий	03,8	95,7
Авиационный алкилат	93,1	93,6



Химические методы

Химические методы основаны на взаимодействии реагентов с нежелательными компонентами нефтепродуктов: водой, продуктами окисления, гетероорганическими соединениями.

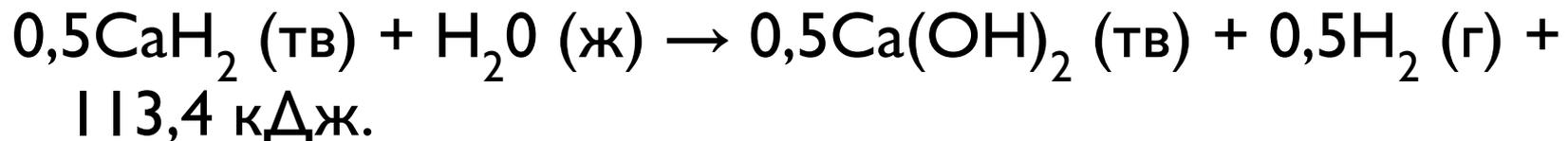
Все кислородные соединения, в том числе и вода, являются продуктами окисления, поэтому восстановлением кислородные соединения можно превратить в углеводороды, а воду — в водород. Эффективными восстановителями являются гидриды металлов. Воду можно удалить также с помощью карбидов и окислов некоторых легких металлов.

Химические реагенты должны были быть дешевы и безопасны для качества нефтепродуктов. Наиболее подходят для этой цели нерастворимые в углеводородах соединения кальция, алюминия, лития.

Гидроокись кальция практически нерастворима в углеводородах, поэтому соединения кальция, образующие ее в результате реакции с водой, могут использоваться для осушки топлив и масел. Из таких соединений наиболее пригодны окись, карбид и гидрид кальция,

взаимодействии соединений кальция

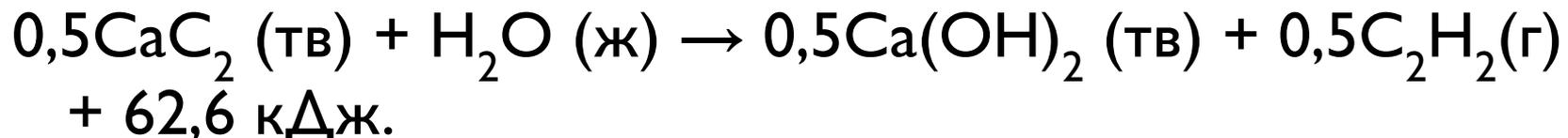
При взаимодействии гидрида кальция с водой протекает следующая реакция:



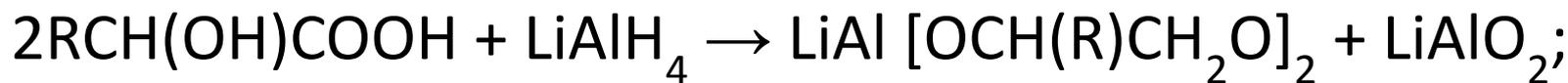
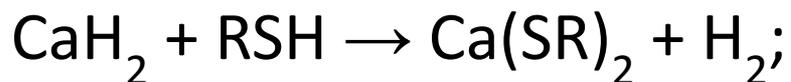
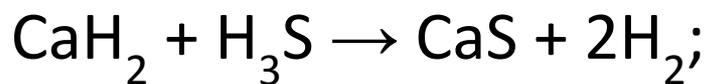
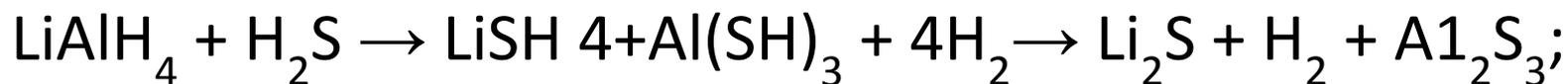
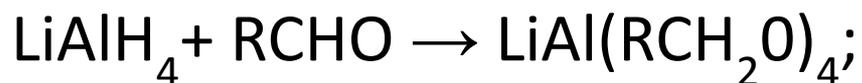
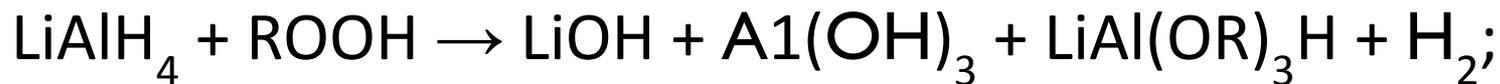
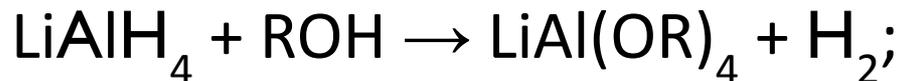
При взаимодействии с водой окиси кальция:



Реакция карбида кальция с водой:



ВЗАИМОДЕЙСТВИИ КОМПЛЕКСНЫХ ГИДРИДОВ



Смешение и добавление недостающих компонентов

- ▣ **Качество топлив** восстанавливают по октановому числу, фракционному составу, плотности, коксуемости, кислотности, йодному числу, вязкости, температуре вспышки, содержанию фактических смол, ароматических углеводородов, серы, золы, механических примесей и воды.
 - ▣ **Качество масел** восстанавливают по вязкости, температуре вспышки, коксуемости, кислотному числу, зольности, плотности, содержанию механических примесей и воды.
 - ▣ **Качество специальных жидкостей** восстанавливают по содержанию присадок, механических примесей и компонентов, входящих в их состав.
 - ▣ **Качество некондиционных нефтепродуктов** восстанавливают путем их смешения с нефтепродуктами, имеющими запас качества по соответствующим показателям, а также добавлением недостающих компонентов.
-



Соотношения нефтепродуктов для смешения

- Для аддитивных величин (содержание фактических смол, серы, ароматических углеводородов, плотность, коксуемость, кислотность, фракционный состав, зольность, кислотное, йодное и октановое числа)

$$G_{з.к} = \frac{\pi_{вс} - \pi_{нк}}{\pi_{з.к} - \pi_{нк}} \cdot 100.$$

- Для не аддитивных величин (вязкость, температура вспышки в закрытом тигле)

$$v_{вс} = [v'G' + v''G'' - k(v' - v'')] / 100,$$

где $[G] = \%$, а $v' > v''$.



- При смешении в резервуар сначала подают топливо с большей плотностью, а затем в нижнюю часть резервуара перекачивают необходимое количество топлива с меньшей плотностью, что улучшает условия смешения.
- Полученную смесь перемешивают перекачкой «на кольцо» по схеме резервуар—насос—резервуар до тех пор, пока смесь не будет однородной. Однородность смеси определяют лабораторным анализом после отстаивания в течение 3—4 ч.
- Операцию восстановления считают законченной, если плотность смеси в нижнем, среднем и верхних слоях одинакова и результаты лабораторного анализа подтвердят соответствие качества нефтепродукта требованиям ГОСТ или ТУ.
- Высоковязкие нефтепродукты смешивают в резервуарах, оборудованных подогревателями. Смесь перекачивают «на кольцо» до однородного состояния; после этого выдерживают 2—4 ч при 60—80 °С и определяют лабораторным анализом качество восстановленного продукта.

