

Техническая литература.
Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Москва. 1976
О.Н. Дымент, К.С. Казанский, А.М. Мирошников

Глава 3

Диэтиленгликоль

Физические свойства

Диэтиленгликоль (дигликоль, этиленгликоль, 2,2'- или β,β' -диоксидиэтиловый эфир) $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ является вязкой, весьма гигроскопичной, бесцветной прозрачной жидкостью со сладким вкусом, практически без запаха. Молекулярная масса диэтиленгликоля 106,12. Основные физические характеристики диэтиленгликоля приведены ниже:

Плотность (истинная) при 20°C, г/см ³		1,1161
Относительная плотность d_{20}^{20}		1.1184
Температура, °C	кипения при 101,3 кПа (760мм.рт.ст.)	245,0
	замерзания	-8
Давление насыщенного пара при 20°C	Па	<1,3
	мм.рт.ст.	<0,01
Коэффициент преломления n_D^{20}		1,4472
Молекулярная рефракция	наблюдаемая	25,39
	вычисленная	25,36
Поверхностное натяжение при 25°C, мН/м (дин/см)		48,5
Теплопроводность при 20°C	Вт/(мК)	0,25
	кал/(см·с·°C)	0,00059
Удельная теплоёмкость при 20°C	Дж/(г·К)	2.093
	кал/(г·°C)	0,500
Вязкость при 20°C, мПа·с (сПз)		35,7
Диэлектрическая проницаемость при 15°C		32,6
Электропроводность при 20°C, Ом ⁻¹ ·см ⁻¹		$3,1 \cdot 10^{-8}$
Дипольный момент при 25°C, D		2,69
Константа Верле, мин/(Гс·см)	при 546,1 нм (5461Å)	0,01490
	при 589,3 нм (5893Å)	0,01264

Критические параметры, являющиеся расчётными, так как диэтиленгликоль при температуре кипения и нормальном давлении частично разлагается (температура начала разложения 164,5°C), приведены ниже:

Критическая температура, °C		407±5
Критическое давление	МПа	4,7±0,4
	кгс/см ²	47,8±4,2
Критическая плотность, г/см ²		0,336±0,01

Техническая литература.

Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Москва. 1976

О.Н. Дымент, К.С. Казанский, А.М. Мирошников

Термодинамические свойства диэтиленгликоля характеризуются следующими величинами:

Теплота	кДж/моль	ккал/моль
образования при 25 °С	-626,8	-149,7
сгорания при постоянном давлении и 20 °С	2374	567
плавления	13,46	3,22
испарения при 101,33 кПа (760 мм.рт.ст.)	37,01	8,84
испарения при 1,3 кПа (10 мм.рт.ст.)	68,87	16,45

Зависимость теплоты испарения диэтиленгликоля от температуры в интервале 40 – 440 °С приведена на рис.1.

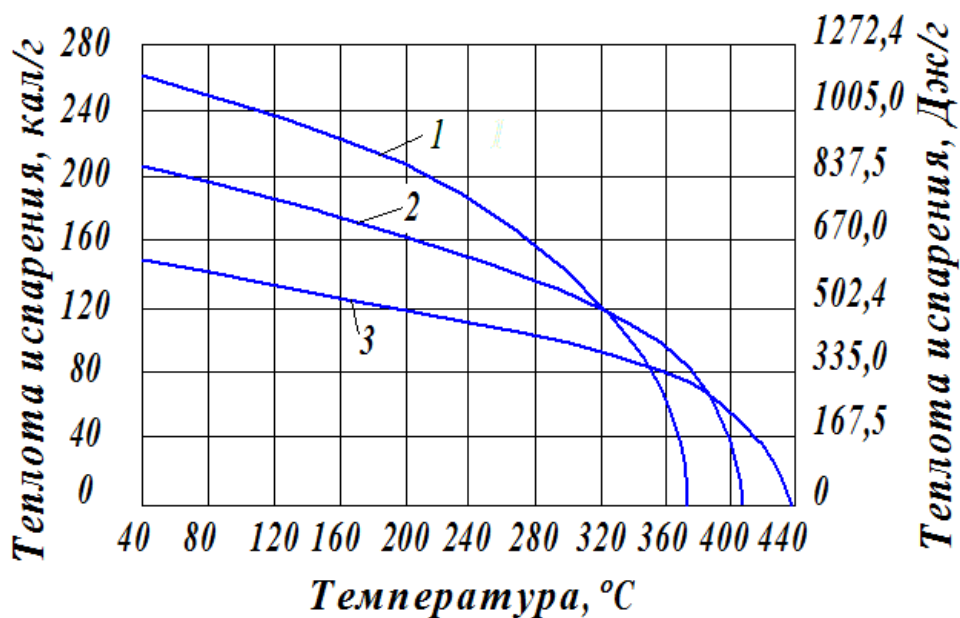


Рис. 1. Зависимость теплоты испарения этиленгликоля (1), диэтиленгликоля (2) и триэтиленгликоля (3) от температуры

Плотность диэтиленгликоля и его водных растворов в температурном интервале от -40 до 75°С и от 0 до 180°С приведена на рис.2.

Техническая литература.

Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Москва. 1976

О.Н. Дымент, К.С. Казанский, А.М. Мирошников

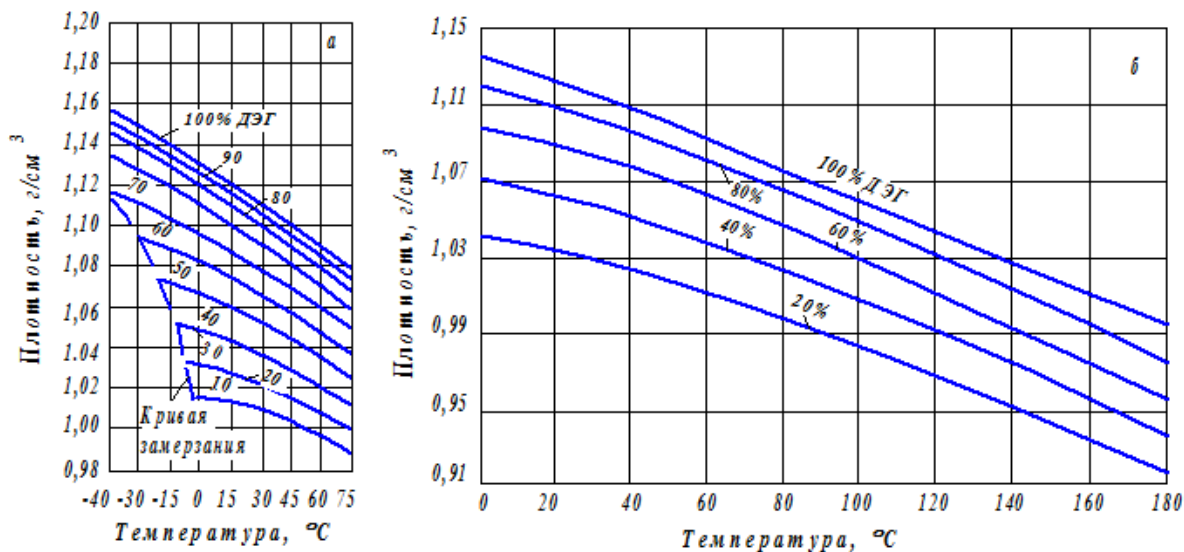


Рис. 2. Зависимость плотности диэтиленгликоля и его водных растворов от температуры: а) в интервале от -40 до +75°С; б) в интервале от 0 до 180°С.

Температурный коэффициент относительной плотности диэтиленгликоля в интервале 5 – 40 °С составляет 0,00071 на 1°С.

Относительная плотность смесей ди- и триэтиленгликоля показана на рис.3.

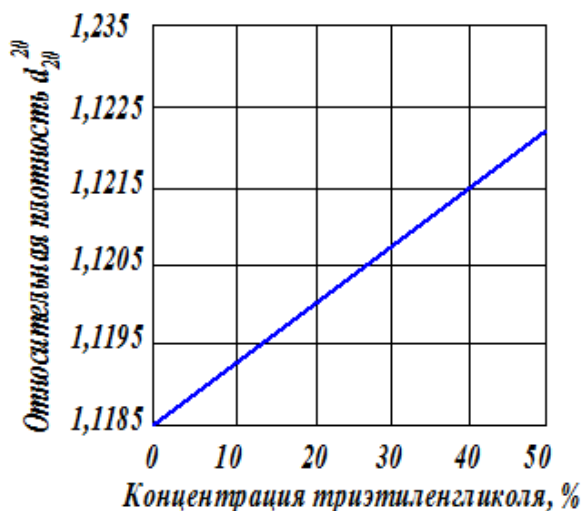


Рис.3. Относительная плотность смесей ди- и триэтиленгликоля.

Техническая литература.

Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Москва. 1976

О.Н. Дымент, К.С. Казанский, А.М. Мирошников

Относительная плотность растворов диэтиленгликоля и этиленгликоля приведена в табл.1.

Таблица 1 – Относительная плотность растворов этиленгликоля и диэтиленгликоля

d_{20}^{20}	Концентрация ДЭГ, %	d_{20}^{20}	Концентрация ДЭГ, %	d_{20}^{20}	Концентрация ДЭГ, %
1,1155	0,96	1,1165	19,5	1,1175	42,4
1,1156	2,8	1,1166	21,5	1,1176	45,2
1,1157	4,7	1,1167	23,5	1,1177	48,2
1,1158	6,5	1,1168	25,6	1,1178	51,5
1,1159	8,3	1,1169	27,8	1,1179	55,0
1,1160	10,1	1,1170	30,0	1,1180	59,1
1,1161	11,9	1,1171	32,3	1,1181	64,1
1,1162	13,8	1,1172	34,6	1,1182	70,2
1,1163	15,7	1,1173	37,1	1,1183	78,3
1,1164	17,6	1,1174	39,7	1,11835	84,5

Зависимость температуры кипения диэтиленгликоля от давления характеризуется следующими данными:

Давление, мм.рт.ст	Температура кипения, °С	Давление, мм.рт.ст	Температура кипения, °С
1	91,8	60	174,0
5	120,0	100	187,5
10	133,8	200	207,0
20	148,0	400	226,5
40	164,3	760	244,8

* 1мм.рт.ст. = 133,32Па

Зависимость температуры кипения водных растворов диэтиленгликоля при атмосферном давлении от концентрации приведена на рис.4.

Техническая литература.

Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Москва. 1976

О.Н. Дымент, К.С. Казанский, А.М. Мирошников

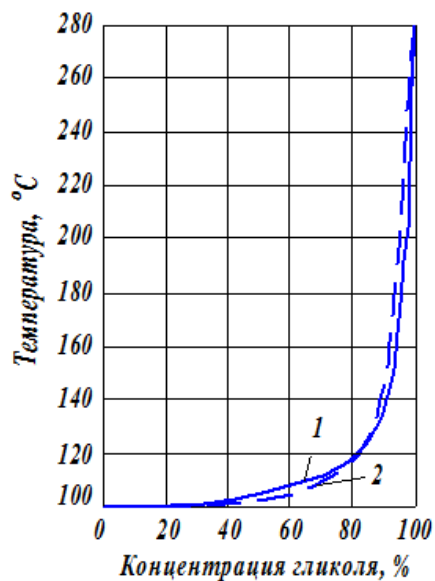


Рис.4. Зависимость температуры кипения водных растворов диэтиленгликоля (1) и триэтиленгликоля (2) при атмосферном давлении от концентрации гликоля.

Температура замерзания (начала кристаллизации водных растворов диэтиленгликоля показана на рис.5).

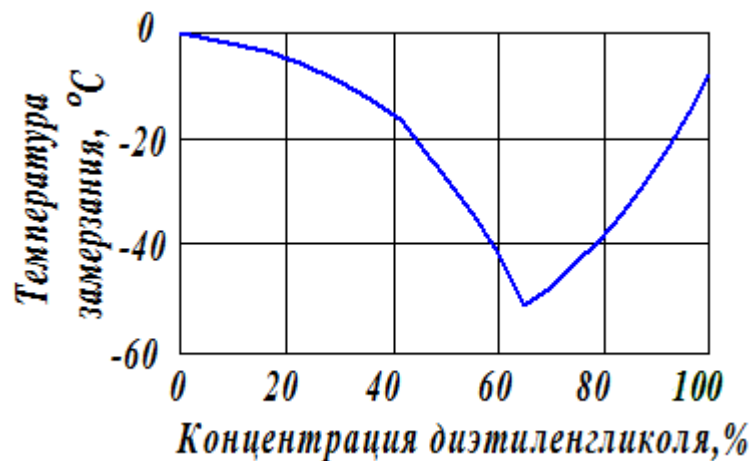


Рис. 5. Температура замерзания водных растворов диэтиленгликоля.

Раствор, содержащий около 66% (масс.) или 62% (об.) диэтиленгликоля, замерзает при -52°C . Водные растворы диэтиленгликоля имеют более низкую температуру замерзания (табл.2).

Техническая литература.
Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Москва. 1976
О.Н. Дымент, К.С. Казанский, А.М. Мирошников

Таблица 2 – Зависимость температуры замерзания водных растворов диэтиленгликоля (ДЭГ) от его концентрации*

Концентрация ДЭГ, %	Температура замерзания, °С	Концентрация ДЭГ, %	Температура замерзания, °С	Концентрация ДЭГ, %	Температура замерзания, °С
2	-0,3	60	-41,4	80	(-43)
10	-1,9	62	-44,9	82	(-41)
20	-5,1	64	(-48,3)	84	-39
30	-9,9	66	(-51,5)	86	-37
40	-16,9	68	(-55,5)	88	-34
50	-26,6	70	(-58)	90	-30
52	-29,3	72	(-62)	92	-25,5
54	-32,3	74	-	94	-21,3
56	-35,4	76	-	96	-17,0
58	-38,4	78	-	98	-12,7

* Цифры в скобках получены экстраполяцией кривых

Эвтектическая смесь диэтиленгликоля и воды содержит 70% ДЭГ и замерзает при -63,5 °С. Различия температур замерзания объясняются, как и для смесей этиленгликоля с водой, тем, что вблизи эвтектической точки вязкость смеси резко повышается, что затрудняет нахождение истинной температуры замерзания. Кроме того, смеси склонны к переохлаждению; не исключено также влияние примесей в исходном диэтиленгликоле.

Температура замерзания смесей диэтиленгликоля с этиленгликолем и триэтиленгликолем приведена в табл.3.

Таблица 3 – Зависимость температуры замерзания смесей диэтиленгликоля (ДЭГ) с этиленгликолем (МЭГ) и триэтиленгликолем (ТЭГ) от концентрации диэтиленгликоля*

Концентрация ДЭГ, %	Температура замерзания, °С		Концентрация ДЭГ, %	Температура замерзания, °С	
	с МЭГ	с ТЭГ		с МЭГ	с ТЭГ
5	-14,5	-6,8	55	-39	(-28)
10	-16,5	-9,3	60	-36,4	-
15	-18,8	-11,6	65	-33,4	-
20	-21,3	-13,9	70	-30,2	-24,2
25	-24,1	-16,1	75	-26,8	-19,8
30	-27,2	(-18,3)	80	-23,3	-16,4
35	-30,6	(-20,3)	85	-19,5	-13,9
40	-34,1	(-22)	90	-15,7	-11,8
45	-38,0	(-24)	95	-12,0	-10,0
50	-	-26			

*Цифры в скобках получены экстраполяцией кривых

Техническая литература.

Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Москва. 1976

О.Н. Дымент, К.С. Казанский, А.М. Мирошников

Давление насыщенного пара диэтиленгликоля (p , мм.рт.ст.) в интервале 80 – 165 °С можно вычислить по уравнению

$$\lg p = 8,1527 - \frac{2727,3}{T}$$

Температурный коэффициент давления насыщенного пара диэтиленгликоля в интервале 56,4 – 57,8 кПа (740 – 760 мм.рт.ст.) составляет 0,049°С на 0,133кПа (1 мм.рт.ст.). Зависимость давления насыщенного пара диэтиленгликоля от температуры приведена на рис.6, а давления насыщенных паров водных растворов диэтиленгликоля – на рис.7.

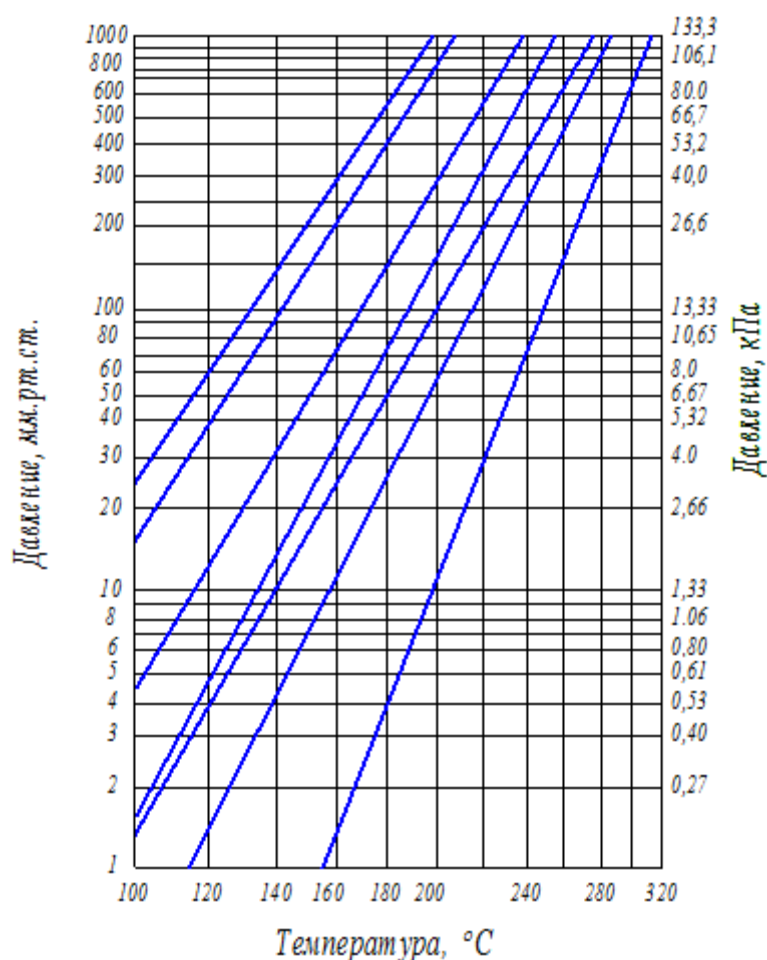


Рис.6. Зависимость паров гликолей от температуры

- 1 - пропиленгликоль; 2 – этиленгликоль; 3 – дипропиленгликоль;
 4 – диэтиленгликоль; 5 – трипропиленгликоль; 6 – триэтиленгликоль;
 7 – тетраэтиленгликоль.

Техническая литература.

Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Москва. 1976

О.Н. Дымент, К.С. Казанский, А.М. Мирошников

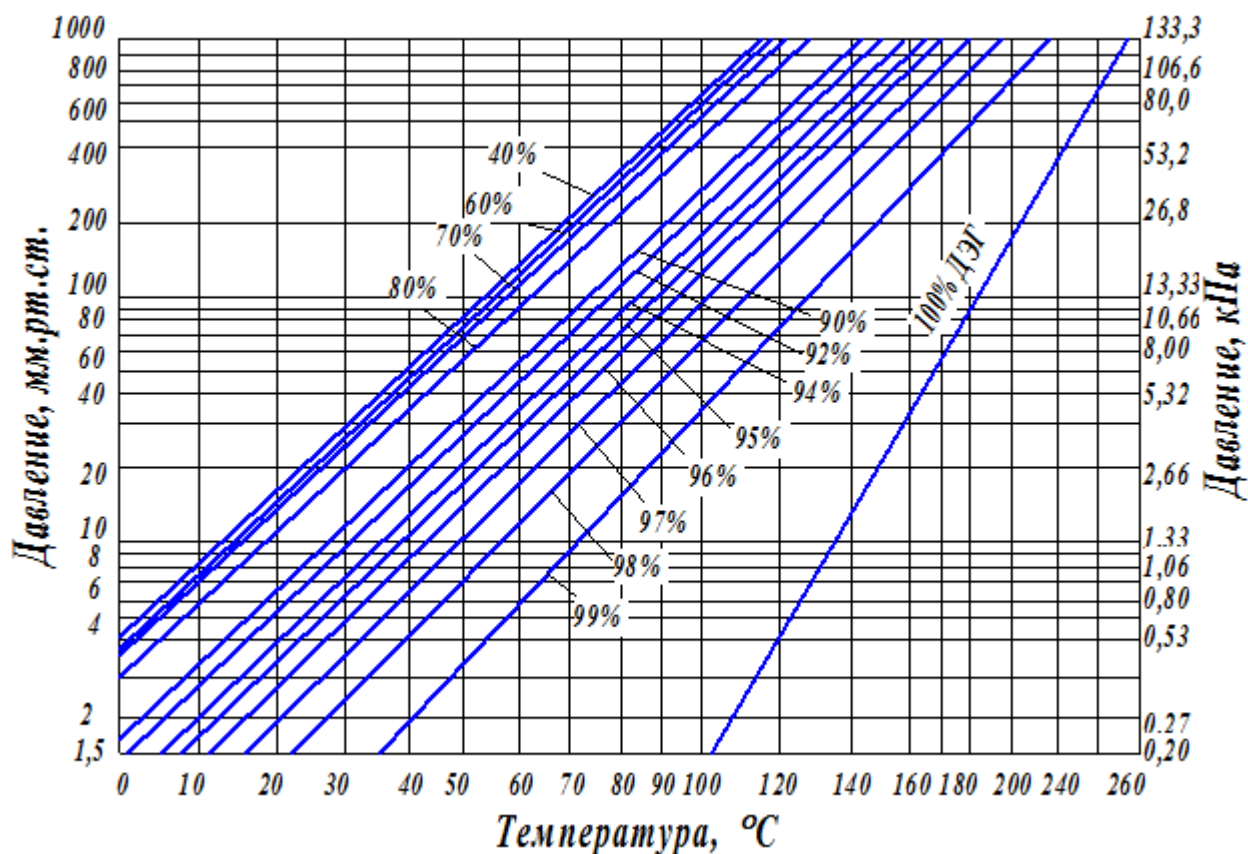


Рис. 7. Зависимость давления насыщенных паров водных растворов диэтиленгликоля от температуры.

Коэффициент преломления диэтиленгликоля в интервале 20 - 30°C изменяется на 0,00028 при изменении температуры на 1°C. Коэффициенты преломления водных растворов диэтиленгликоля при 20°C приведены ниже:

Концентрация ДЭГ, %	33	61	72	78	91	98	99
n_D^{20}	1,3685	1,3992	1,4142	1,4205	1,4357	1,4422	1,4450

На рис.8 дана зависимость коэффициента преломления водных растворов диэтиленгликоля от концентрации при 25°C для сравнения показана зависимость и для других гликолей.

Техническая литература.

Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Москва. 1976

О.Н. Дымент, К.С. Казанский, А.М. Мирошников

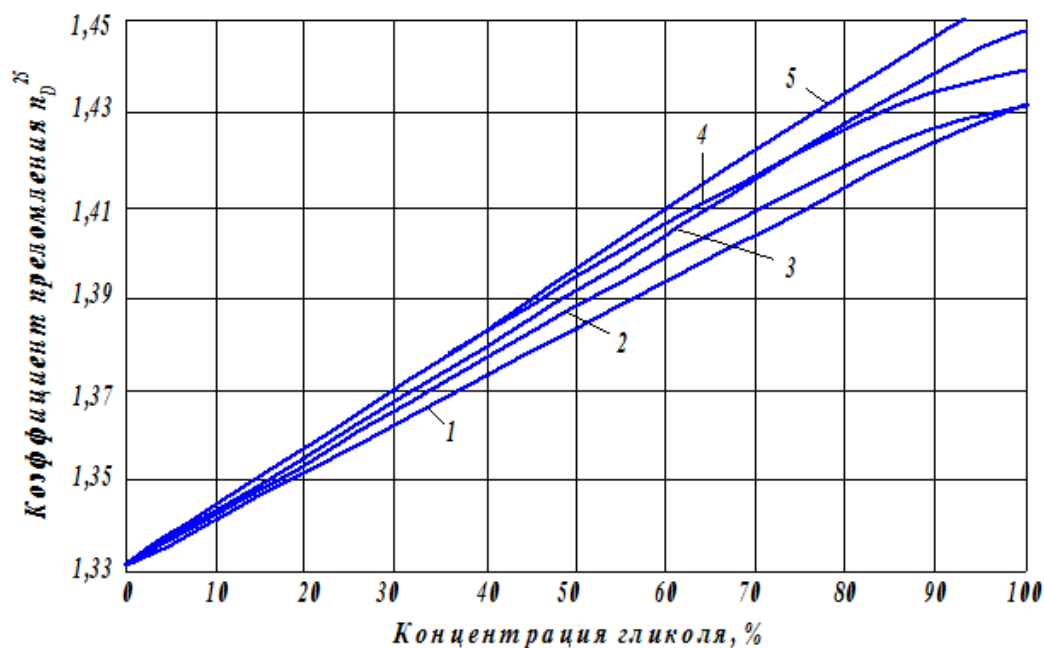


Рис.8. Зависимость коэффициента преломления водных растворов диэтиленгликоля и других гликолей от их концентрации: 1 – этиленгликоль, 2 – пропиленгликоль, 3 – диэтиленгликоль, 4 – дипропиленгликоль, 5 – триэтиленгликоль.

Коэффициент преломления смесей диэтиленгликоля с этиленгликолем является линейной функцией их состава. Для смесей диэтиленгликоля с триэтиленгликолем коэффициенты преломления при 20°C имеют следующие значения:

Концентрация ДЭГ, %	18	56	73	81	90	93	97
n_D^{20}	1,4588	1,4547	1,4541	1,4530	1,4516	1,4497	1,4482

Зависимость поверхностного натяжения диэтиленгликоля от температуры, а его водных растворов при 25°C от концентрации показана на рис.9.

Техническая литература.

Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Москва. 1976

О.Н. Дымент, К.С. Казанский, А.М. Мирошников

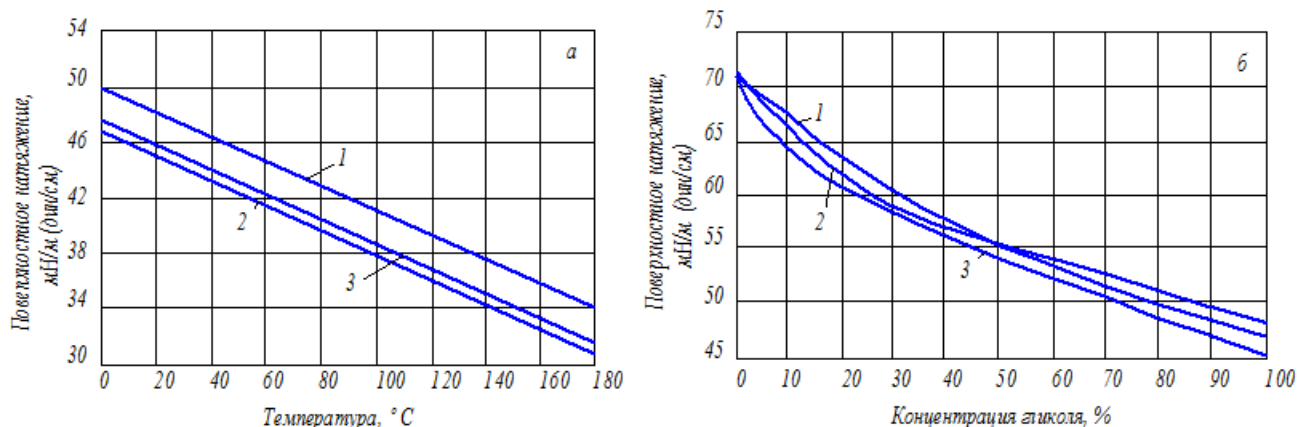


Рис.9. Зависимость поверхностного натяжения этиленгликолей от температуры (а) и водных растворов этиленгликолей при 25°С от концентрации (б):

1 – этиленгликоль; 2 – диэтиленгликоль; 3 - триэтиленгликоль

Поверхностное натяжение на разделе фаз диэтиленгликоля с некоторыми углеводородами при различных температурах характеризуется следующими данными, мН/м (дин/см):

	При 20°С	При 40°С	При 60°С
Гептан	10,126	10,133	9,961
Гексан	9,929	9,860	9,704
Циклогексан	8,345	8,-98	7,746
Бензол	0,511	0,447	0,313

Зависимость теплоёмкости диэтиленгликоля и его водных растворов от температуры приведена на рис.10 и в табл.4, а теплоёмкость паров диэтиленгликоля – на рис.11.

Техническая литература.

Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Москва. 1976

О.Н. Дымент, К.С. Казанский, А.М. Мирошников

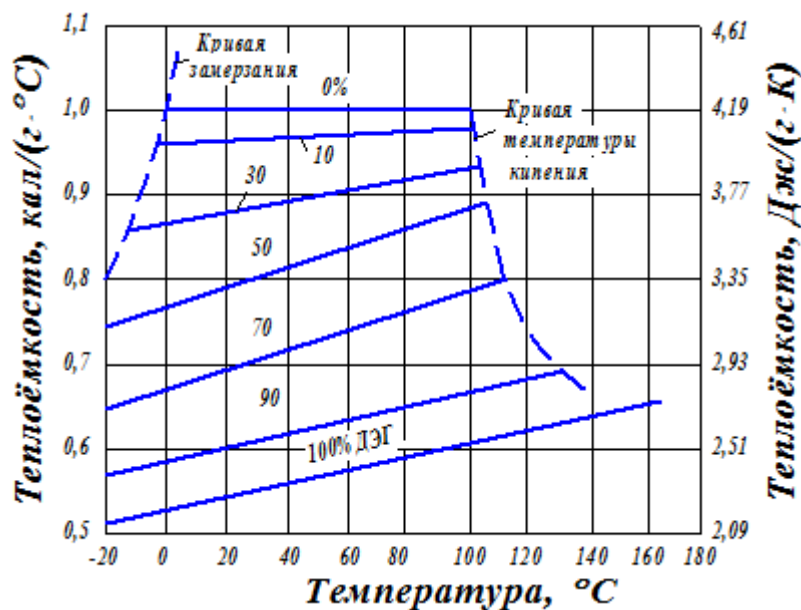


Рис.10. Зависимость теплоёмкости диэтиленгликоля и его водных растворов от температуры.

Таблица 4 – Зависимость теплоёмкости диэтиленгликоля и его водных растворов от температуры

Температура, °C	Теплоёмкость при различной концентрации ДЭГ, кал/(г· °C)*					
	10%	20%	40%	60%	80%	100%
20	0,951	0,924	0,851	0,741	0,637	0,548
30	0,956	0,928	0,857	0,753	0,649	0,558
40	0,961	0,933	0,862	0,764	0,662	0,567
50	0,965	0,938	0,869	0,775	0,673	0,576
60	0,970	0,943	0,874	0,787	0,686	0,583
70	0,974	0,948	0,879	0,799	0,699	0,592
80	0,979	0,953	0,885	0,810	0,711	0,601
90	0,984	0,958	0,891	0,822	0,724	0,610
100	0,988	0,963	0,897	0,834	0,736	0,619
110	0,993	0,968	0,904	0,846	0,749	0,629

* 1кал/(г· °C)=4,19 Дж/(г· K)

Техническая литература.

Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Москва. 1976

О.Н. Дымент, К.С. Казанский, А.М. Мирошников

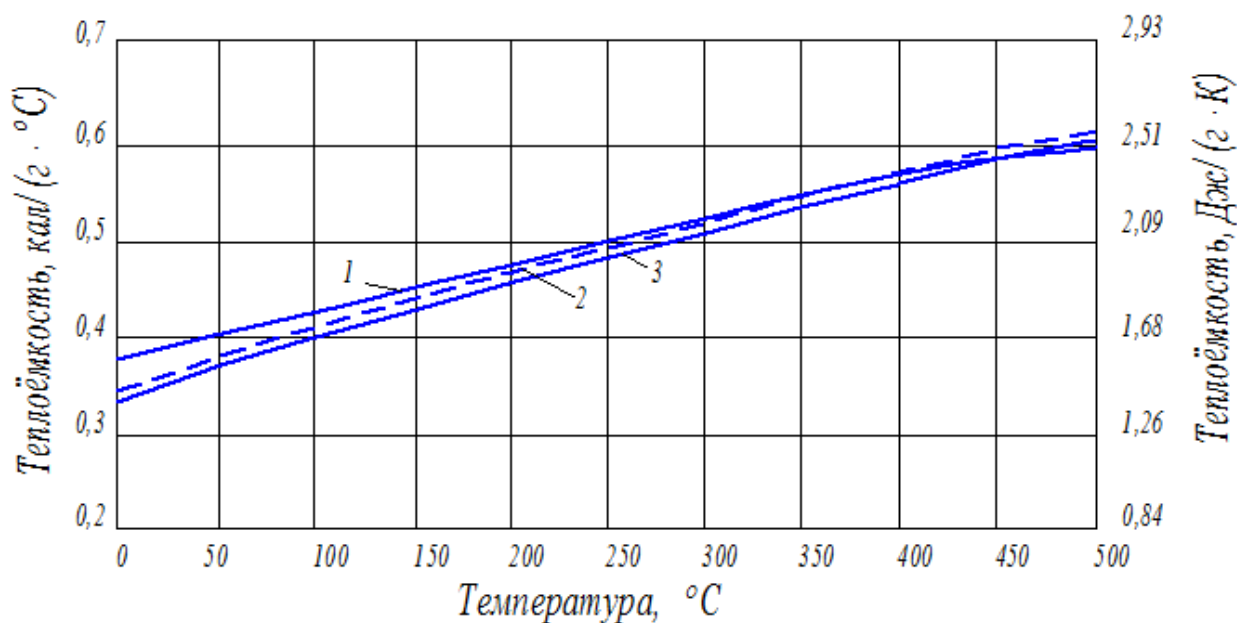


Рис. 11. Теплоёмкость паров этиленгликолей:

1 – этиленгликоль; 2 – диэтиленгликоль; 3 - триэтиленгликоль

Теплопроводность водных растворов диэтиленгликоля с повышением температуры до $\approx 120^\circ\text{C}$ незначительно увеличивается, а затем медленно снижается. Теплопроводность водных растворов диэтиленгликоля в интервале от 40 до 160°C дана в табл.5, а в интервале от 0 до 180°C показана на рис.12; теплопроводность паров диэтиленгликоля приведена на рис.13.

Таблица 5 – Зависимость теплопроводности водных растворов диэтиленгликоля от температуры

Температура, $^\circ\text{C}$	Теплопроводность при различной концентрации ДЭГ (в молн. долях), $\text{кал}/(\text{см}\cdot\text{с}\cdot^\circ\text{C})^*$					
	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1
40	0,495	0,506	0,545	0,636	0,813	1,025
60	0,499	0,511	0,559	0,655	0,836	1,064
80	0,502	0,519	0,566	0,667	0,865	1,107
100	0,502	0,521	0,576	0,674	0,860	1,116
120	0,502	0,521	0,571	0,672	0,884	1,118
140	0,499	0,519	0,571	0,674	0,877	1,114
160	0,497	0,516	0,562	0,672	0,860	1,109

* $1 \text{ кал}/(\text{см}\cdot\text{с}\cdot^\circ\text{C}) = 4,19 \times 10^2 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{K})$

Техническая литература.

Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Москва. 1976

О.Н. Дымент, К.С. Казанский, А.М. Мирошников

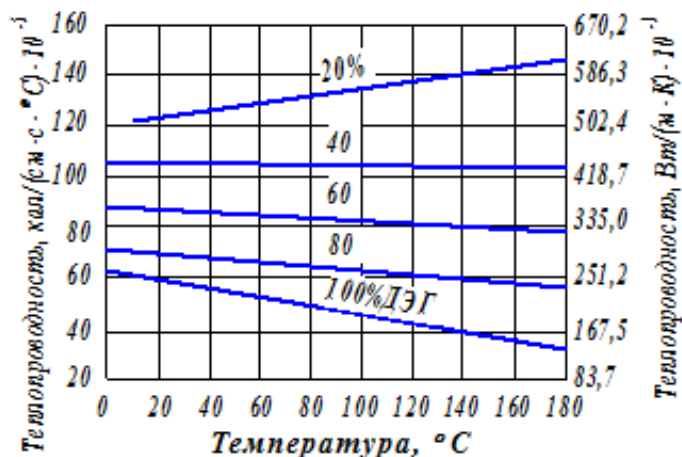


Рис.12. Зависимость коэффициента теплопроводности диэтиленгликоля и его водных растворов от температуры.

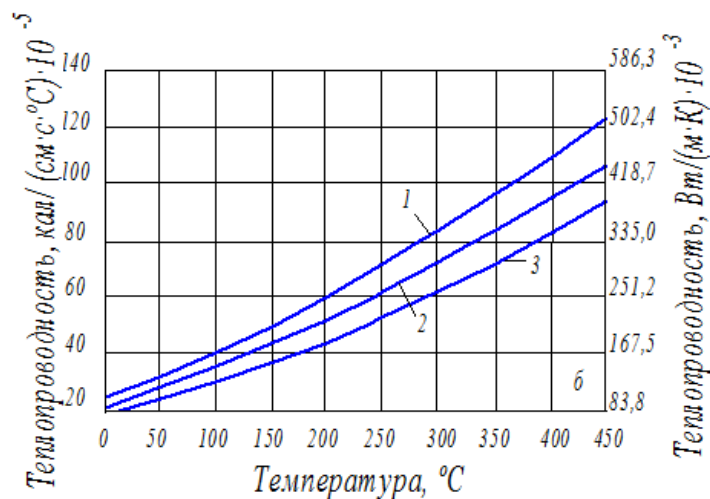


Рис. 13. Зависимость теплопроводности паров этиленгликолей от температуры: 1 – этиленгликоль; 2 – диэтиленгликоль; 3 – триэтиленгликоль

С повышением давления **вязкость** диэтиленгликоля значительно возрастает и при 6,9 МПа (70 кгс/см²) она в 3 – 4 раза выше, чем при атмосферном давлении. Зависимость вязкости диэтиленгликоля и его водных растворов от температуры приведена на рис.14, а от давления и температуры – на рис.15.

Техническая литература.

Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Москва. 1976

О.Н. Дымент, К.С. Казанский, А.М. Мирошников

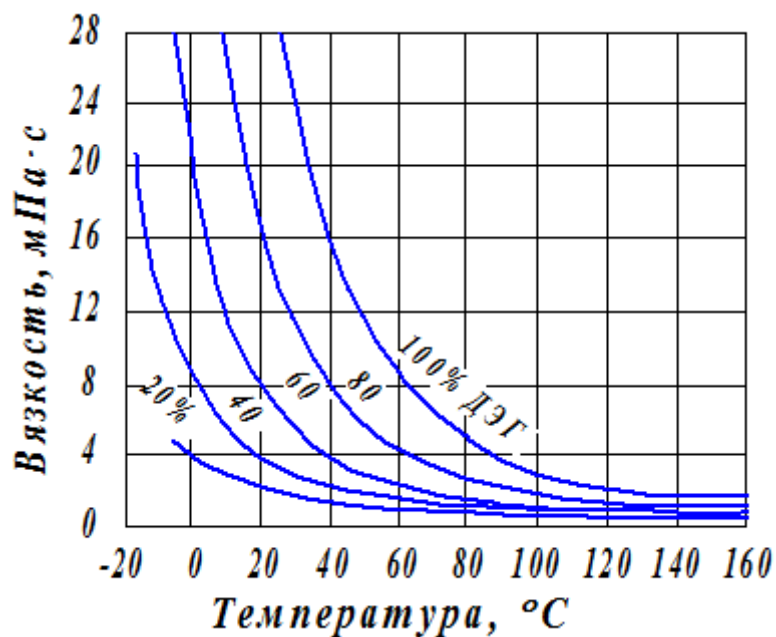


Рис.14. Зависимость вязкости диэтиленгликоля и его водных растворов от температуры.

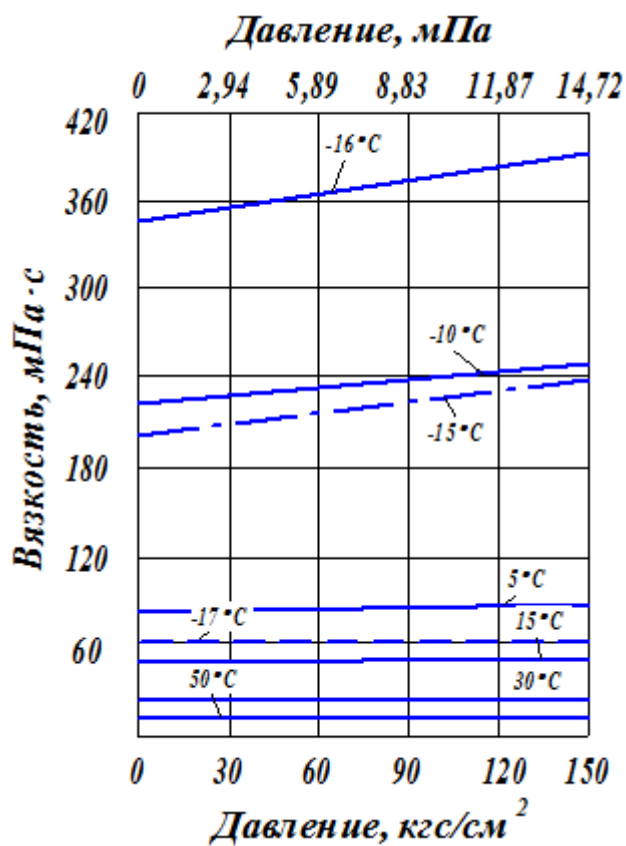


Рис.15. Зависимость вязкости водных растворов диэтиленгликоля от давления и температуры (— 100% ДЭГ, - · - · -80% ДЭГ, - - - - 60% ДЭГ).

Техническая литература.
Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Москва. 1976
О.Н. Дымент, К.С. Казанский, А.М. Мирошников

Вязкость же паров диэтиленгликоля показана на рис.16.

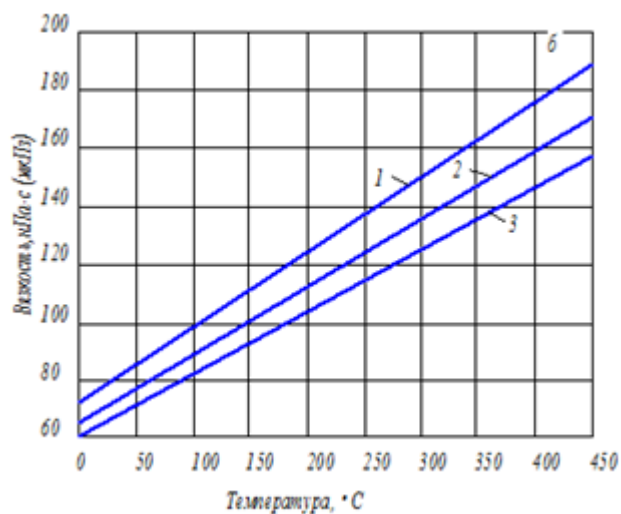


Рис. 16. Зависимость вязкости паров этиленгликоля от температуры:
1 – этиленгликоль; 2 – диэтиленгликоль; 3 – триэтиленгликоль

В интервале температур от -17 до 50°C и при давлении от 0 до 14,7МПа (0 – 50 кгс/см²), если концентрация диэтиленгликоля выше 60%, вязкость η (МПа·с) может быть рассчитана по уравнению:

$$\eta = \eta_0 [1 + 10^{-4}(1,5 \cdot 10^{-2}X + 8,3)10P]$$

где η_0 – вязкость раствора при атмосферном давлении; X – концентрация диэтиленгликоля, %; P – давление, МПа.

Диэлектрическая проницаемость диэтиленгликоля и его водных растворов при 15, 25 и 35°C приведена ниже:

Концентрация ДЭГ, %	При 15°C	При 25°C	При 35°C
10	78,8	74,9	71,8
20	75,3	71,5	68,3
30	71,6	67,7	64,6
40	67,4	63,7	60,7
50	62,9	59,6	56,6
60	57,8	54,8	52,1
70	52,5	49,7	47,3
80	46,4	44,0	41,8
90	40,0	37,7	35,8
100	32,6	30,7	29,2

При других температурах и в переохлаждённом состоянии диэлектрическая проницаемость (ϵ) диэтиленгликоля имеет следующие значения:

	60°C	50°C	20°C	5°C	-5°C	-20°C
ϵ	24,8	26,4	31,7	34,8	37	40,7

Электропроводность растворов диэтиленгликоля в воде, диметилформамиде и пиридине при концентрации ДЭГ 0,1 моль/л при 20°C составляет соответственно $38 \cdot 10^{-8}$, $12 \cdot 10^{-8}$ и $5,9 \cdot 10^{-8}$ Ом⁻¹·см⁻¹.

Скорость звука в диэтиленгликоле при 30°C определена равной 1533м/с. В тех же условиях скорость звука в этиленгликоле составляет 1606м/с. При повышении температуры на 1°C скорость звука в диэтиленгликоле снижается на 2,5 м/с.

Гигроскопичность. Диэтиленгликоль, как и другие гликоли, обладает высокой гигроскопичностью. Равновесная концентрация диэтиленгликоля в зависимости от влажности воздуха и температуры контакта приведена в табл.6.

Таблица 6 – Зависимость равновесной концентрации диэтиленгликоля от относительной влажности воздуха и температуры

Температура, °C	Равновесная концентрация при относительной влажности, %								
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
-5	97,8	95,1	92	89	86	83	78	68	52
5	97,7	95,0	92	89	86	82	77	67	50
15	97,7	95,0	92	89	86	82	76	66	48
25	97,6	94,9	92	89	85	81	75	65	47
35	97,6	94,8	92	89	85	81	74	64	46
45	97,6	94,8	92	89	85	80	73	63	45

Зависимость точки росы газа при его осушке водными растворами диэтиленгликоля от концентрации ДЭГ и его температуры контакта при атмосферном давлении показана на рис.17.

Техническая литература.

Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Москва. 1976

О.Н. Дымент, К.С. Казанский, А.М. Мирошников

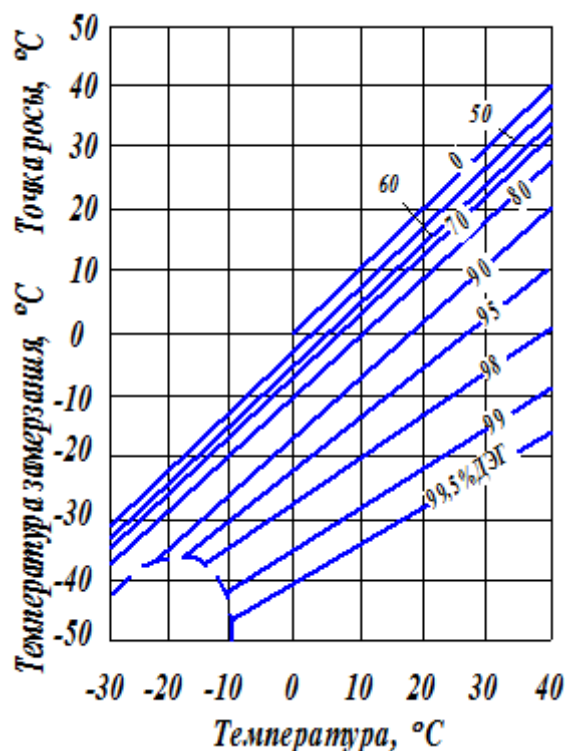


Рис.17. Зависимость точки росы газа при его осушке от температуры контакта с водными растворами диэтиленгликоля.

Растворимость. Диэтиленгликоль смешивается во всех отношениях с водой и многими органическими соединениями: низшими спиртами и гликолями, целлозольвами и карбитолами, этаноламинами, ацетоном, дихлордиэтиловым эфиром, фенолом, ледяной уксусной кислотой, фурфуролом, пиридином, гликольдиацетатом, хлороформом, нитробензолом, анилином, хлорбензолом, метилизобутилкетонем и метилизобутилкарбинолом. Смешение диэтиленгликоля с рядом веществ, например с водой и бензолом, сопровождается выделением теплоты, количество которой зависит от мольной концентрации диэтиленгликоля и температуры. Так при смешении с водой выделяется следующее количество теплоты (в кал/моль * раствора):

Концентрация ДЭГ, % (моль)	При 25°С	При 35°С	При 45°С
3,7	-103	-92,5	-89,3
6,9	-202	-187	-182
15,9	-282	-255	-242
27,4	-360	-274	-269
48,6	-272	-239	-211
60,4	-239	-203	-178
80,0	-153	-127	-115

Техническая литература.

Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Москва. 1976

О.Н. Дымент, К.С. Казанский, А.М. Мирошников

* 1 кал/моль = 4,19 Дж/моль

Теплота же смешения диэтиленгликоля с бензолом равна (в кал/моль * раствора):

Концентрация ДЭГ, % (моль)	При 25°С	При 35°С	При 45°С
65,2	-	-3,8	27,6
70,1	-30,6	-3,2	25,4
75,8	-27,3	-3,6	16,3
82,4	-20,1	-3,1	1,7
90,4	-15,6	-2,8	6,8
* 1 кал/моль = 4,19 Дж/моль			

В диэтиленгликоле почти нерастворимы минеральные масла и масла растительного и животного происхождения: кокосовое, льняное, лярд, оливковое, соевое, спермацетовое, тунговое, хлопковое. Растворимость различных веществ в диэтиленгликоле при 25°С в табл.7.

Таблица 7 – Растворимость веществ в диэтиленгликоле при 25°

Соединение		Растворимость в ДЭГ, г/100г	
		По данным [15, р.9]	По данным [1, р.161]
Бензол		45,5	45,5
Декстрин		< 1	Почти нерастворим
Декстрин (10%-ный раствор в воде)		–	Растворим
Дибутилфталат		11,9	11,8
σ-Дихлорбензол		93,8	93,6
Канифоль		-	<2,0
Карбамид		42,8	24,0
масла	Ализариновое	< 1	6,3
	Касторовое	< 0,5	0,1
	Ланолиновое	< 0,5	Почти нерастворимо
	Ойтиковое	< 1	-
	Сосновое	Смешивается	
	Талловое	< 1	3,1
Метилоранж		-	4,2
Нитроцеллюлоза		>25	Растворима
Смолы	Дамарова	<0,5	Почти нерастворима
	Каурп	<0,5	Почти нерастворима
	Шеллак	<0,5	Почти нерастворима
Стирол		36	-
Тетрахлорметан		35,5	35,5
Тетрахлорэтилен		12,0	12,0

Техническая литература.

Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Москва. 1976

О.Н. Дымент, К.С. Казанский, А.М. Мирошников

Толуол	20,7	20,7
Этиленгликольстеарат	-	Почти нерастворим
Этиловый эфир	19,5	19,5

Применение диэтиленгликоля

Области применения диэтиленгликоля и этиленгликоля весьма сходны, однако вследствие меньшей летучести, более высокой температуры кипения и вязкости использование диэтиленгликоля для некоторых целей предпочтительнее. В 1977г. В США общее потребление диэтиленгликоля составило 150 тыс.т. Из них 30% израсходовано на производство полиуретанов и смол из ненасыщенных сложных эфиров, 13% использовано на получение триэтиленгликоля, 12% - на текстильные вспомогательные вещества, 7% - в качестве экстрагирующего агента ароматических углеводородов и 10% - на экспорт. Остальное количество использовалось в различных отраслях промышленности.

Используя большую гигроскопичность диэтиленгликоля, его применяют для поддержания необходимой влажности табака, табачных изделий и бумаги. Диэтиленгликоль применяется в качестве пластификатора целлофана и других плёночных материалов, пробковых изделий, клеев, набивочных и уплотняющих материалов газопроводов. Он также нашел применение как растворитель, умягчающий и увлажняющий агент на различных стадиях производства натуральных и химических волокон, получения пряжи и тканей, а также для производства печатных красок.

При взаимодействии диэтиленгликоля с ненасыщенными кислотами (малеиновой, фумаровой др.) получают сложные эфиры. При полимеризации последних с мономерами, имеющими винильные группы (винилацетат, метилметакрилат, стирол), получают твёрдые прозрачные смолы, которые обладают хорошими оптическими свойствами и пригодны для получения стеклопластиков, клеев. Мягкие смолы, применяемые в нитроцеллюлозных лаках, эмалях и клеях, образуются при этерификации диэтиленгликоля смоляными кислотами. Модифицированные алкидные смолы, обладающие большей щелочестойкостью, получают при частичной замене глицерина диэтиленгликолем. Сложные эфиры диэтиленгликоля и жирных кислот служат пластификаторами и клеями, а эфиры ароматических

Техническая литература.

Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Москва. 1976

О.Н. Дымент, К.С. Казанский, А.М. Мирошников

кислот или смесей ароматических и жирных кислот являются пластификаторами поливинилхлорида.

Диэтиленгликоль предлагается применять как усилитель наполнителей в светлых резинах. При введении его в резиновые смеси на основе бутадиенстирольного каучука СКС-30, содержащих белую сажу, предел прочности резин при разрыве повышается на 20% и снижается время вулканизации.

Стирольный раствор ненасыщенного полиэфира диэтиленгликоля и малеинового ангидрида, содержащий катализатор и ускоритель полимеризации, служит покрытием для плит из синтетических смол. Термостойкие полиуретаны, применяемые в качестве лаков для покрытия металлических поверхностей, получают из диэтиленгликоля и лабильных уретанов, производных диизоцианатов и фенолов. Электроизоляционный лак, стойкий к нагреванию до 155°C и устойчивый к влаге и химическим реагентам, обладающий хорошей адгезией и эластичностью, получается при этерификации терефталевой кислоты смесью ди- и этиленгликоля, а затем глицерином. Клеи и герметики получают при конденсации полиэфира на основе диэтиленгликоля и адипиновой кислоты с эпоксидной смолой.

Диэтиленгликоль используется при синтезе фосфорсодержащих полиэфиров. Огнестойкие полиуретаны образуются из полиэфиров фосфорной кислоты, получаемых переэтерификацией диметилфосфата смесью диэтиленгликоля и триметилолэтана или триметилолпропана. Трудно возгорающиеся и мгновенно гаснущие при удалении пламени линейные полиэфиры с фосфором в основной цепи получают поликонденсацией диэтиленгликоля с дихлоридом аллилфосфорной кислоты. Маслянистые жидкости, являющиеся хорошими отвердителями для смол, получают этерификацией диэтиленгликоля хлорокисью фосфора и последующей обработкой образовавшегося тетрахлорфосфата этилен- или пропиленамином.

В результате конденсации диэтиленгликоля с пиромелитовым диангидридом образуется продукт, употребляемый в качестве отверждающего агента для эпоксидных смол. Стабилизаторами для синтетических смол, антиоксидантами, ускорителями вулканизации и полимеризации являются соединения, полученные при взаимодействии оловоорганических диалогенидов с диэтиленгликолем. Диэтиленгликоль

Техническая литература.

Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Москва. 1976

О.Н. Дымент, К.С. Казанский, А.М. Мирошников

предложен в качестве инертной среды при синтезе бензооксазолинона и Ni-фенолятов диоксикалкилдифенилсульфонов, являющихся стабилизаторами полиолефинов. Диэтиленгликоль применяется для синтеза лекарственных препаратов, например алкилстероидов, обладающих многофункциональным действием, для повышения эффективности инсектицидов и гербицидов.

При реакции диэтиленгликоля с трихлорметильными ароматическими соединениями образуются хлоралкиловые эфиры ароматических кислот, которые могут быть использованы в качестве промежуточных продуктов, растворителей и сельскохозяйственных химикатов.

Для получения ряда материалов используется смесь диэтиленгликоля с этиленгликолем, например для получения антифриза, гидравлических и гидротормозных жидкостей, электролита для электролитических конденсаторов. Диэтиленгликоль применяется для получения диэтиленгликольдинитрита (динитрогликоля), сложного эфира диэтиленгликоля и азотной кислоты: $O_2NOCH_2CH_2OCH_2CH_2ONO_2$.

Во время второй мировой войны в Германии из-за нехватки глицерина в большом количестве выпускались нитродигликолевые пороха и динамиты; это взрывчатые вещества изготовлялись также и в других странах.

Диэтиленгликольдинитрит имеет ряд преимуществ по сравнению с нитроглицерином: у него большая способность пластифицировать нитроцеллюлозу. Что позволяет вводить его в меньших количествах; пороховая масса обрабатывается на вальцах лучше, стойкость порохов выше и их использование повышает срок службы орудий. Смеси динитрогликоля и нитроглицерина образуют трудно замерзающие динамиты, производство и применение которых в качестве взрывчатых веществ менее опасно, чем полученных на основе одного нитроглицерина.

Способность диэтиленгликоля хорошо растворять ароматические углеводороды и плохая растворимость в нём парафиновых и нефтяных углеводородов обусловили его широкое использование в качестве селективного растворителя для выделения ароматических углеводородов (бензола, толуола, ксилолов) из продуктов каталитического риформинга, пиролиза и других фракций. Как селективный растворитель диэтиленгликоль предпочтительнее этиленгликоля, так как в нём лучше растворяются ароматические углеводороды, а в связи с большей разностью температур кипения между углеводородами и растворителем значительно упрощается их

Техническая литература.

Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Москва. 1976

О.Н. Дымент, К.С. Казанский, А.М. Мирошников

выделение из экстракта, т.е. обеспечивается получение продуктов высокой степени чистоты. На рис.18 дана технологическая схема установки для выделения ароматических углеводородов из продуктов платформинга бензина. В результате экстракции, очистки и ректификации получают продукты с содержанием основного вещества: бензол – 99,9%, толуол – 99,8% и ксилол – 99,8%.

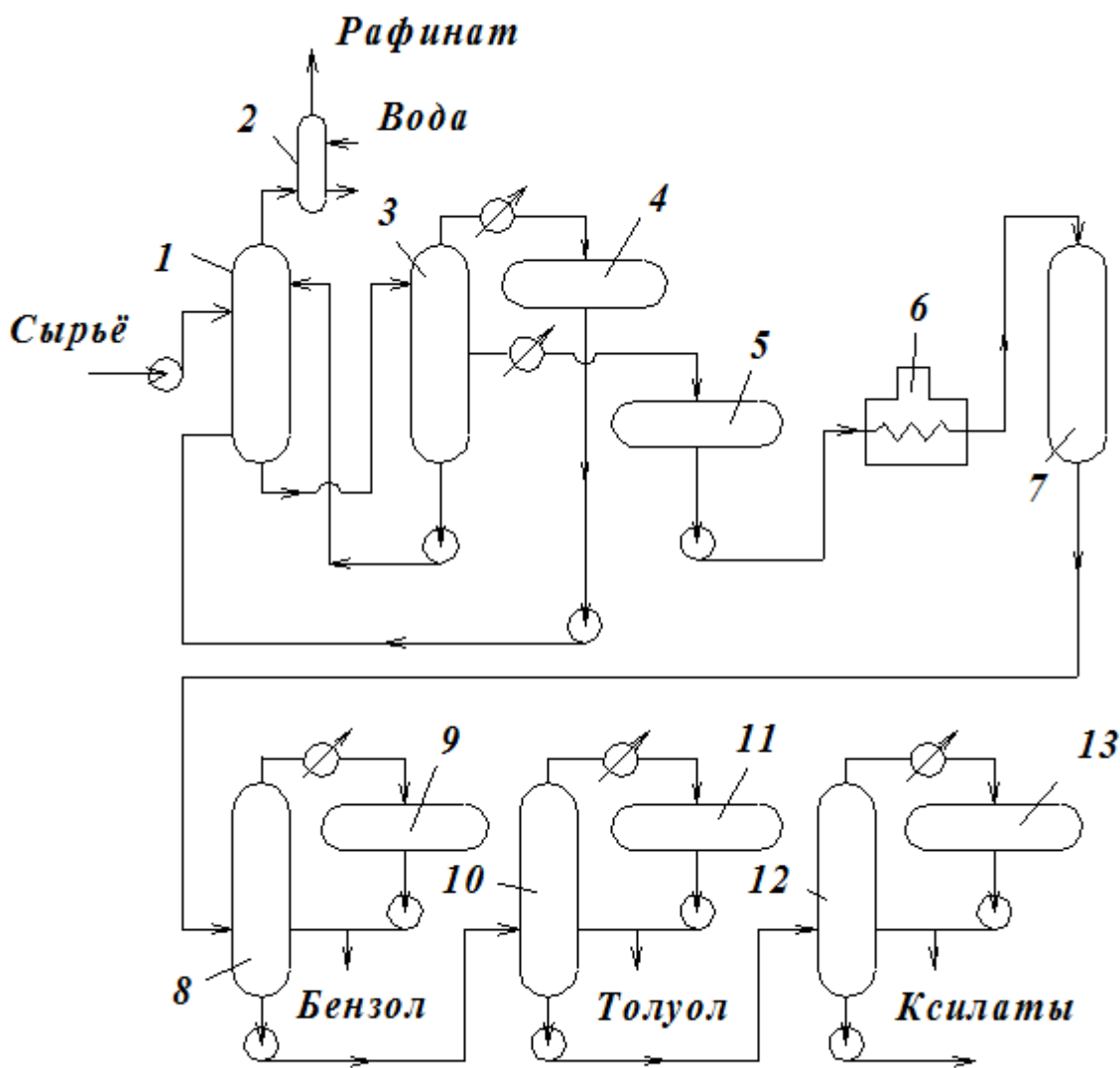


Рис.18. Технологическая схема для выделения ароматических углеводородов экстракцией диэтиленгликолем:

1 – экстракционная колонна; 2 – промывная колонна; 3 – отпарная колонна; 4, 5, 9, 11, 13 – ёмкости; 6 – печь; 7 – колонна для очистки глиной; 8 – бензольная колонна; 10 – толуольная колонна; 12 – ксилольная колонна.

Диэтиленгликоль широко используется для осушки газов в нефтяной, газовой. Нефтехимической и других отраслях промышленности. В 1966 г. в

Техническая литература.

Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Москва. 1976

О.Н. Дымент, К.С. Казанский, А.М. Мирошников

США на осушку природного газа было израсходовано 31% произведенного диэтиленгликоля. При осушке газа диэтиленгликолем практически исключается образование водяного конденсата, ледяных пробок и кристаллогидратов в газопроводах, а также снижается коррозия труб. Степень осушки зависит от давления и температуры газа и от концентрации диэтиленгликоля, подаваемого на осушку. Чем выше концентрация диэтиленгликоля, тем выше степень осушки и соответственно ниже точка росы газа после осушки. При концентрации диэтиленгликоля 97 – 98% точка росы осушенного газа снижается на 33 - 36°С, а при концентрации 99,5% точку росы можно снизить на 42 - 58°С. Технологическая схема установки осушки газа диэтиленгликолем приведена на рис.19.

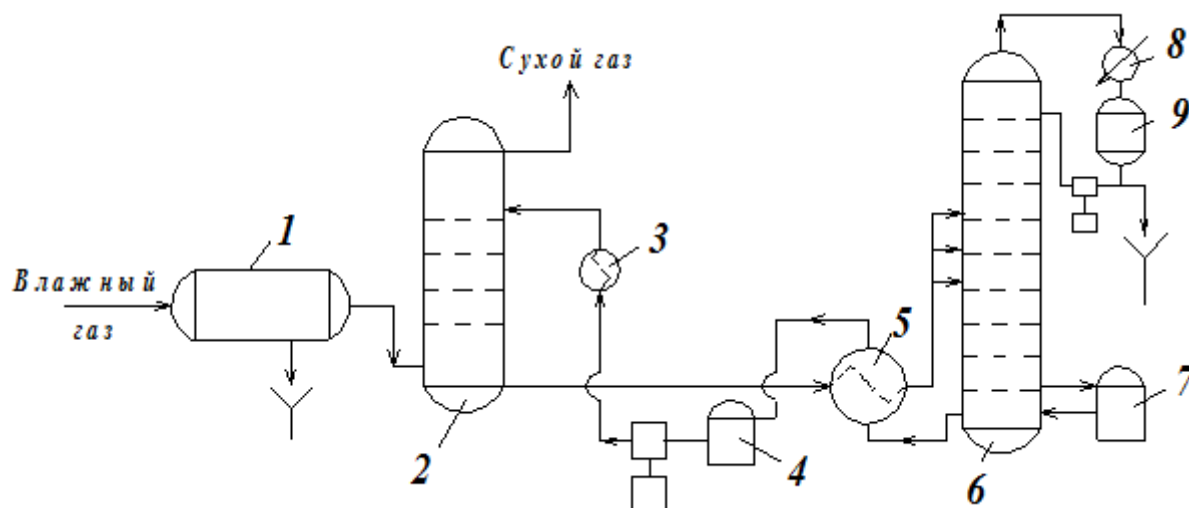


Рис.19. Технологическая схема установки осушки диэтиленгликолем:

1 – водоотделитель; 2 – абсорбер; 3 – холодильник; 4 – промежуточная ёмкость; 5 – теплообменник; 6 – выпарная колонна; 7 – кипятильник; 8 – конденсатор; 9 – сборная ёмкость.

После осушки газа диэтиленгликоль концентрируется в вакууме. Что позволяет снизить температуру в кубе отпарной колонны и тем самым уменьшить потери диэтиленгликоля за счёт его разложения. Для получения 99,5 – 99,8%-ного диэтиленгликоля регенерацию проводят с применением отпарного газа, т.е. подачей небольшого количества сухого газа в отпарную колонну.

Диэтиленгликоль в смеси с этаноaminaми применяется для очистки углеводородных газов от таких примесей, как H_2S , CO_2 .

Техническая литература.

Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена. Москва. 1976

О.Н. Дымент, К.С. Казанский, А.М. Мирошников