ДЕАЭРАЦИЯ ОСНОВНОГО КОНДЕНСАТА

В современных паротурбинных установках АЭС предъявляются высокие требования к содержанию в питательной воде кислорода и углекислого газа, т.е. агрессивных газов, способных вызвать коррозию парогенераторов и всего оборудования конденсатно-питательной системы. Азот- практически нейтрален,а аммиак в определенных условиях даже полезен.

В двухконтурных энергетических установках АЭС кислород в конденсат и питательную воду поступает с воздухом в элементах ПТУ, находящихся под вакуумом А также от системы подпитки конденсаторов и деаэраторов химобессоленной водой.

Причиной поступления свободной углекислоты в воду второго контура является разложение бикарбонатов $NaHCO_3$ и карбонатов Na_2CO_3, поступающих с присосом охлаждающей воды в конд-х.

Разложение карбонатов и бикарбонатов происходит в процессе подогрева воды, т.е. после конденсатора. Поэтому в конденсатно-питательной системе устанавливают деаэратор, основное назначение которого – удалить из основного конденсата кислород и углекислоту.

На АЭС используются только термические деаэраторы, которые удаляя из конденсата любые растворимые газы, не вносят дополнительных примесей в питательную воду.

Принцип действия термического деаэратора основан на подогреве воды до температуры кипения, в результате чего растворимость газов в воде снижается до нуля.

Вообще, концентрация любого газа в жидкости пропорциональна давлению этого газа над жидкостью. Количество растворенного кислорода в жидкости :

$$p = \frac{K_г \; p_г}{1{,}033} \;\; мг/л$$

В деаэраторе над уровнем воды находятся не только газообразный кислород и другие газы, но и пары воды, тогда:

$$p_{O_2} = p - \Sigma p_{Г} - p_{H_2O} \quad (1)$$

p – суммарное давление над уровнем воды;

$\Sigma p_{Г}$ -сумма парциальных давлений других газов в смеси;

p_{H_2O} -парциальное давление водяных паров над уровнем воды

Тогда, уравнение (1) будет иметь вид:

$$G_{O_2} = k_{O_2}(p - \Sigma p_{Г} - p_{H_2O}) \qquad (2)$$

Рассматривая выражение (2), можно сделать вывод, что для удаления кислорода можно использовать зависимость коэффициента k_{O_2} от температуры. Действительно, при нагреве воды из нее выделяется некоторая часть кислорода. Это подтверждается графиком 1.

При повышении давления растворимость газов в воде существенно увеличивается

График 1

зависимости $К_г$ от температуры.

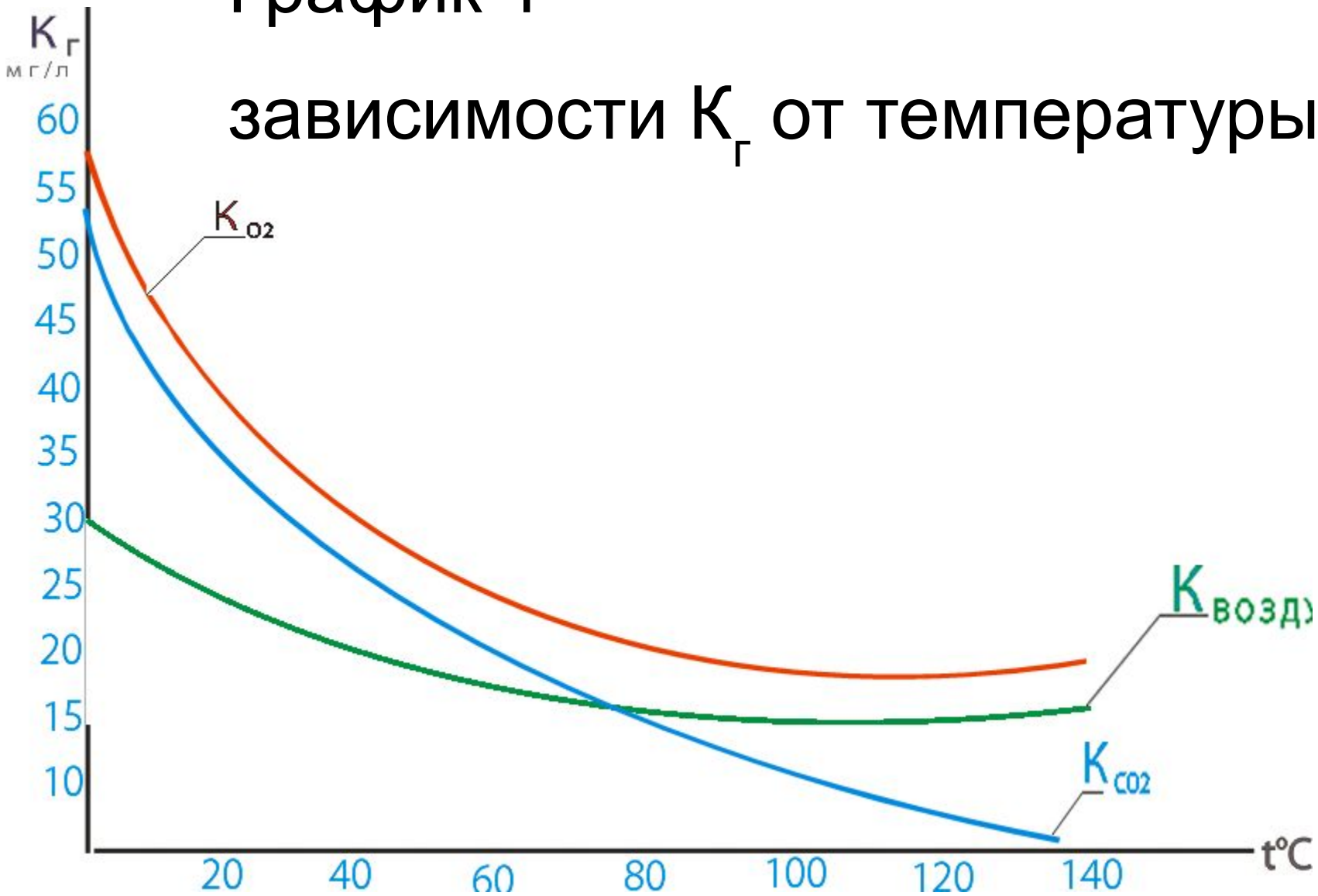


Таблица 1

ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА РАСТВОРИМОСТИ КИСЛОРОДА

K_{O_2}

t, °C	K_{O_2} Мг/л	t, °C	K_{O_2} Мг/л	t, °C	K_{O_2} Мг/л	t, °C	K_{O_2} Мг/л
0	67,0	30	36,1	90	23,8	150	25,4
5	59,2	40	31,9	100	23,6	160	26,5
10	52,5	50	28,9	110	23,4	170	27,8
15	47,2	60	26,9	120	23,3	180	29,4
20	42,8	70	23,3	130	23,8	190	31,8
25	39,1	80	24,3	140	24,5	200	33,6

Таблица 2

ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ РАСТВОРИМОСТИ ГАЗОВ

$K_Г$

t, °C	$K_Г$, мг/л			t, °C	$K_Г$, мг/л		
	N_2	CO_2	ВОЗДУХ		N_2	CO_2	ВОЗДУХ
0	28,6	3320	36,7	40	14,4	1020	18,1
5	25,3	2700	32,4	50	13,2	830	16,5
10	22,6	2290	28,4	60	12,4	820	15,5
15	20,4	1950	26,0	70	11,9	630	14,7
20	18,7	1675	23,8	80	11.7	560	14,7
25	17,4	1440	21,8	90	11,6	500	14,2
30	16,1	1270	20,3	100	11,5	450	14,0
35	15,2	1130	19,1	130	11,9	430	13,8

Таблица 3

Качество питательной воды:

1. PH = 9 ± 0,2.
2. Fe ≤ 15 мкг/кг.
3. Cu ≤ 3 мкг/кг.
4. O_2 ≤ 10 мкг/кг
5. Гидразин ≈ 40 мкг/кг.
6. Масло и нефтепродукты ≤ 40 мкг/кг.

Из уравнения (2) следует, что есть более действенный путь для сведения к нулю содержания кислорода в конденсате, а именно: необходимо, чтобы суммарное давление газов над водой было равно да влению водяных паров, т.е.

$$\Sigma p_{Г} = p_{н_2о} \qquad (3)$$

Это условие выполнимо только при кипе-нии, которое может быть организовано при любом давлении.При нагреве воды до 100°С происходит снижение коэфф-та абсорбции (растворимости) кислорода, и

решающим условием для удаления его из воды является повышение парциального давления водяных паров. При этом ускорению способствуют и гидродинамические факторы: образовавшийся в слое воды пар барботирует через него, увлекая за собой пузырьки кислорода, десорбирующегося (выделяющегося) из воды. Это особенно важно для углекислоты, т.к отвод ее из толщи воды способствует сдвигу реакции разложения бикарбонатов в сторону образования св-й CO_2.

$$2NaHCO_3 = Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

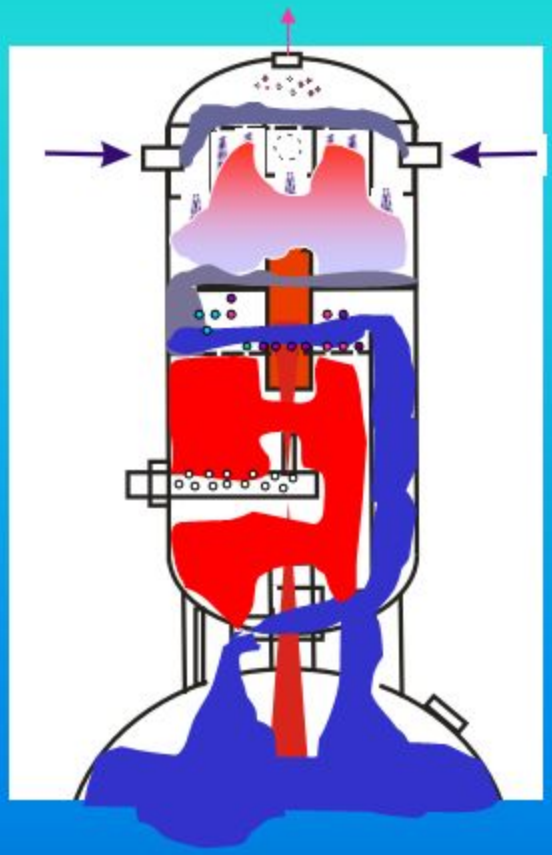
$$Na_2CO_3 + H_2O = 2NaOH + CO_2$$

Поэтому , для хорошей дегазации воды следует нагреть воду до кипения с непрерывным образованием некоторого количества пара и его отводом из термического деаэратора. Отвод пара позволяет не допускать над уровнем воды сколько-нибудь заметного парциального давления удаляемого газа, что необходимо, исходя из условия уравнения (3). Непрерывно отводимая из деаэратора паровоздушная смесь называется выпаром деаэратора.

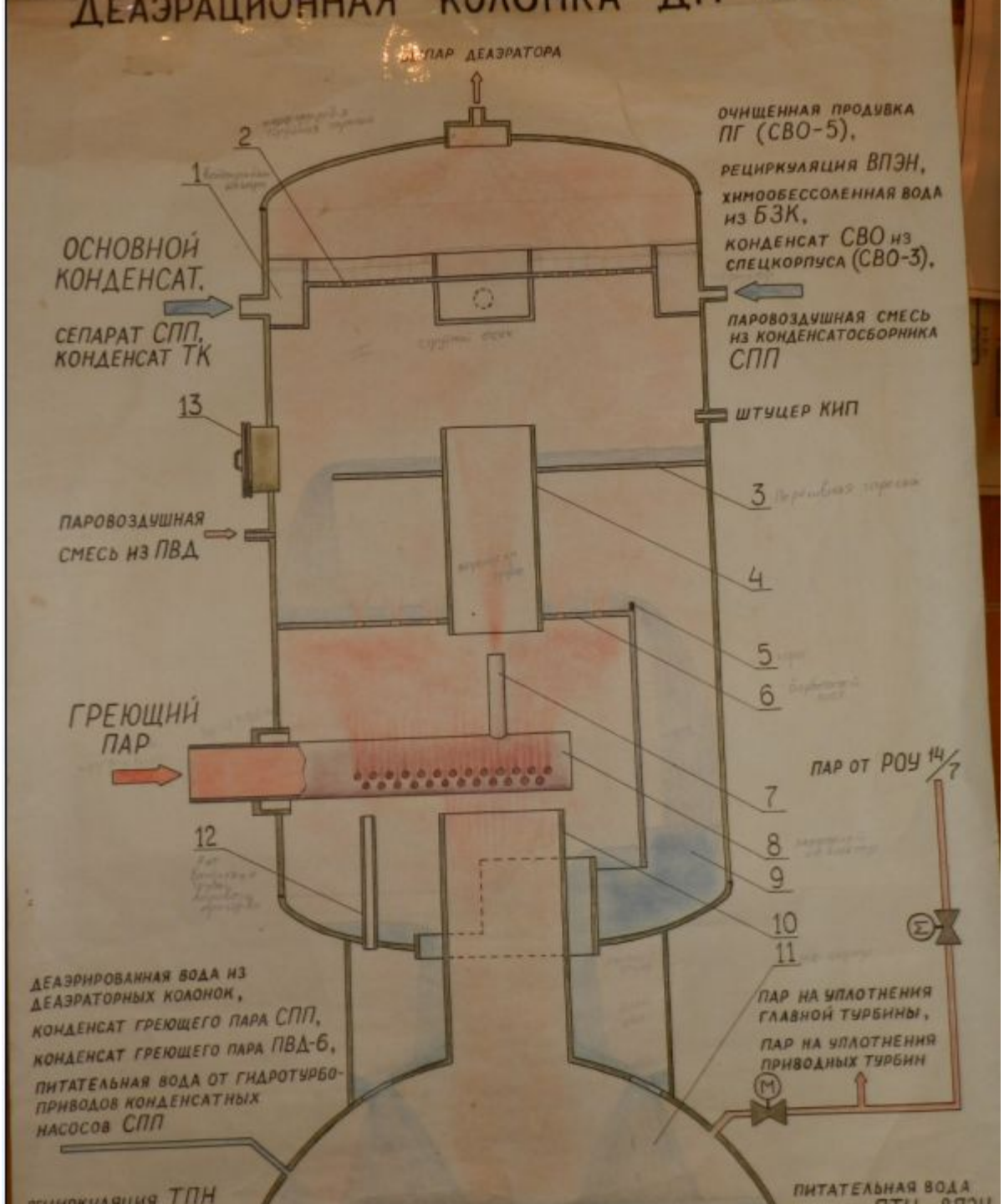
На атомных электростанциях применяются смешивающие деаэраторы струйно-барботажного типа…

Деаэратор типа ДП-3200 (2х160)/185-А представляет собой теплообменный аппарат повышенного давления (p_g = 6кгс/см) с двухступенчатой деарацией воды и состоит из двух вертикальных деаэрационных колонок, которые установлены на баке-аккумуляторе.

Деаэрационная колонка – струйно-барботажного типа, состоит из цилиндрического корпуса с приваренными к нему верхним и нижним днищами, четырех водоприемных камер, струйной тарелки,

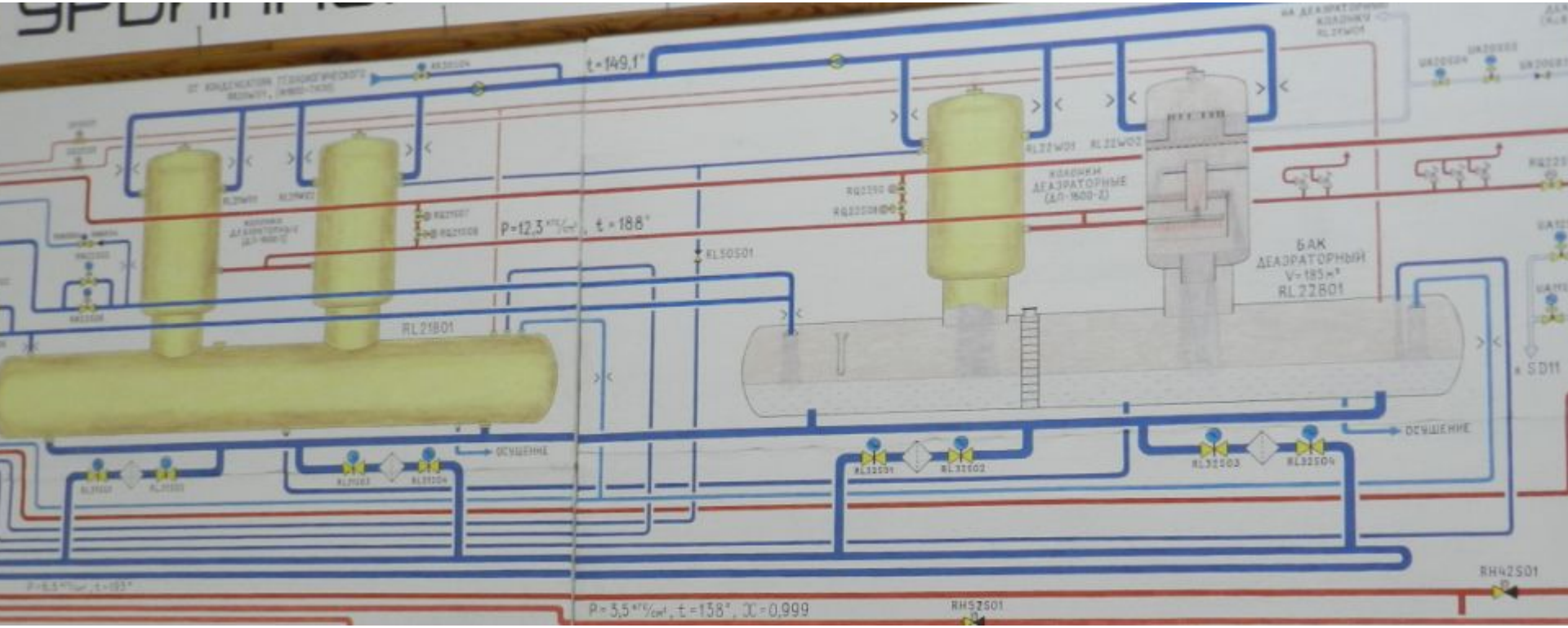


ДЕАЭРАЦИОННАЯ КОЛОНКА Д-



переливной тарелки, барботажного устройства. Производительность колонки 1600 т/ч деаэрированной воды. Термическая деаэрация воды в колонке представляет сочетание процессов теплообмена и массообмена и осуществляется следующим образом.

НАИБОЛЕЕ СУЩЕСТВЕННЫЕ НЕДОСТАТКИ СМЕШИВАЮЩИХ ДЕАЭРАТОРОВ СВЯЗАНЫ С ФИЗИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ, ПРОИСХОДЯЩИМИ ПРИ ДЕАЭРАЦИИ ВОДЫ.


t=149,1°
P=12,3 кгс/см², t=188°
RL21B01
RL50S01
КОЛОНКИ ДЕАЭРАТОРНЫЕ (ДЛ-1600-2)
БАК ДЕАЗРАТОРНЫЙ V=185м³ RL22B01
RL22W01
RL22W02
RL22S01
RL22S02
RL22S03
RL22S04
ОСУШЕНИЕ
RH42S01
RH52S01
P=3,5 кгс/см², t=138°, X=0,999