

Уфимский государственный нефтяной
технический университет

профессор

Конесев Геннадий Васильевич

**Промывочные
жидкости и промывка
скважин в сложных горно-
геологических условиях**

2017

Классификация БПЖ

Класс	Группа	Подгруппа
1. БПЖ на водной основе	1.1. Глинистые растворы (ГР)	1.1.1. ГР пресные (содержание $NaCl < 1\%$) 1.1.2. ГР слабоминерализованные ($NaCl$ 1–3%) 1.1.3. ГР среднеминерализованные ($NaCl$ 3–10%) 1.1.4. ГР высокоминерализованные ($NaCl > 10\%$, до насыщения) 1.1.5. ГР эмульсионные – гидрофильные эмульсионные растворы 1.1.6. ГР ингибированные (ГРИ) солями калия – калиевые ГР 1.1.7. ГРИ известью – известковые ГР 1.1.8. ГРИ гипсом – гипсовые ГР 1.1.9. ГРИ хлористым кальцием – высококальциевые ГР 1.1.10. ГРИ соединениями алюминия 1.1.11. ГРИ соединениями хрома 1.1.12. ГРИ соединениями кремния – силикатные ГР 1.1.13. ГР, ингибированные смесями солей одно- и поливалентных металлов – гипсо-калиевые, известково-калиевые, алюмо-калиевые и др. 1.1.14. Малоглинистые растворы 1.1.15. Карбонатно-глинистые растворы 1.1.16. ГР гидрофобизированные 1.1.17. ГР биополимерные

Классификация БПЖ – продолжение

(1)

Класс	Группа	Подгруппа
1. БПЖ на водной основе (продолжение)	1.2. Естественные водные суспензии (ЕВС)	1.2.1. Глинистая ЕВС 1.2.2. Аргиллитовая ЕВС 1.2.3. Карбонатная ЕВС
	1.3. Безглинистые растворы	1.3.1. Вода различной степени минерализации 1.3.2. Гели водорастворимых полимеров 1.3.3. Полимерсолевые растворы (БПЖ на сшитых полимерах) 1.3.4. Биополимерные растворы 1.3.5. Микропузырьковые жидкости 1.3.6. Перенасыщенные солями жидкости повышенной плотности 1.3.7. Гидрогели

Классификация БПЖ – продолжение (2)

Класс	Группа	Подгруппа
<p style="text-align: center;">2. Растворы на углеводородной основе (РУО)</p>	<p style="text-align: center;">2.1. Безводные РУО</p>	<p>2.1.1. Известково-битумный раствор (ИБР) 2.1.2. РУО на основе высокоокисленного битума и синтетических жирных кислот 2.1.3. РУО на основе загущенной нефти</p>
	<p style="text-align: center;">2.2. Инвертные эмульсионные растворы (ИЭР)</p>	<p>2.2.1. Инвертно-эмульсионный раствор на основе ИБР (ИЭБР) 2.2.2. Высококонцентрированный инвертно-эмульсионный раствор (ВИЭР) 2.2.3. Термостойкий инвертно-эмульсионный раствор (ТИЭР) 2.2.4. Гидрофобно-эмульсионный раствор (ГЭР) на основе ИКБ-2 2.2.5. Буровой инвертно-эмульсионный раствор на основе эмультала 2.2.6. ИЭР на основе СЭТ-1 2.2.7. ИЭР на основе биоразлагаемых углеводов</p>

Классификация БПЖ – продолжение (конец)

Класс	Группа	Подгруппа
3. Газы и газосодержащие жидкости	3.1. Газообразные агенты	3.1.1. Продувка воздухом 3.1.2. Продувка азотом 3.1.3. Продувка природным газом 3.1.4. Продувка отработанными газами ДВС
	3.2. Аэрированные промывочные жидкости (АПЖ)	3.2.1. АПЖ на основе химической аэрации 3.2.2. АПЖ на основе компрессорной аэрации
	3.3. Пены	3.3.1. Двухфазная пена на основе воды, газа и пенообразователя 3.3.2. Трехфазная пена на основе глинистого раствора, газа и ПАВ

Ареометр АБР-1

1 – съемный груз;

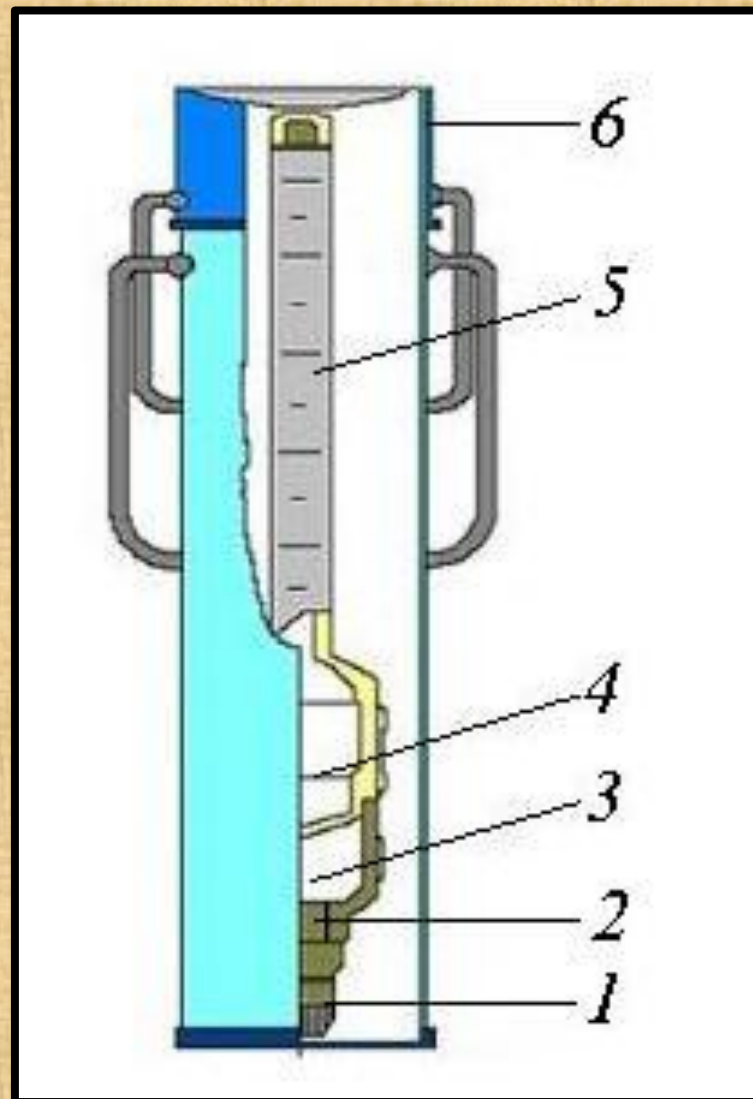
2 – металлический балласт;

3 – мерный стакан;

4 – поплавок;

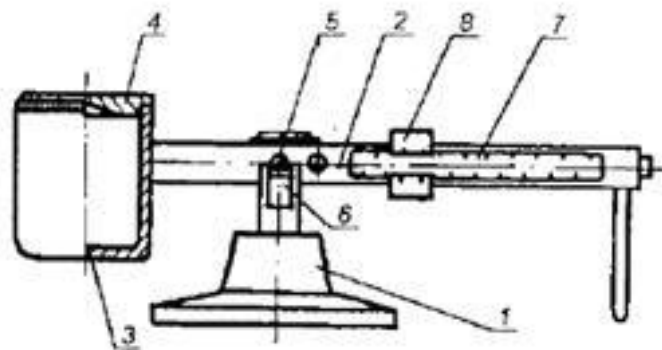
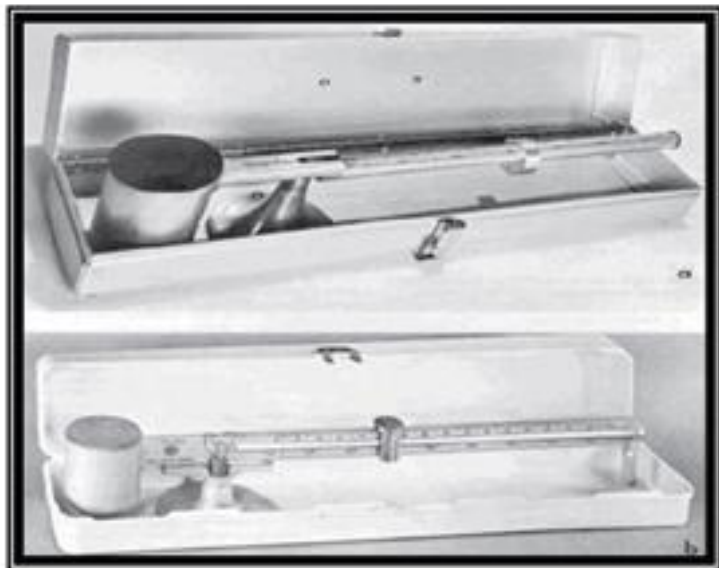
5 – стержень с основной и поправочной шкалами;

6 – ведро с крышкой.



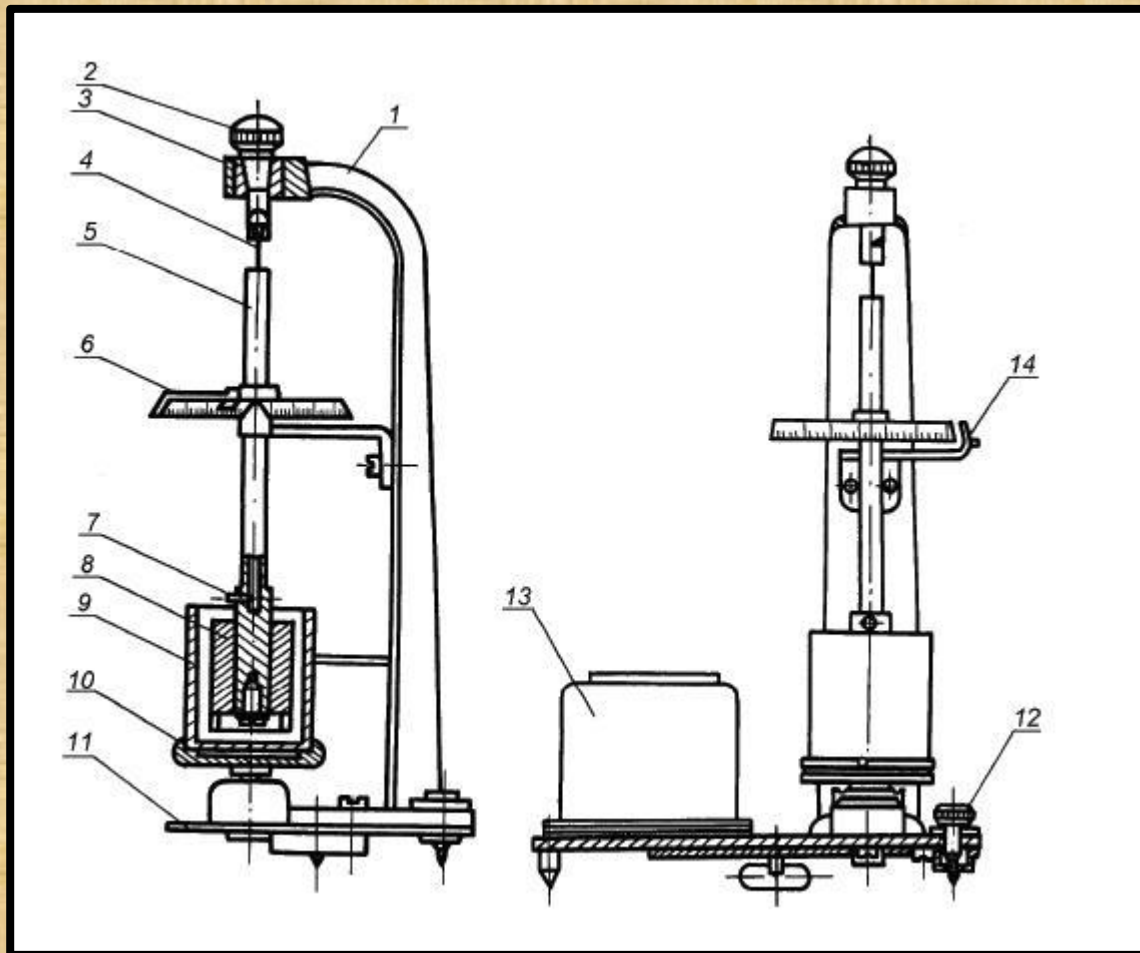
Рычажные весы-плотномер ВРП-1

1 – подставка; 2 – рычаг; 3 – мерный стакан; 4 – крышка; 5 – призмы; 6 – вкладыш; 7 – шкалы; 8 – подвижный груз (рейтер).



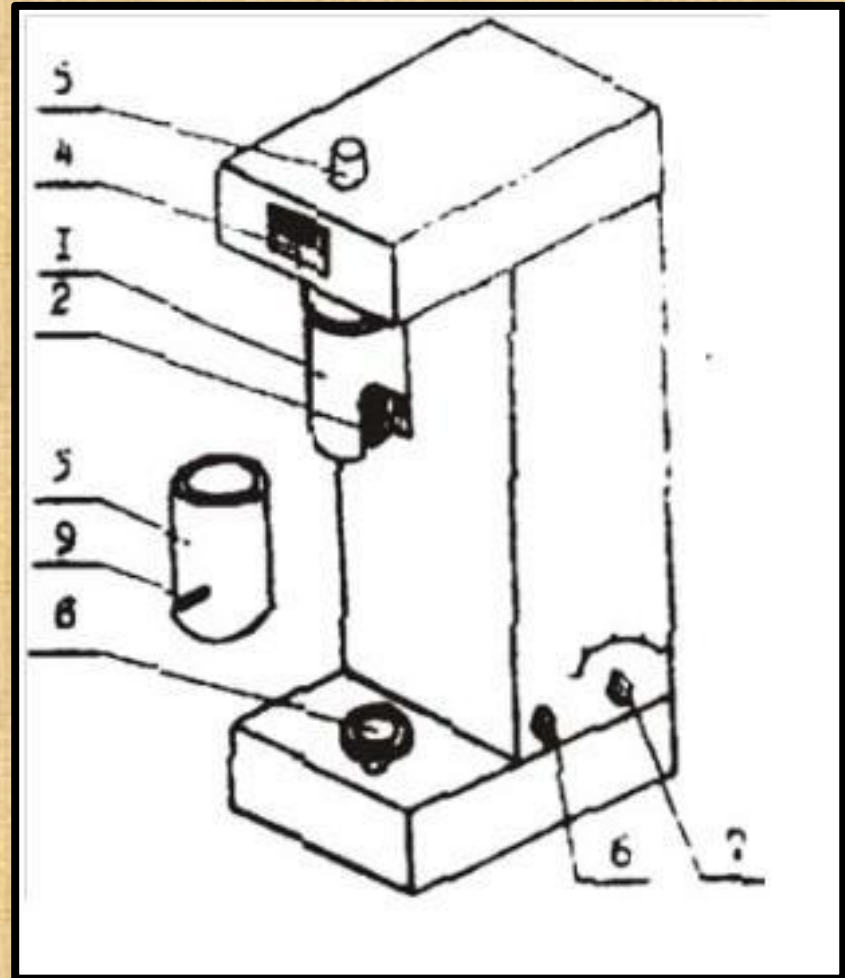
Прибор СНС-2

- 1 – стойка;
- 2 – пробка для установки нити;
- 3 – конусная втулка;
- 4 – упругая нить;
- 5 – защитная трубка;
- 6 – угловая шкала;
- 7 – винт крепления нити;
- 8 – измерительный цилиндр;
- 9 – внешний стакан;
- 10 – вращающаяся опора;
- 11 – общая плита;
- 12 – установочные винты;
- 13 – привод;
- 14 – указатель угла закручивания.



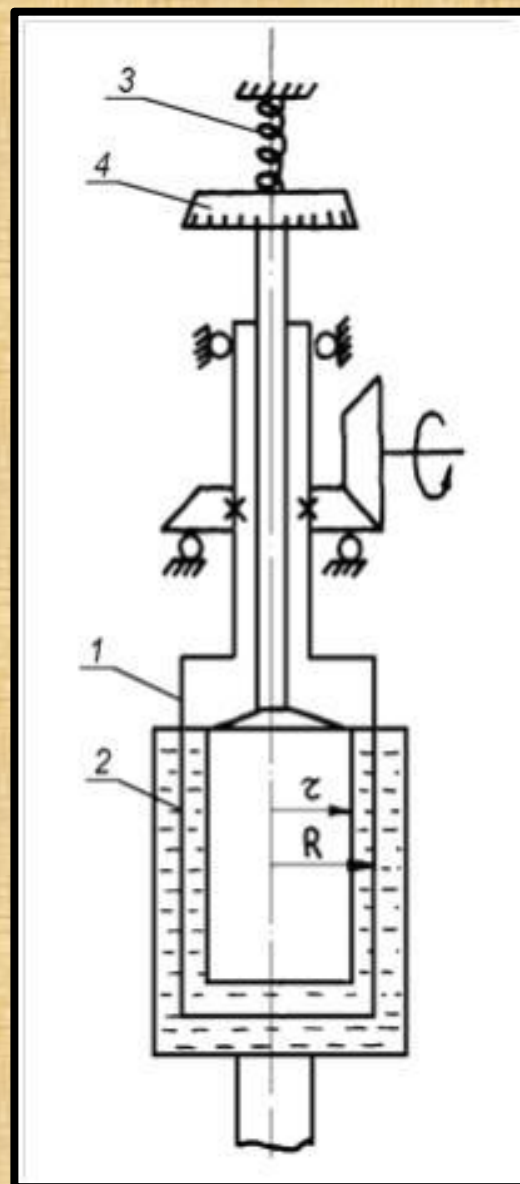
Вискозиметр ВСН-3

- 1 – наружный вращающийся цилиндр;
- 2 – внутренний вращающийся цилиндр;
- 3 – стакан;
- 4 – шкала с вертикальной риской смотрового окна;
- 5 – винт-головка;
- 6 – выключатель;
- 7 – переключатель;
- 8 – подъемный столик;
- 9 – штуцер.



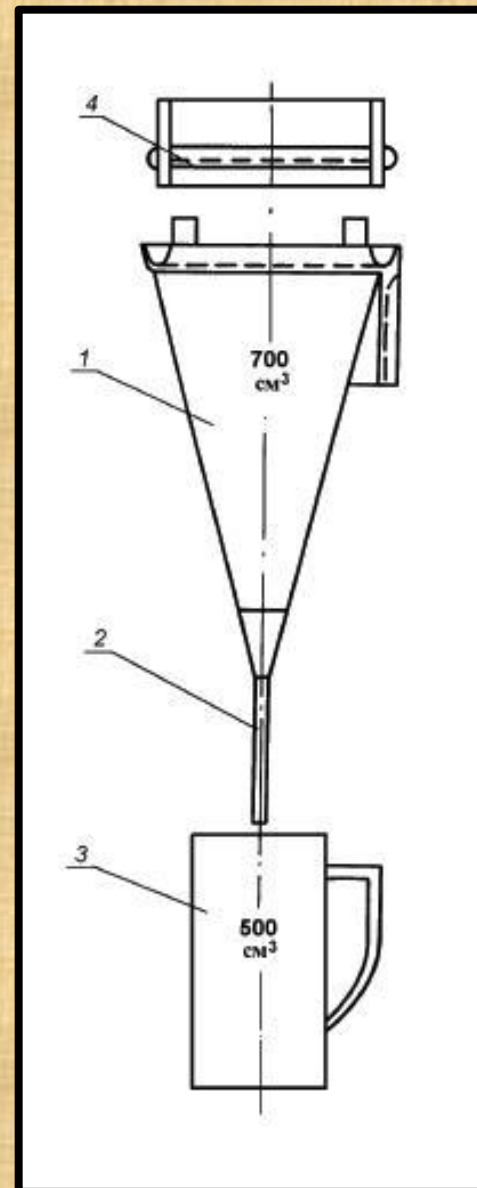
Общая схема ротационного вискозиметра

- 1 – наружный вращающийся цилиндр;
- 2 – внутренний вращающийся цилиндр;
- 3 – пружина;
- 4 – шкала.



Вискозиметр ВБР-1

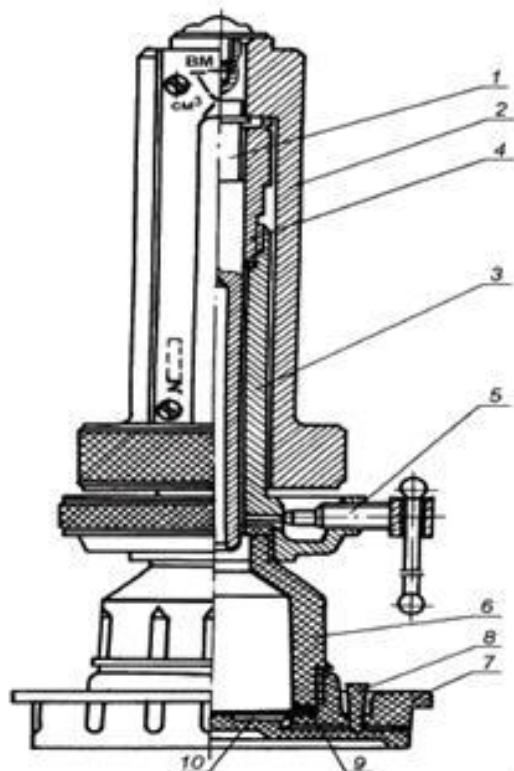
- 1 – воронка;**
- 2 – трубка;**
- 3 – мерная кружка;**
- 4 – сетка.**



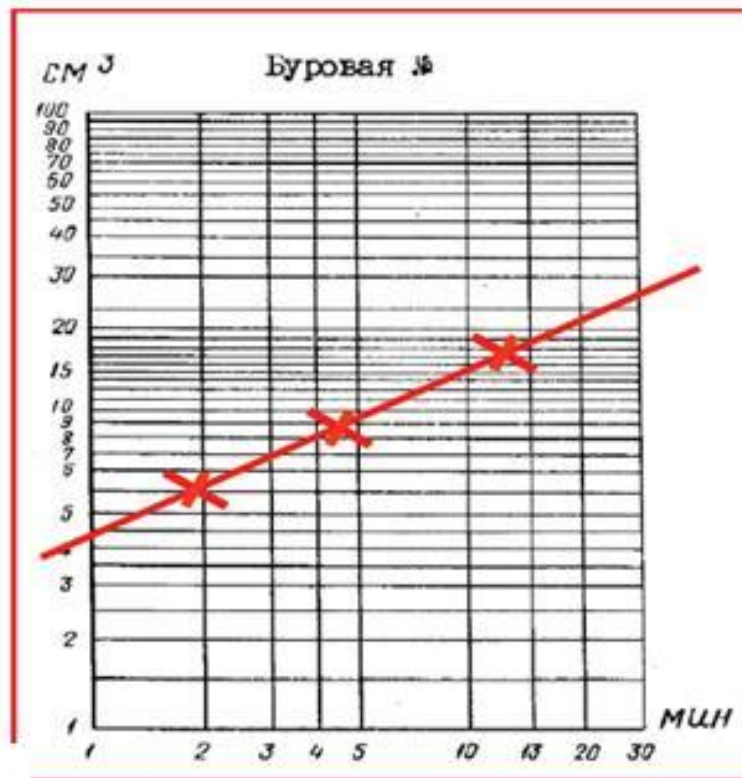
Воронка Марша



Схема прибора ВМ-6 (а) и бланк с двойной логарифмической сеткой (б)

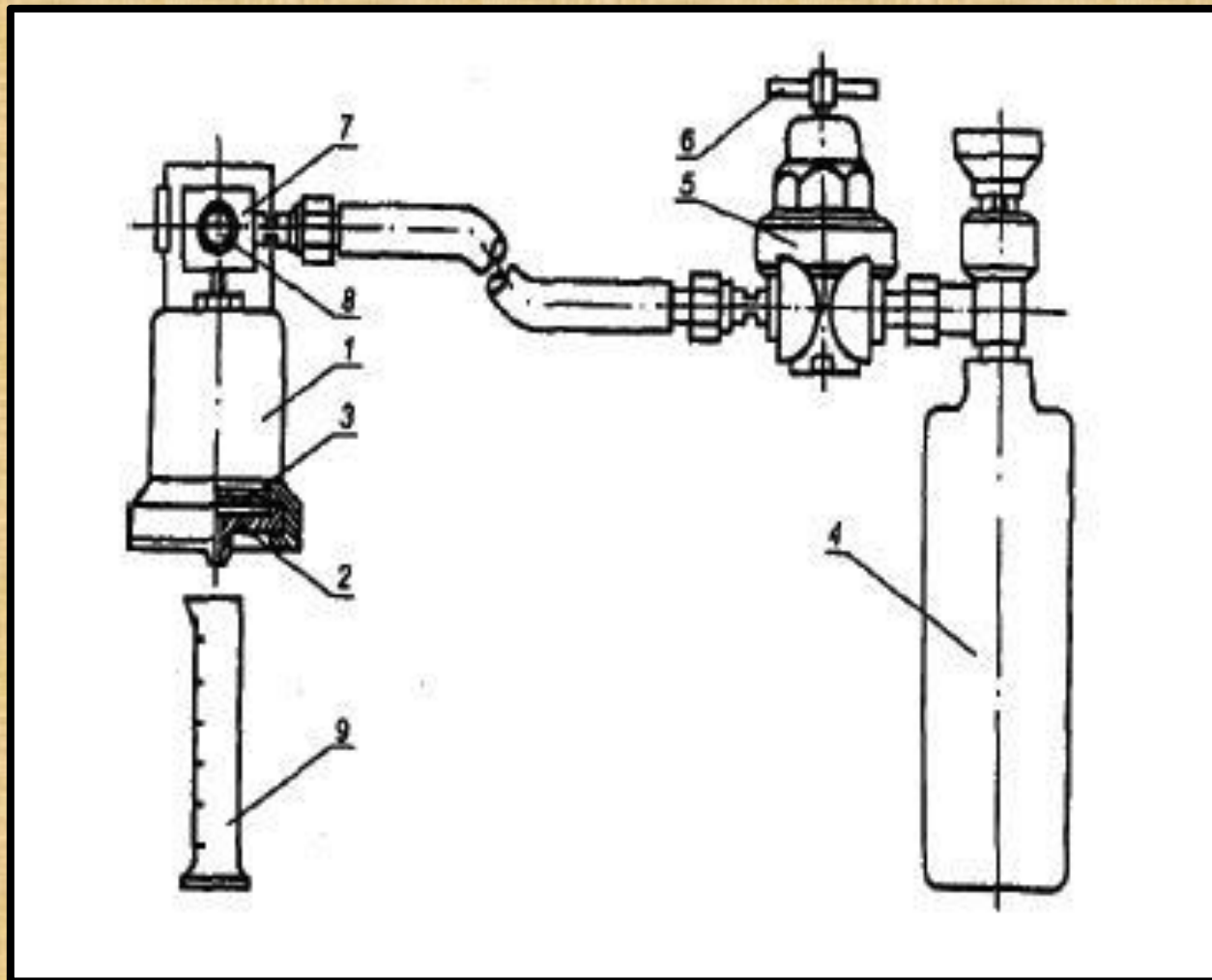


а



б

Схема фильтр-пресса ФЛР-1



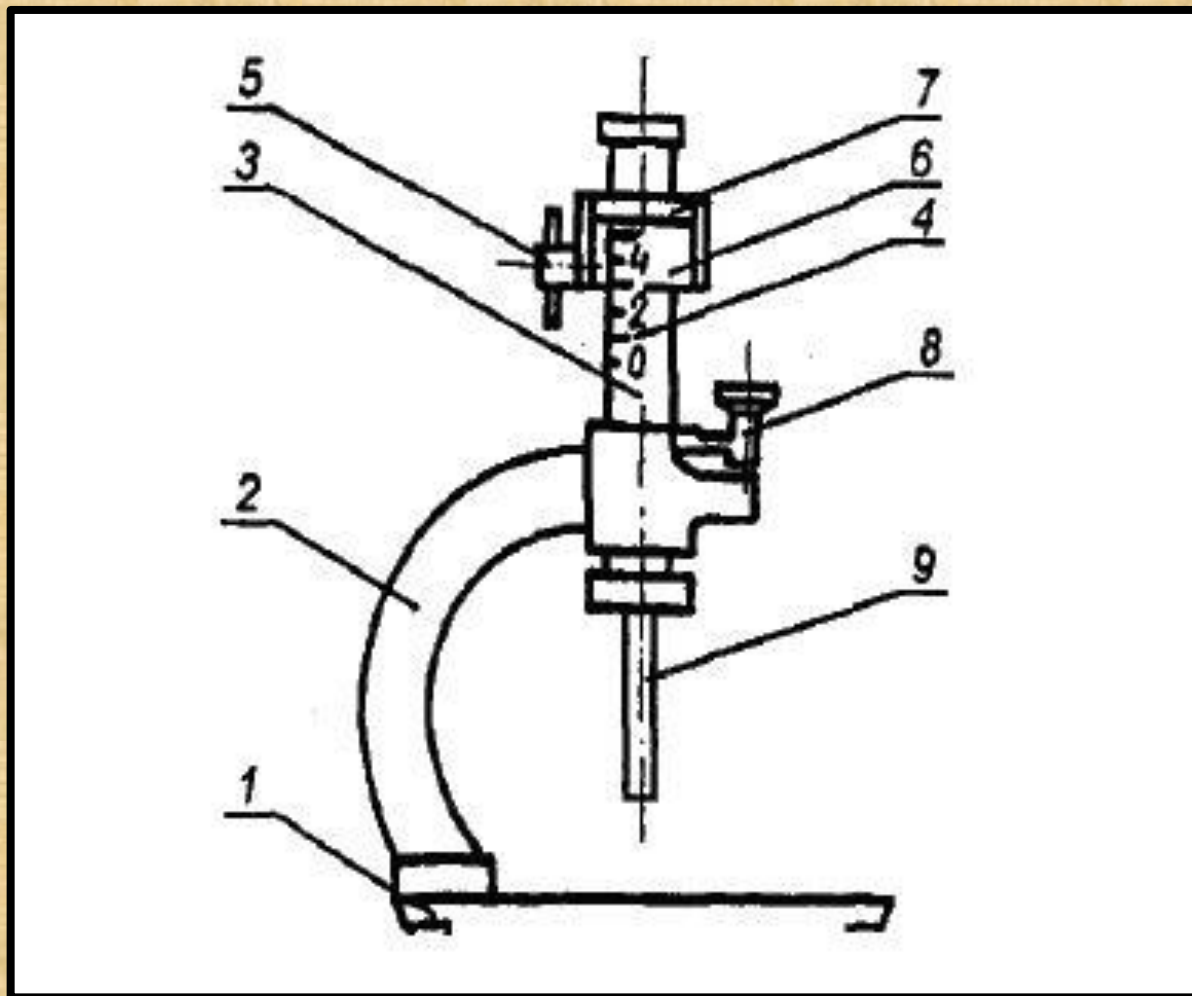
Фильтр-пресс АРІ



Фильтр-пресс высоких давлений и температур



Игла Вика



Прибор рН-метр



**Комбинированный прибор фирмы
«Бароид» для определения
смазывающей способности растворов**

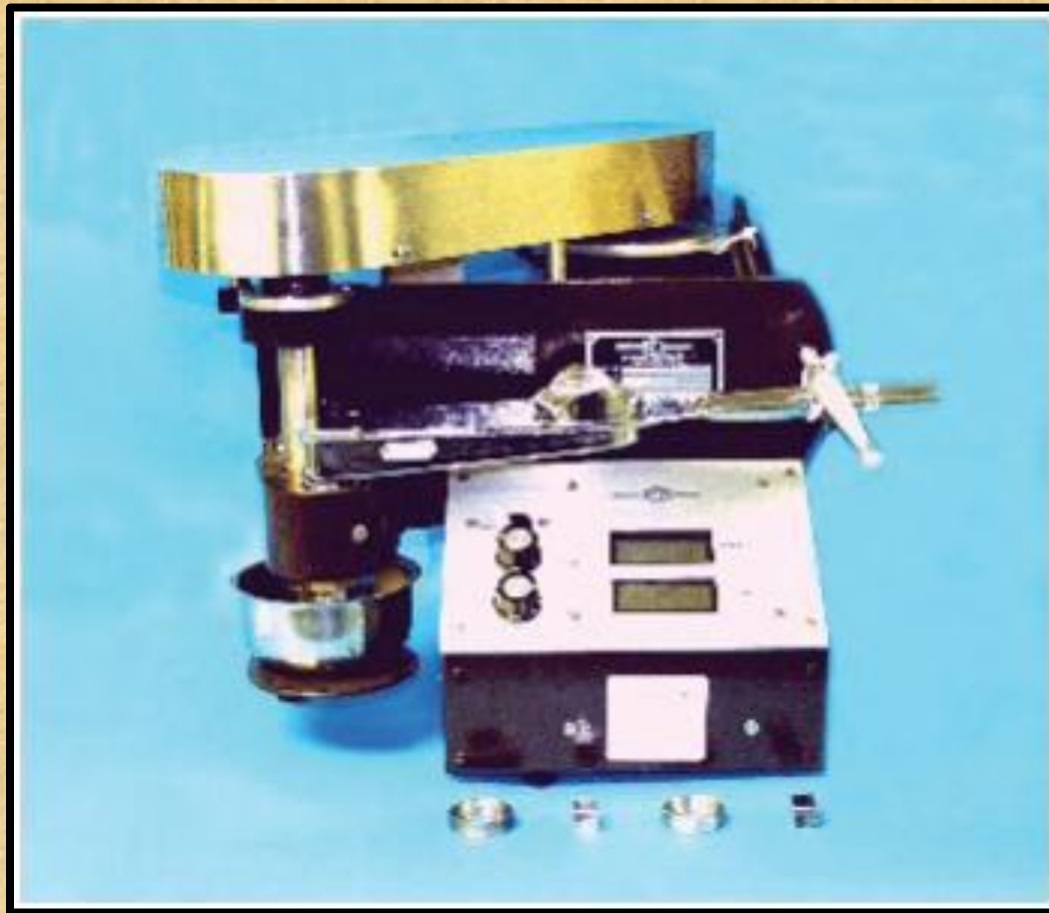
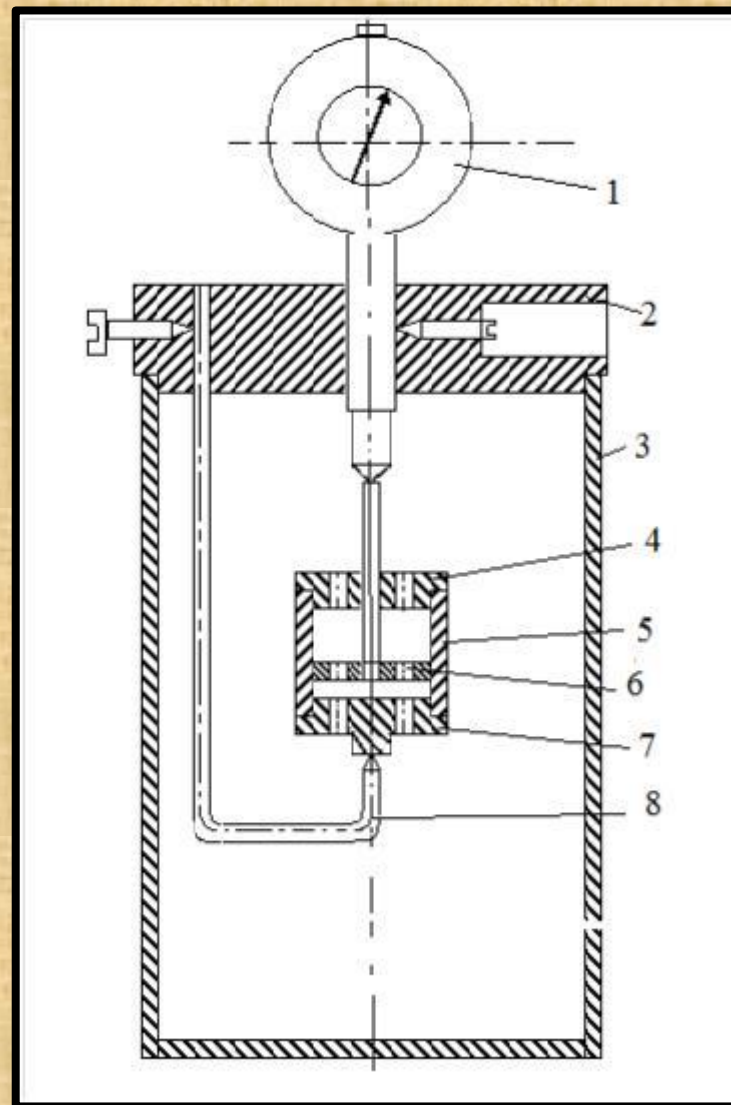


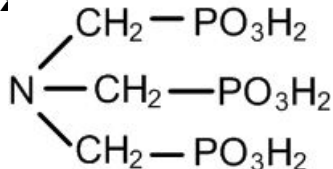
Схема прибора Жигача-Ярова

- 1 – индикатор;
- 2 – крышка прибора;
- 3 – стакан;
- 4 – крышка цилиндра;
- 5 – цилиндр;
- 6 – поршень;
- 7 – дно цилиндра;
- 8 – скоба.



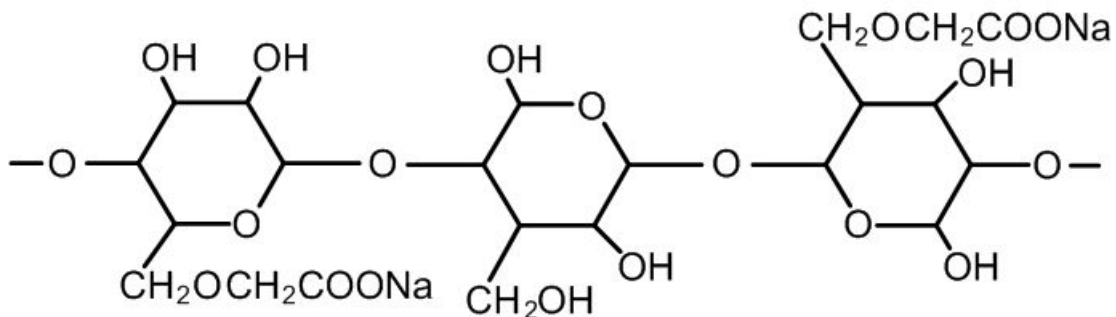
СТРУКТУРНЫЕ ФОРМУЛЫ РЕАГЕНТОВ (I)

1. **НТФ** – нитротриметилфосфовая кислота (ПВ, регулятор pH)

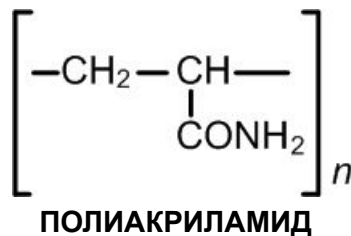


2. **КМЦ** – карбоксиметилцеллюлоза (ПВ)

$\text{R}(\text{OCH}_2\text{COONa})_x$, где $\text{R}=\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_2$

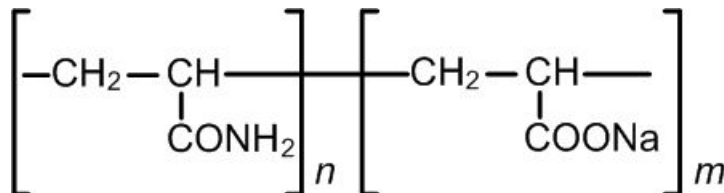


- 3.1. **ПАА:**



СТРУКТУРНЫЕ ФОРМУЛЫ РЕАГЕНТОВ (II)

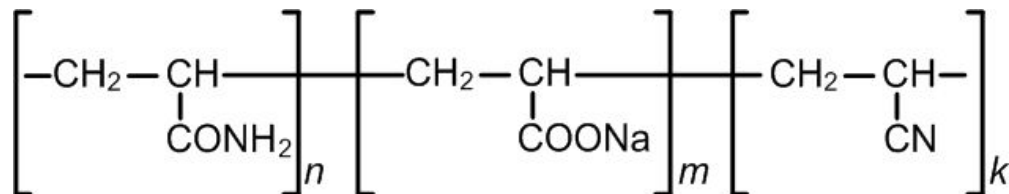
3.2. ГПАА:



ПОЛИАКРИЛАМИ
Д

ПОЛИАКРИЛАТ
Na

4. ГИПАН:

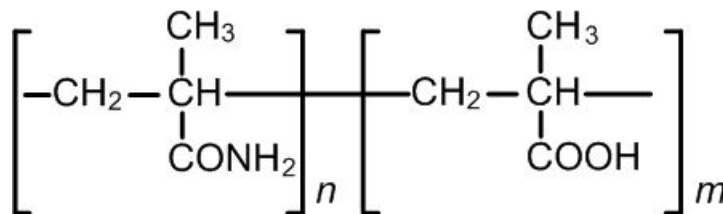


ПОЛИАКРИЛАМИ
Д

ПОЛИАКРИЛАТ Na

ПОЛИАКРИЛОНИТРИ
Л

5. МЕТАС:

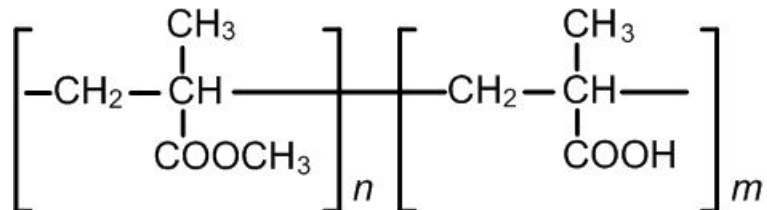


ПОЛИМЕТАКРИЛАМ
ИД

ПОЛИМЕТАКРИЛОВАЯ
К-ТА

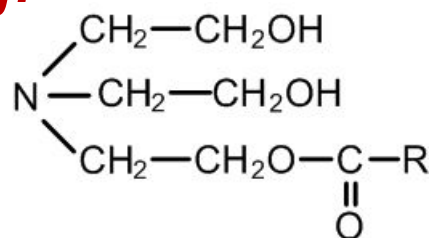
СТРУКТУРНЫЕ ФОРМУЛЫ РЕАГЕНТОВ (III)

6. **M-14:**



ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛ ПОЛИМЕТАКРИЛОВАЯ К-ТА
АТ

7. **ЭМУЛЬТАЛ:**

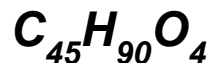


СМЕСЬ СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ КИСЛОТ
ДИСТИЛЛИРОВАННОГО ТАЛЛОВОГО
МАСЛА И ТРИЭТАНОЛАМИНА; где:

$$R = \text{C}_{17}\text{H}_{29} \div \text{C}_{17}\text{H}_{33}$$

8. **ОКИСЛЕННЫЙ ПЕТРОДАТУМ:**

СМЕСЬ ПРЕДЕЛЬНЫХ, В ОСНОВНОМ ДИКАРБОНОВЫХ, КИСЛОТ С ОБЩЕЙ
ФОРМУЛОЙ:



ХАРАКТЕРИСТИКА УТЯЖЕЛИТЕЛЕЙ

Утяжелитель	Формула	Плотность, г/см ³	Твердость по Моосу
Барит	$BaSO_4$	4,3–4,7	3–3,5
Гематит	Fe_2O_3	5,0–5,3	5-6
Магнетит	Fe_3O_4	4,9–5,2	5,5–6,5
Сидерит	$FeCO_3$	3,8–3,9	4,0–4,5
Доломит	$CaMg(CO_3)_2$	2,8–2,9	3,5–4
Известняк, мел, мергель (60% мел и 40% глина)	$CaCO_3$	2,7	2,5–3
Галенит	PbS	7,4–7,6	2–3
Магбар (смесь 50% магнетита и 50% барита)	–	4,4	–

МАКСИМАЛЬНАЯ ПЛОТНОСТЬ РАСТВОРОВ СОЛЕЙ

СОЛИ	Максимальная плотность растворов, кг/м ³	УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ		СОЛИ	Максимальная плотность растворов, кг/м ³	УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ
NH_4Cl	1070	АНПД		$\text{NaCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3$	1200–1270	
KCl	1160	НОРМАЛЬНОЕ ПЛАСТОВОЕ ДАВЛЕНИЕ		$\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$	1200–1400	
NaCl	1180			$\text{NaCl} + \text{NaBr}$	1200–1510	
MgCl_2	1300			$\text{CaCl}_2 + \text{CaBr}_2$	1400–1810	
KBr	1370			$\text{CaBr}_2 + \text{NaBr}$	1800–2300	
CaCl_2	1400			$\text{CaCl}_2 + \text{CaBr}_2 + \text{ZnBr}_2$	1800–2300	
NaBr	1510	АВПД		ФТП*	1200–1300	
K_2CO_3	1550			$\text{CaBr}_2 + \text{ZnBr}_2$	1800–2300	
CaBr_2	1820			HCOONa	1340 (45%)	
ZnBr_2	2300			HCOOK	1600 (76%)	
			HCOOCs	2370 (83%)		

* **ФТП** – фильтрат технический пентаэритрита

РАЗЛИЧНЫЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ

Наименование соединения	Концентрация формиата, %	Плотность при 20 °С, кг/м ³	Вязкость при 20 °С, мПа·с	pH
Формиат натрия	45	1340	7,1	9,4
Формиат калия	76	1600	10,9	10,6
Формиат цезия	83	2370	2,8	9,0
Бромид цинка	–	2370	23,0	–

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТОКСИЧНОСТЬ ФОРМИАТОВ И

Наименование соединения	Пороговая концентрация высокой токсичности, мг/л (водоросли в соленой воде)	Высокая оральная токсичность, мг/кг (крысики и мышки)
Формиат натрия	2000	11200
Формиат калия	3700	5500
Формиат цезия	1600	202–2000
Бромид цинка	320	1000
Хлорид цинка	–	3000

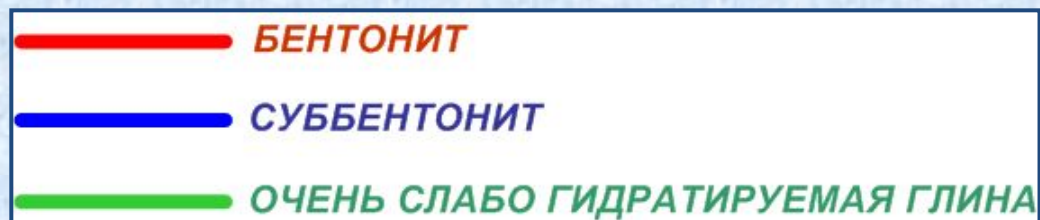
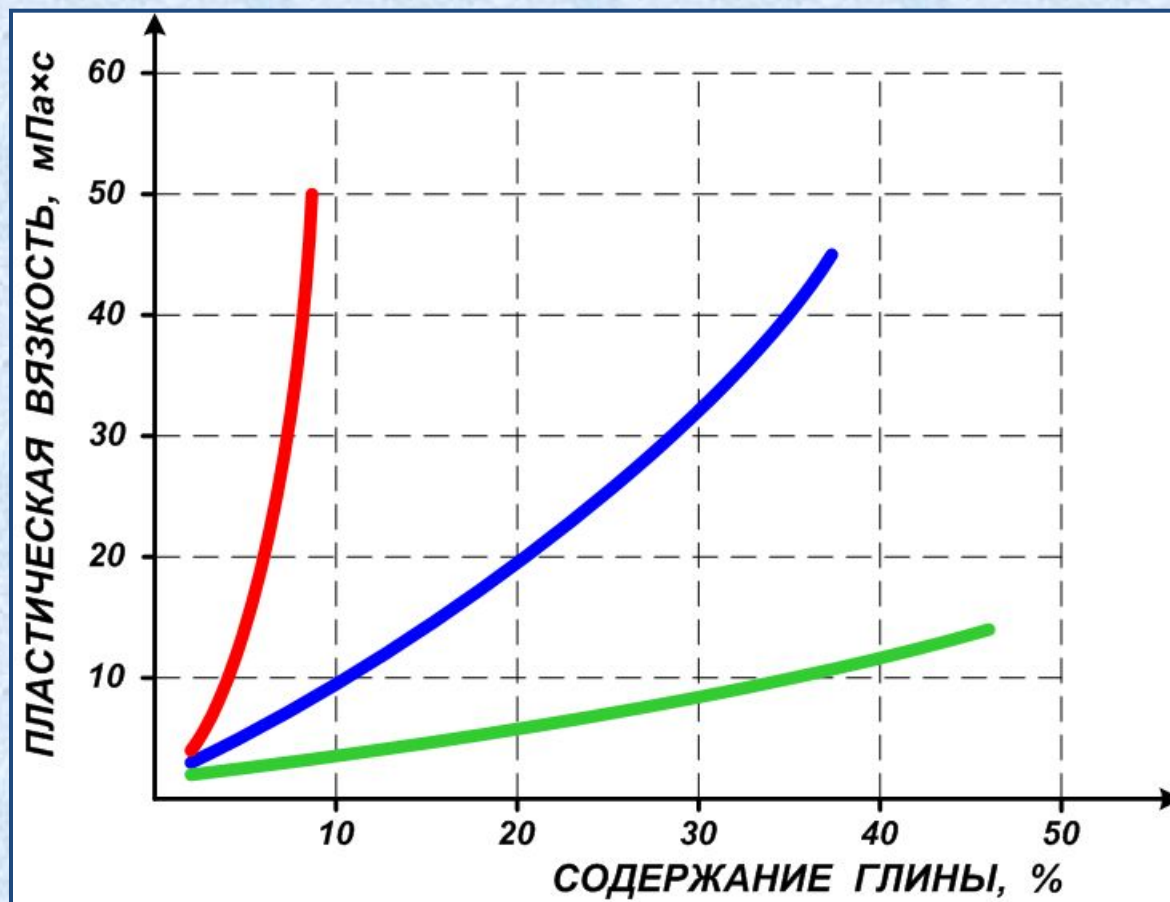
ПАРАМЕТРЫ ПРЕСНЫХ ОБЛЕГЧЕННЫХ ПРОМЫВОЧНЫХ РАСТВОРОВ

Параметры раствора	Значения параметров при содержании облегающей добавки, %						
	Исходный	МС-400			HGS 4000		
		5%	10%	15%	1,6%	3,2%	7,3%
ρ , кг/м ³	1015	990	965	945	980	950	905
УВ, с	45	65	86	100	48	59	92
Ф, см ³ /30 мин	7,0	4,5	4,4	3,5	4,2	3,2	3,2
К, мм	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3
$\eta_{пл}$, мПа·с	15,4	18,3	19,2	24,2	15,6	17,3	21,2
ДНС, дПа	108,5	137,3	175,7	212,7	116,2	122,9	163,2
СНС _{1/10} , дПа	27,8/35,5	32,6/39,9	30,7/36,9	30,7/34,1	27,4/31,7	25,9/32,2	29,8/34,1
рН	10,25	10,24	9,96	9,75	9,94	9,92	9,92

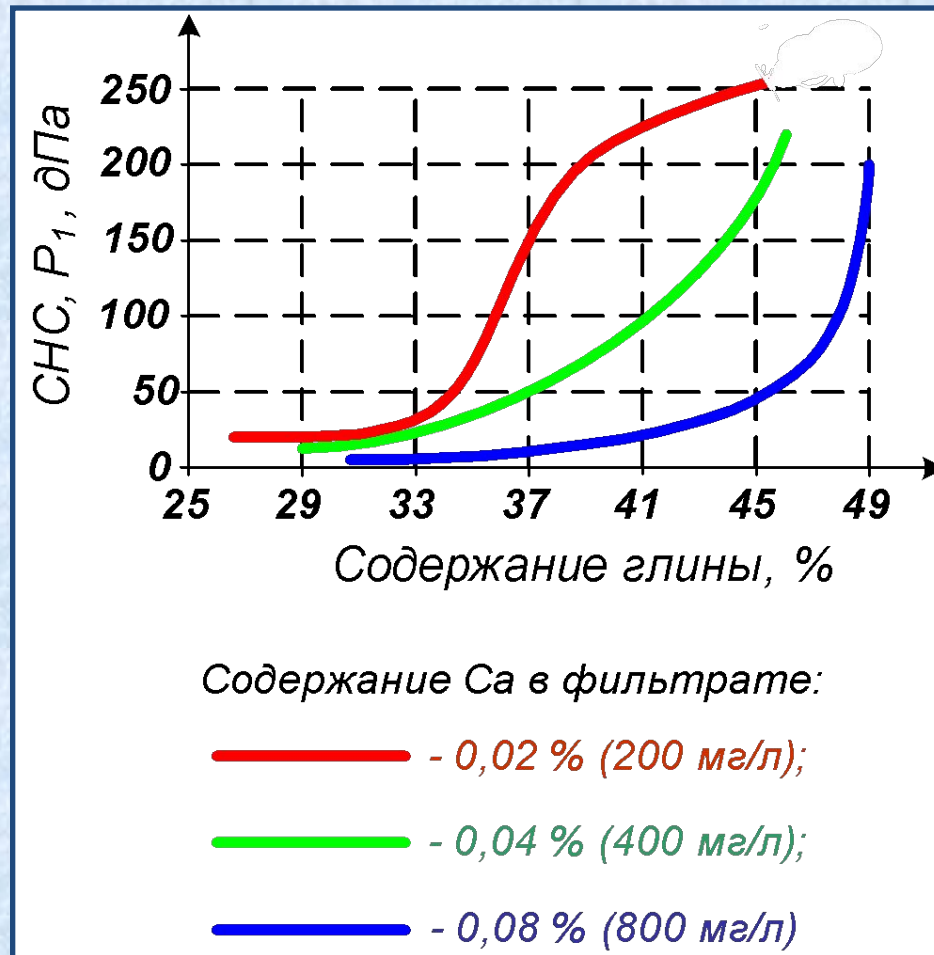
ПЛОТНОСТЬ МИКРОСФЕР РАЗЛИЧНЫХ МАРОК

Производитель	Марка	Плотность, кг/м ³
ЗАО «Гранула», Россия	<i>Granulight, Granulight-Ultra</i>	650 – 750
	<i>Granulight-Ultra 300</i>	550 – 600
	<i>МС-400</i>	600 – 700
Компания «ЗМ», Франция	<i>HGS 4000</i>	380
	<i>HGS 5000</i>	380
	<i>HGS 6000</i>	460
	<i>HGS 8000X</i>	420
	<i>HGS 10000</i>	600
	<i>HGS 18000</i>	600

ПРЕСНЫЕ ГЛИНИСТЫЕ РАСТВОРЫ



ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ Ca^{++} НА ГЛИНОЁМКОСТЬ БУРОВОГО РАСТВОРА



1. ИЗВЕСТКОВО–КАЛИЕВЫЕ И ГИПСО–КАЛИЕВЫЕ ИНГИБИРОВАННЫЕ

Известково–калиевый		Гипсо–калиевый	
Состав, %		Состав, %	
Параметры		Параметры	
ГП	6–10	ГП	6–10
КССБ	3–5	КССБ	–
ФХЛС	–	ФХЛС	3–5
Ca(OH) ₂	0,2–0,4	Ca(OH) ₂	0,02–0,03
CaSO ₄	–	CaSO ₄	1–2
КОН	0,01–0,02	КОН	0,01–0,02
КСИ	2–3	КСИ	2–3
КМЦ	0,3–0,5	КМЦ	0,3–0,5
Барит	До расч. ρ	Барит	До расч. ρ
Вода	Остальн.	Вода	Остальн.

$\rho=1,78 \text{ кг/м}^3$		$\rho=1,43 \text{ кг/м}^3$	
$УВ=30 \text{ с}$		$УВ=45 \text{ с}$	
$P_1/P_{10}=45/78 \text{ дПа}$		$P_1/P_{10}=20/50 \text{ дПа}$	
$ПФ_{30}=8 \text{ см}^3$		$ПФ_{30}=6 \text{ см}^3$	
$pH=10$		$pH=9$	

ДОБАВКИ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИНИСТЫХ РАСТВОРОВ

Параметры раствора:

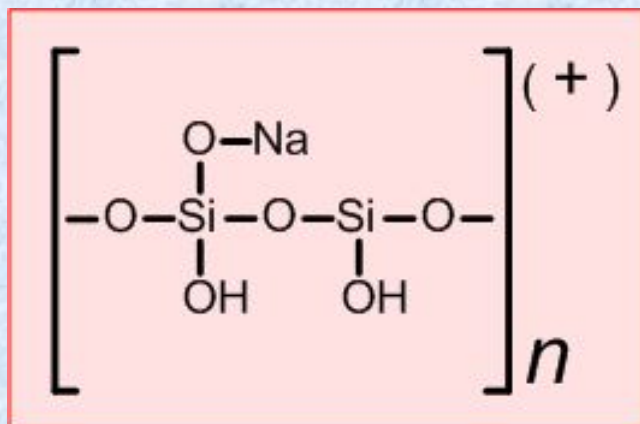
$УВ=14-19$ с; $\tau_0=5,7-10,5$ Па; $P1/P10 = 1-5/5-14,4$ Па; $pH=9,2-9,8$

Добавка	Концентрация, кг/м ³	Назначение
КОН	2,0–3,4	Повышение pH, источник K ⁺
АКВАДЖЕЛ*	39,8–51,3	Загуститель
Q-BROXIN	11,4–20,0	ПВ, ПФ
К=LiG (калиевая соль гуминовой кислоты)	8,5–22,8	ПФ, источник K ⁺

* В качестве загустителей в этой системе могут использоваться ксантановые смолы, например, полимеры ХС, ХСД.

2. СИЛИКАТНЫЕ РАСТВОРЫ

Растворимые силикаты Na и K (жидкое стекло) являются неорганическими полимерами. В концентрированных растворах смесь *орто*- и *мета*-силикатов конденсируется с выделением воды и образованием **ПОЛИСИЛИКАТОВ** вида:



Любой из атомов водорода может быть замещен атомом Na или K. При разбавлении раствора происходит обратный процесс (гидролиз). Равновесие между силикатами разной степени полимеризации зависит от концентрации, pH и кремнеземистого модуля $\text{SiO}_2 : \text{Na}_2\text{O}$. Чаще всего величина этого модуля равняется **2,6–2,8 (от 2 до 4)**.

2. СИЛИКАТНЫЕ РАСТВОРЫ

2.А. МАЛОСИЛИКАТНЫЕ РАСТВОРЫ

Тип раствора	Основной реагент-стабилизатор	Вспомогат. реагент-стабилизатор	Соле-стойкость	Термо-стойкость, °С
Малосиликатный	КМЦ 500–700	–	До нас. NaCl	180–200
Крахмально-силикатный	Крахмал, модиф. крахмал	КМЦ, гипан	До нас. NaCl	140–160
Гипан-малосиликатный	Гипан	–	До нас. NaCl	170–180
Гуматно-малосиликатный	Гуматы	КМЦ	До 2% NaCl	160–180

2.Б. СОЛЕВЫЕ СИЛИКАТНО-КАЛЬЦИЕВЫЕ РАСТВОРЫ

СОСТАВ: ГП + Барит + 5% Na_2SiO_3 + 2% КМЦ-600 + (MgCl_2 +

CaCl_2)

3. АЛЮМИНИЗИРОВАННЫЕ РАСТВОРЫ

1). АЛЮМИНИЗИРОВАННЫЙ РАСТВОР

СОСТАВ (%): ГП (6–15) + $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (0,3–0,5) + ОКЗИЛ (1–3) + КМЦ (МЕТАС, ГИПАН, М–14) (1–3) + NaOH (0,1–0,3) + $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (0,05–0,1) + Вода (остальное)

2). АЛЮМОКАЛИЕВЫЙ РАСТВОР

СОСТАВ (%): ГП (6–15) + $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ (0,3–0,5) + КОН (0,1–0,3) + $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (0,03–0,07) + ОКЗИЛ (2–3) + МЕТАС (М–14) (0,3–0,5) + Утяж. + Вода (остальное)

3). АЛЮМИНАТНЫЙ РАСТВОР

СОСТАВ (%): Исходный Раствор + NaAlO_2 (0,5–3) + ССБ (Цем. пыль) (3–15) + NaOH (0,2–0,6) + ТЖ-50 (0,5) + КМЦ (0,3–0,5)

СОСТАВ КОЛЛОИДНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ И ПОЛИМЕРНО-СОЛЕВЫХ РАСТВОРОВ

Параметры раствора:

$\rho=1000-1350 \text{ кг/м}^3$; $УВ=18-50 \text{ с}$; $ПФ_{30}=4-10 \text{ см}^3$; $pH=6-9$

Назначение компонентов	Наименование компонентов	Содержание %
Загустители	ПААС, Dk-Drill, Polydia, CS-6, Sedipur, Accotred, DKS и др.; и (или) КМЦ	* 0,2–1,2 1,5–2,5
Регуляторы pH	Гидроксиды щелочных металлов; алюмоксихлорид	0,1–0,5
Комплексообразователи (понижители ПФ)	$Al_2(OH)Cl_5$; $Al_2(SO_4)_3$; $FeCl_3$; $Cr_2(SO_4)_3$ и др.; ПЭПА и др.	0,03–0,1 до 1%
Утяжелители	Водорастворимые соли K, Mg, Ca, Na и др.	До треб. плотности
Дисперсионная фаза	Пресная или минерализованная вода в полимерно-солевых растворах $C_{ПАА}=0,1-0,4\%$;	Остальное

в коллоидно-полимерных растворах $C_{ПАА}=0,6-1,2\%$.

СОСТАВ И СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНО-МЕЛОВЫХ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

№ СОСТАВА	КОМПОНЕНТЫ РАСТВОРА, %					СВОЙСТВА РАСТВОРА			
	МЕЛ	ПАА	КМЦ	СОЛЬ АЛЮМИНИЯ	ВОДА	ПЛОТНОСТЬ ρ , КГ/М ³	УВ _{30'} СЕК	ПФ _{30'} СМ ³	Р-ТЬ ТВ. Ф. В К-ТЕ
1	5	1	–	0,03	ОСТАЛЬНОЕ	1040	30	5	100%
2	10	1	–			1090	28	10	
3	20	1	–			1160	38	12	
4	5	–	1,5			1040	23	7	
5	10	–	1,5			1090	28	6	
6	20	–	1,5			1160	37	9	

ИЗМЕНЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ ПРИ СШИВКЕ И ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ДЕСТРУКЦИИ ПОЛИМЕРА (ПЕРЕМЕШИВАНИЕ В СТАЛЬНОЙ ЕМКОСТИ)

СОСТАВ РАСТВОРА	МОЛЕКУЛЯРНАЯ МАССА, Г-МОЛЬ		Относительное сохранение молекулярно й массы, %	K_c
	после СШИВКИ	после ДЕСТРУКЦИИ		
Вода + 0,5% Dk-drill	$7,91 \cdot 10^6$	$4,78 \cdot 10^6$	60,4	0,51
Вода + 0,5% Dk-drill + 0,03% алюмооксихлорида (АОХ)	$4,55 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^6$	26,4	0,17
Вода + 0,5% Dk-drill + 0,5% ПЭПА	$9,57 \cdot 10^6$	$9,57 \cdot 10^6$	100	0,76

ДЕСТРУКЦИЯ ПОЛИМЕРОВ

Критерии оценки стабильности полимеров:

K_c – коэффициент стабильности [безразмерный];

K_τ – коэффициент скорости деструкции [часов⁻¹]

$$K_c = \frac{\mu}{\mu_0}$$

$$K_\tau = \frac{\mu_0 - \mu}{\mu_0 \cdot \tau}$$

Здесь μ_0 и μ – динамическая вязкость до и после деструкции;

τ – время деструкции в часах.

ВИД ДЕСТРУКЦИИ	ХРАНЕ НИЕ	ТЕРМИЧЕСКАЯ (80°C)	МЕХАНИЧЕСКАЯ	ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ	ТЕРМО-ХИМИЧЕСКАЯ	МЕХАНИЧЕСКАЯ + ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ
K_τ (час ⁻¹)	0,00035	0,042	0,066	0,086	0,083	0,153

РЕЦЕПТУРЫ БИОПОЛИМЕРНЫХ БЕЗГЛИНИСТЫХ РАСТВОРОВ НА ВОДНОЙ ОСНОВЕ

№	Назначение, наименование, содержание (%) компонента								
	Понижитель фильтр-ии	Псевдопл-к Структ-ль (Биополимер)	Бакт.	См. добавка	ПАВ	Кольм-т	Ингиб-р	Щелочь	Гидро- фобиз-р
1	Фито-РК Модиф. крахмал (1,5)	Кет Х (0,3)	М-Ј Сиде (0,2)	ДСБ (0,5)	ПКД-515 (2,0)	–	КСІ (3 – 5)	–	Поли- гликоль (0,3)
2	МК (РК-У) Модиф. крахмал (1,5) ПАЦ (0,9)	Ксант. смола (0,15)	М-Ј Сиде (0,2)	ФК-2000 (0,8)	–	МК–мр. Крошка (5,0)	–	КОН (0,15)	–
3	Flo Trol Модиф. крахмал (1,4)	Duo Vis (0,4)	М-Ј Сиде (0,2)	Drill Free (2,0)	–	Мел (6,0)	КСІ (1,0) KLA-Core (2,0)	–	–

МИНИМАЛЬНО НЕОБХОДИМОЕ СОДЕРЖАНИЕ СПМ ПО КАТИОНУ ($C_{СПМК}$)

СПМ	$AlCl_3 \cdot 6H_2O$	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	$ZnCl_2$	$CaSO_4$	$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	$CaCl_2 \cdot 6H_2O$
$C_{СПМК}$, г/л	8	8	10	12	16	24

СПМ – соли поливалентных металлов

СОСТАВ И ПАРАМЕТРЫ РУО (СТП-01-14-81)

КОМПОНЕНТЫ	СОДЕРЖАНИЕ, % об.					
ДТ (л)	74	71	69	68	67	66
ВОБ	20	19	19	18	17	17
СЖК	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1
УСК	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5
ГКЖ-10	0,8	0,8	0,9	0,9	1,1	1,2
Водный р-р NaOH (48%)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Барит	–	4–5	5–6	8–9	10–11	13–14
ПЛОТНОСТЬ, г/см³	0,85	1,0	1,05	1,1	1,15	1,2

РУО НА ЗАГУЩЕННОЙ НЕФТИ

№	СОСТАВ РАСТВОРА, %-масс.			ПАРАМЕТРЫ*				
	Нефт ь	Нафтенат алюминия	Спирт	$УВ_{100}'$ с	η , мПа·с	τ_0 , дПа	P_1/P_{10}' , дПа	U, В
1	71,2	8,8	20 (изопропанол)	18	149	75	7/15	570
2	72,5	7,5	20 (метанол)	14	96	90	5/12	440
3	71,8	8,2	20 (этанол)	15	121	185	12/23	460
4	67,8	8,2	24 (смесь C_1-C_3)	16	133	174	13/30	520

* – показатель фильтрации для данного типа буровых растворов принимается равным нулю.

РАСТВОРЫ НА УГЛЕВОДОРОДНОЙ ОСНОВЕ (1)

Раствор, разработчик	Компоненты раствора			Параметры раствора								Примечание
	Наименование, марка	Назначение	Содержание, %	ρ , г/см ³	УВ _{100'} , с	ПФ ₃₀ , см ³	СНС, дПа		η , мПа·с	$\tau_{0'}$, дПа	U, В	
А. БЕЗВОДНЫЕ РАСТВОРЫ НА УГЛЕВОДОРОДНОЙ ОСНОВЕ (РУО)												
1. ИБР, МИНХиГП	1. ДТ марки ДЛ 2. ВОБ с $T_{разм} = 150^\circ\text{C}$ 3. СаО (активн. 60%) 4. вода 5.сульфонол НП-1 6. барит (вл-ть 2%)	основа (д. с.) дисперсная фаза структурообр-ль, ПФ, разогрев (с водой) гашение извести гидрофобизатор утяжелитель	56,3–37,6 15,5–4,5 31–9,0 6–1,6 1,2–2,3 10–75	1,2–2,3	30–40	0	4–8	10–2 0	–	–	–	Неутяжеленный ИБР имеет $\rho = 0,98–1,2$ г/см ³
2. РУО, ЗапСибНИГНИ	1. ДТ марки ДЛ 2. ВОБ 3. СЖК (C ₂₀ –C ₂₄) 4. УСК 5. ГЖ–10 6. NaOH 7. барит	основа (д. с.) дисперсная фаза структурообраз-ль структурообраз-ль гидрофобизатор омыление СЖК утяжелитель	74–66 20–17 0,8–1,1 4–4,5 0,8–1,2 0,4 4–16	0,85–1,2	55–12 0	0–1,0	20–4 0	50–1 50	–	–	–	
3. РУО на загущ. нефти, Нижневарт НИПИ	1. нефть 2. нафтенат АЛ 3. изопропанол	основа (д. с.) загуститель регулятор растворимости загустителя	68–73 7–9 20–14		14–18	0	7–13	15–3 0	150	75	570	

РАСТВОРЫ НА УГЛЕВОДОРОДНОЙ ОСНОВЕ (2)

Раствор, разработчик	Компоненты раствора			Параметры раствора								Примечание
	Наименование, марка	Назначение	Содержание, %	ρ , г/см ³	УВ _{100°С}	ПФ ₃₀ , см ³	СНС, дПа		η , мПа·с	$\tau_{0'}$, дПа	U, В	
Б. ГИДРОФОБНО-ЭМУЛЬСИОННЫЕ РАСТВОРЫ												
4. ИЭБР, МИНХиГП	1. ИБР 2. вода	основа дисперсная фаза	55–85 45–15	1,1–2,1	410–60	1,0	2–3	5–8	–	–	250 300	Термостойкость до 190 °С
5. ВИЭР, ВНИИБТ	1. ДТ или нефть 2. СМАД–1 3. эмультал 4. бентонит 5. битум	основа (дисп. среда) стабилизатор, структурообразов. эмульгатор наполнитель повыш-е термостойкости, ПФ	45 3–4 1,5–2 1,0–1,5 1,0–3,0	1,13–1,14	20–60	0,5	2–3	3–5	–	–	≥ 100	
3. РУО на загущ. нефти, Нижневарт НИПИ	1. нефть 2. нафтенат АL 3. изопропанол	основа (д. с.) загуститель регулятор растворимости загустителя	68–73 7–9 20–14		14–18	0	7–13	15–30	150	75	570	
6. ТИЭР, ВНИИБТ	1. ДТ или нефть 2. СМАД–1 3. СаО 4. АБДМ–хлорид 5. бентонит 6. вода	основа (дисп. среда) эмульгатор получение Са-мыла получ-е органодента структурообразов. дисперсная фаза	60 4 2 2 5 остальн.	1,02–1,1	30	2–3 (при 150 °С)	12–8 5	24–1 10	60–9 0	24– 110	250 450	Термостойкость до 200 °С

РАСТВОРЫ НА УГЛЕВОДОРОДНОЙ ОСНОВЕ (3)

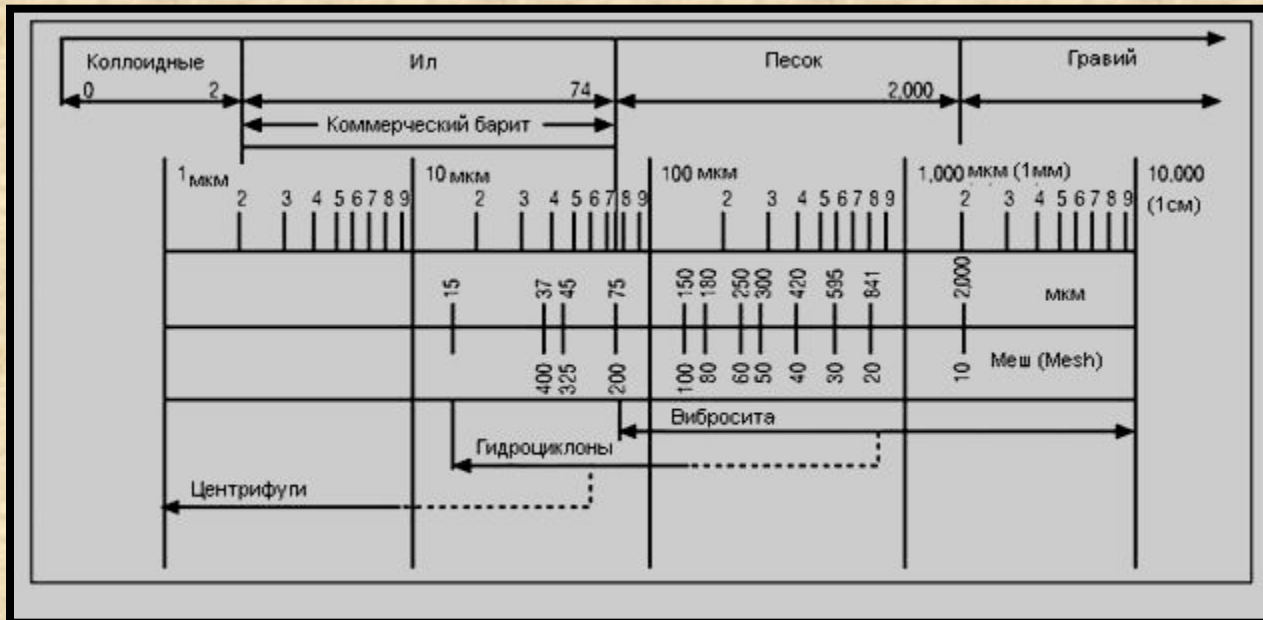
Раствор, разработчик	Компоненты раствора			Параметры раствора								Примечание
	Наименование, марка	Назначение	Содержание, %	ρ , г/см ³	УВ _{100'} , с	ПФ ₃₀ , см ³	СНС, дПа		η , мПа·с	$\tau_{0'}$, дПа	U, В	
							P ₁	P ₁₀				
7. ТИЭР, ВНИИКрнефть	1. ДТ 2. эмульсин ЭК-1 3. вода 4. CaCl ₂ 5. НЭКК (жирная кислота) 6. барит	основа (дисп. среда) эмульгатор дисперсная фаза ингибитор стабилизатор, структурообразов. утяжелитель	37,7–34,6 10–7 48,8–23,0 8,5–4,7 0,3–0,7 61–140	1,04–2,1	35–50	3–6	3–24	12–4 8	–	–	250 500	Термостойкость до 200 °С
8. ГЭР, Укргипро-НИПИнефть	1. ДТ 2. вода+30% CaCl ₂ 3. ИКБ-2 4. МАС-200 5. барит	основа (дисп. среда) дисперсная фаза стабилизатор, эмульгатор гидрофобизатор, эмульгатор утяжелитель	46 остальн. 4 0,5–0,9 до треб. ρ	1,0–2,0	20–60	5–6	15–3 5	25–6 0	100	–	250 450	Термостойкость до 230 °С
9. ИЭР, УИРС, Тюмень-газпром	1. ДТ 2. эмультал 3. органобентонит 4. вода	основа (дисп. среда) эмульгатор структурообразов. дисперсная фаза	38 2,0 2,5 остальн.	1,05	30	4	20	24	35	150	260	

РАСТВОРЫ НА УГЛЕВОДОРОДНОЙ ОСНОВЕ (4)

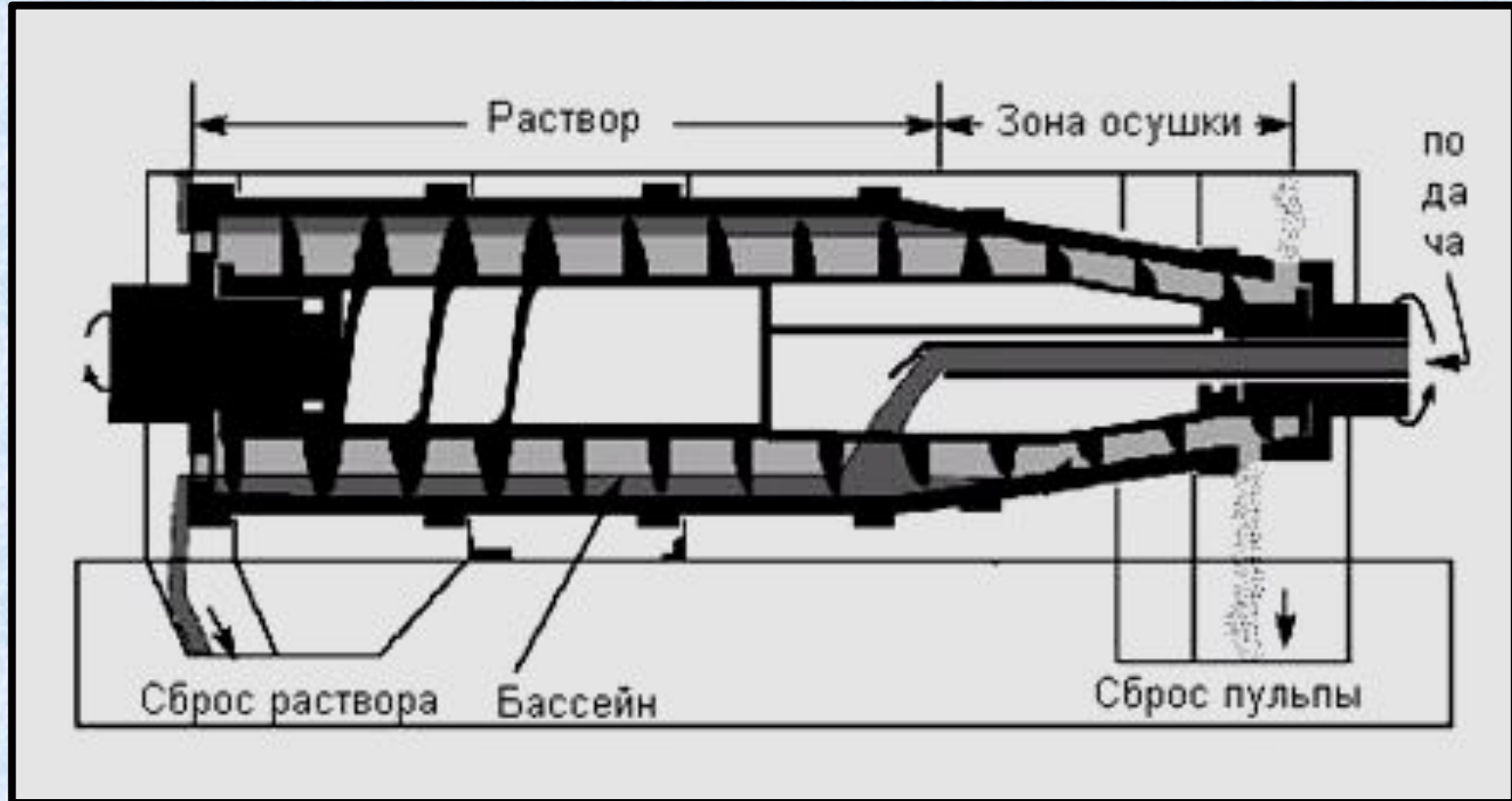
Раствор, разработчик	Компоненты раствора			Параметры раствора								Примечание
	Наименование, марка	Назначение	Содержание, %	ρ , г/см ³	УВ _{100'} , %	ПФ ₃₀ , см ³	СНС, дПа		η , мПа·с	τ_0 , дПа	U, В	
							P ₁	P ₁₀				
10. ГЭР, НижневартовскНИП нефть	1. нефть 2. ОВАОС 3. вода	основа (дисп. среда) структурообразов. эмульгатор дисперсная фаза	47,6 4,8 остальн.	0,9	35	2,0	35	68	12,2	20,5	260	ОВАОС-окисленные высшие алюмоорганические соединения
11. ИЭР, УГНТУ	1. ДТ 2. СЭТ-1М 3. СМАД-1М 4. вода 5. соли, барит	основа (дисп. среда) эмульгатор, стабилизатор стабилизатор дисперсная фаза утяжелитель	40 2-3 5-6 остальн. до треб. ρ								320	
12. БИЭР, Сахалин-НИП нефть	1. ДТ 2. нефть Охинская 3. эмультал 4. СМАД-1М 5. вода пресная 6. CaCl ₂ 7. VG-plus 8. CaO	основа (дисп. среда) основа (дисп. среда) эмульгатор стабилизатор дисперсная фаза утяжел., ингибитор структурообразов., ПФ доп. структурообр.	34,19 21,63 2,05 3,76 26,16 10,05 1,1 1,1	1,16-1,18	45-50	< 6,0	96	144	45-50 (при 49 °С)	19,2-24 (при 49 °С)	> 120	

КЛАССИФИКАЦИЯ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ ПО РАЗМЕРУ

Категория	Размеры	Примеры
Коллоиды	1 – 2 мкм и менее	Бентониты и др. глины
Ил	2 – 74 мкм	Барит, ил, глинистые сланцы, алевролиты (менее 200 меш)
Песок	74 – 2000 мкм	Песок (200 – 10 меш)
Гравий	Более 2000 мкм	(Более 10 меш)



ПРИНЦИП РАБОТЫ ЦЕНТРИФУГИ



ТИПОВАЯ СХЕМА ДЕГАЗАЦИИ ПРОМЫВОЧНОЙ ЖИДКОСТИ

1 – промежуточные емкости; 2 – скважина; 3 – вращающийся превентор;
4 – регулируемый штуцер и манифольды; 5 – газовый сепаратор (ГС);
6 – вибросито; 7 – специальный дегазатор.

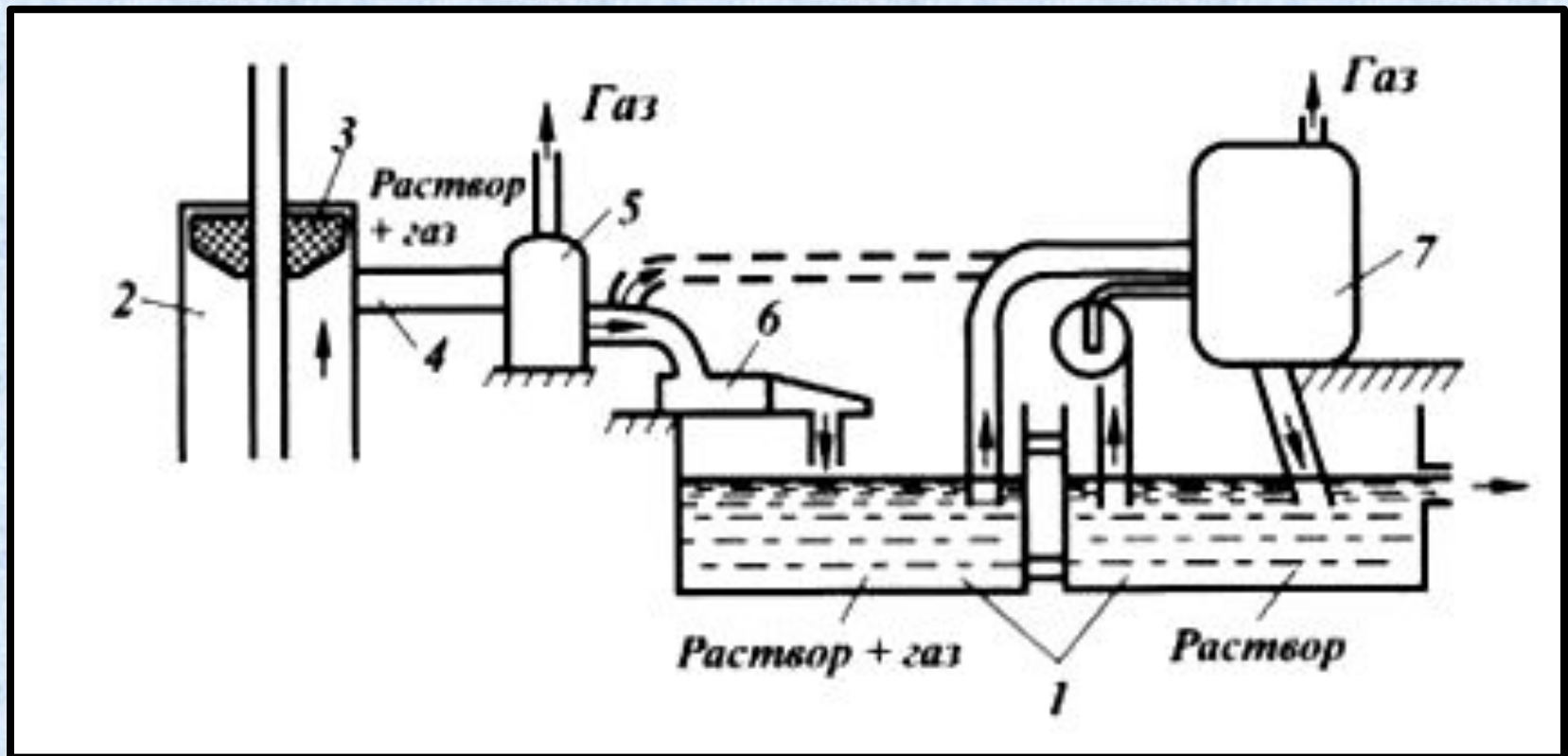
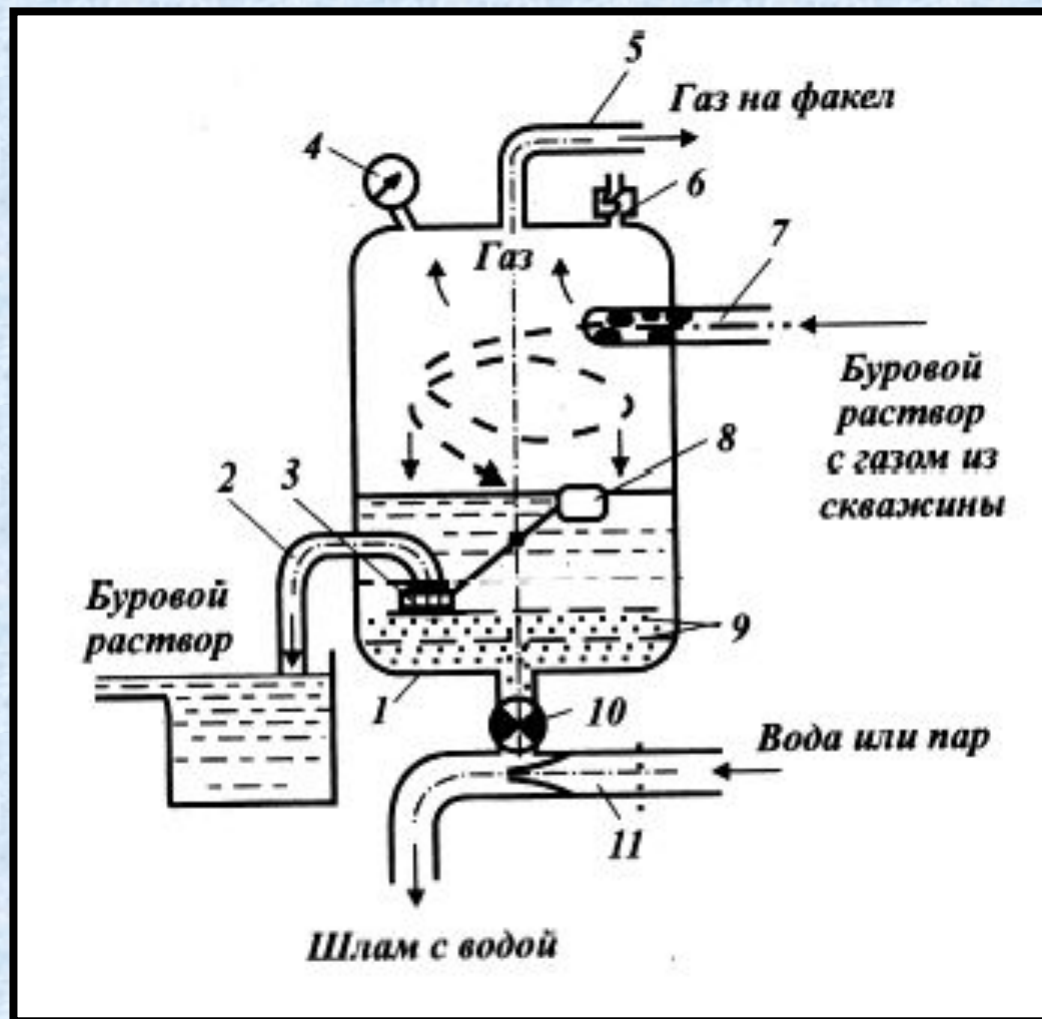


СХЕМА УСТРОЙСТВА ГАЗОВОГО СЕПАРАТОРА

- 1 – полость ГС;
- 2 – линия подачи на вибросито;
- 3 – регулятор уровня раствора;
- 4 – манометр;
- 5 – трубопровод для отвода газа;
- 6 – предохранительный клапан;
- 7 – линия подачи раствора из скважины;
- 8 – поплавок;
- 9 – шлам;
- 10 – задвижка;
- 11 – эжекторное устройство.

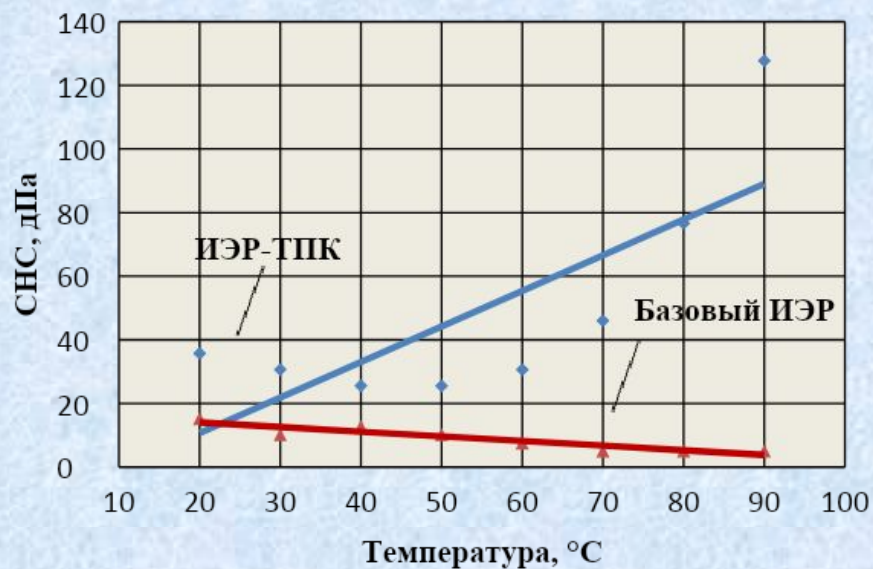
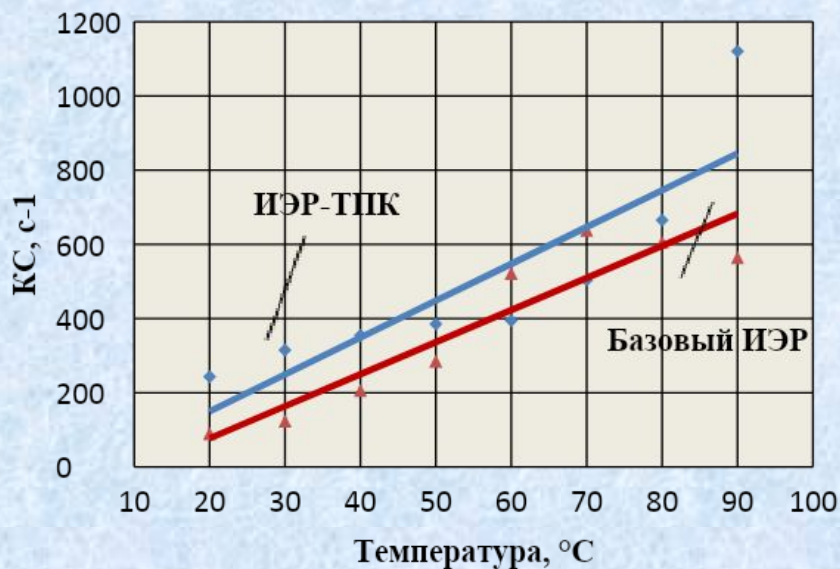
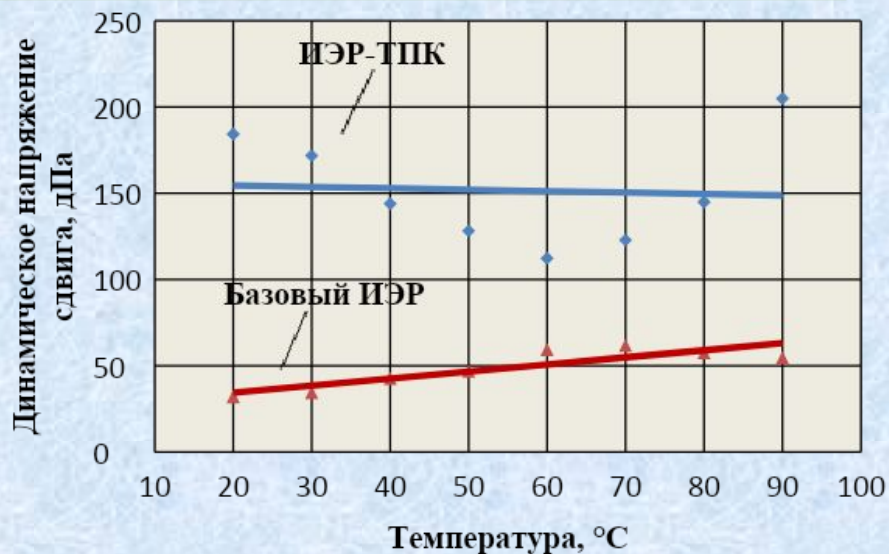
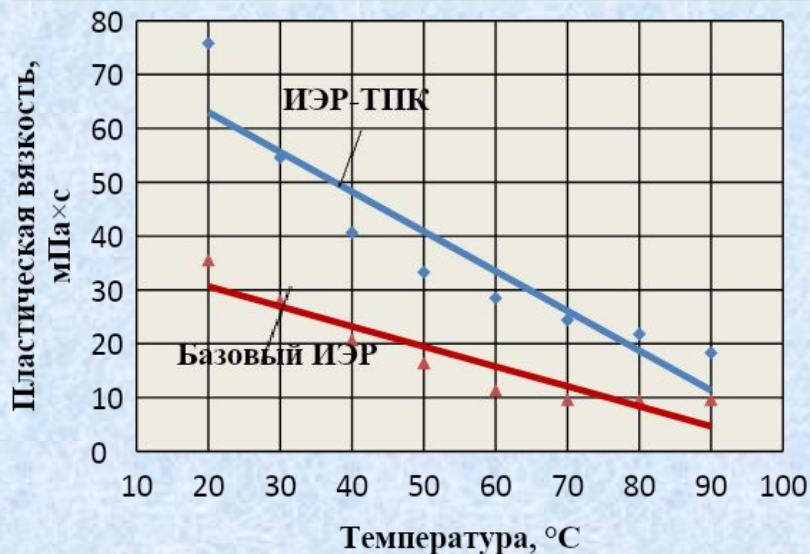


Рецептура ИЭР на основе термопластичной композиции (ИЭР-ТПК)

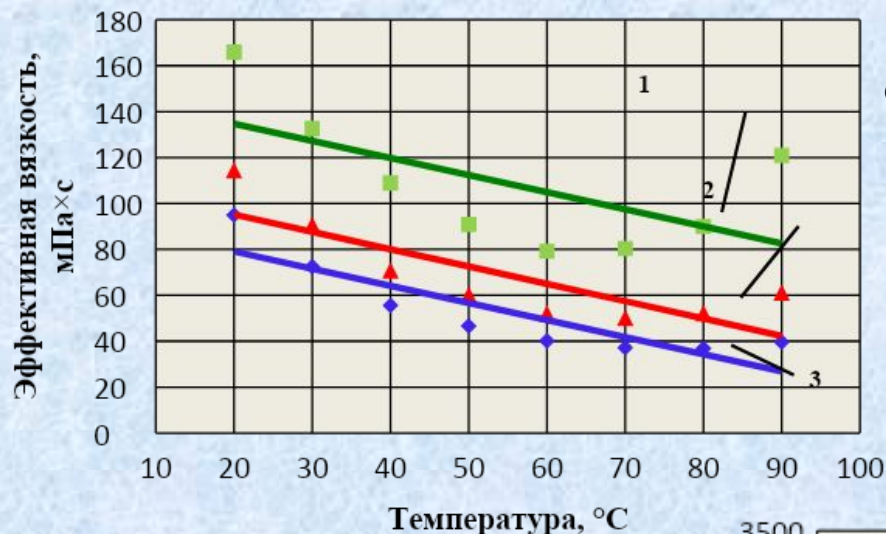
Наименование компонента	Назначение компонента	Концентрация компонента в 1 м³ раствора
Масло Эколайт	Дисперсионная среда (малоароматическое минеральное масло)	550 л
Инверол	Эмульгатор	30 л
Корелат	Термопластичная композиция (регулятор реологических и структурно-механических свойств, термостабилизатор)	30 л
Флотореагент-оксаль Т-92		20 л
Насыщенный водный раствор CaCl ₂	Дисперсная фаза	368 л
Органобентонит Консит А	Понизитель фильтрации, коркообразующий реагент	5 кг
Пента-467	Пенегаситель	0,3 л
Барит, мраморная крошка	Утяжелитель	до необходимой плотности

Проведенный регрессионный анализ позволил уточнить концентрации синтетического латекса и диоксановых спиртов в составе ИЭР:
 СЛ – 2÷4%, ДС – 1÷2%.

Влияние температуры на реологические и структурно-механические свойства ИЭР-ТПК



Влияние температуры на эффективную вязкость ИЭР-ТПК при различных скоростях сдвига

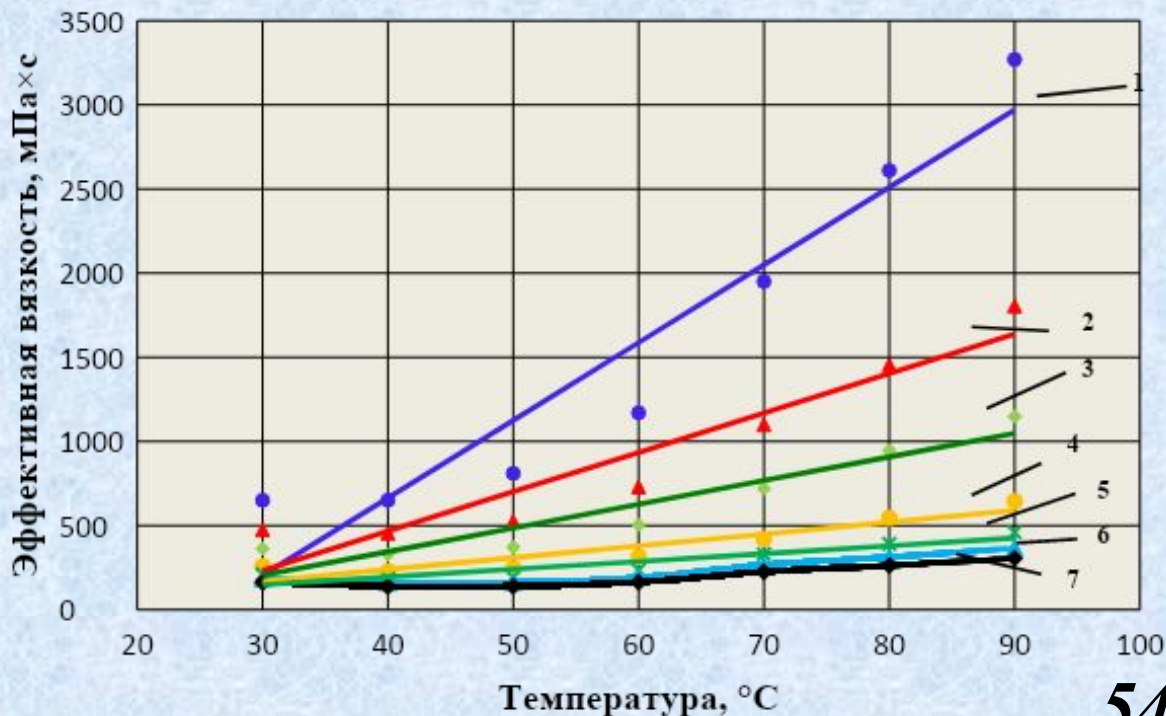


1 – при 100 об/мин (170 с^{-1}); 2 – при 300 об/мин (511 с^{-1}); 3 – при 600 об/мин (1022 с^{-1})

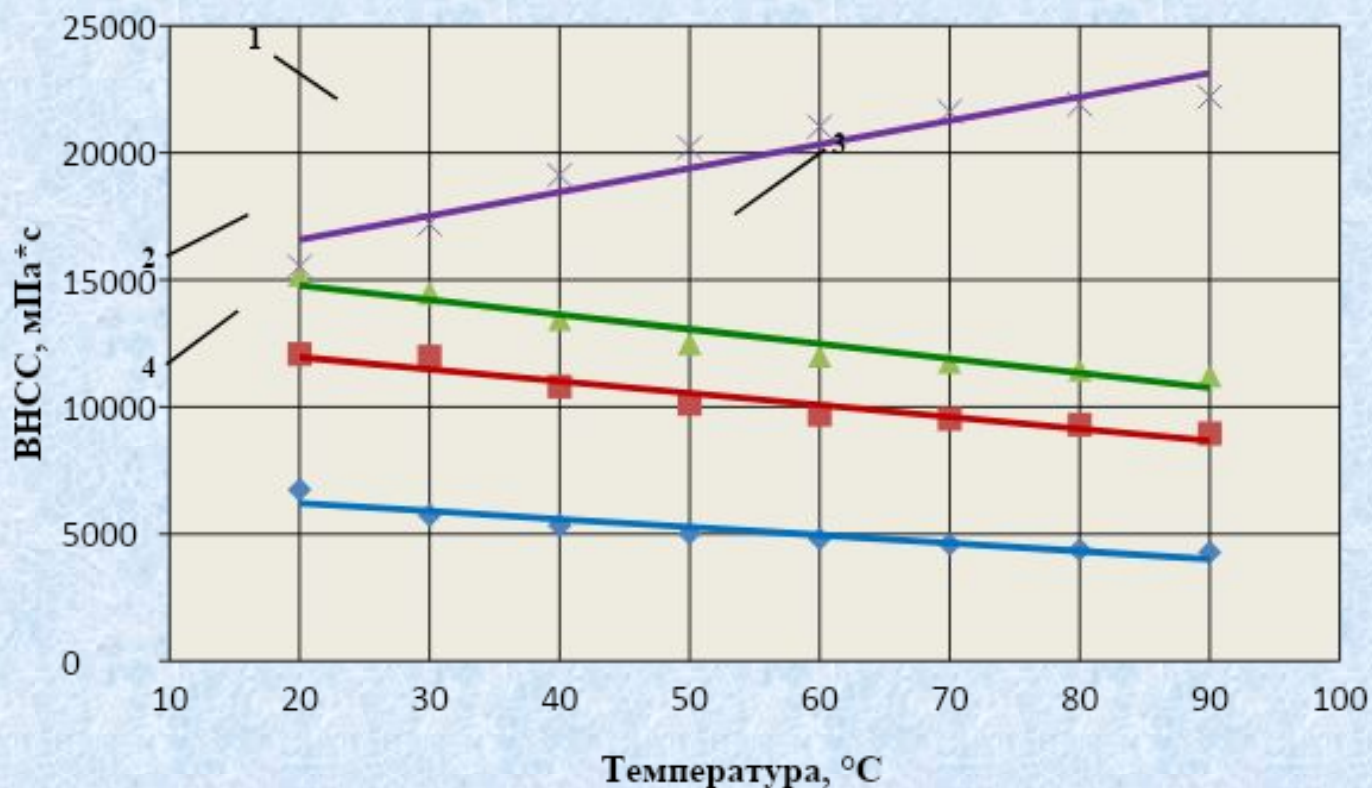
Показатели эффективной вязкости ИЭР-ТПК в области высоких скоростей сдвига ($170 \div 1022 \text{ с}^{-1}$) при увеличении температуры снижаются

1 – при 3 об/мин (5 с^{-1}); 2 – при 6 об/мин (10 с^{-1});
 3 – при 10 об/мин (17 с^{-1}); 4 – при 20 об/мин (34 с^{-1});
 5 – при 30 об/мин (51 с^{-1}); 6 – при 40 об/мин (68 с^{-1});
 7 – при 50 об/мин (85 с^{-1})

Показатели эффективной вязкости ИЭР-ТПК в области низких скоростей сдвига ($5 \div 85 \text{ с}^{-1}$) при увеличении температуры повышаются



Влияние температуры на показатель ВНСС (показатель вязкости по Брукфильду)



- 1 – ИЭР-ТПК; 2 – ИЭР на основе полиизобутилена ($M_r = 4000-6000$);
3 – ИЭР на основе полиизобутилена ($M_r = 15000-25000$); 4 – базовый ИЭР

При повышении температуры значения показателей *ВНСС* традиционного ИЭР и растворов на основе полиизобутиленов различной молекулярной массы снижаются, в то время как значения аналогичного показателя ИЭР-ТПК, напротив, увеличиваются