

Учебная литература «Школы технического дайвинга»

Инструктор TDI/SDI 14624 Сергей Кравчук www.diveschool.spb.ru

ДЕКОМПРЕССИОННЫЕ ТАБЛИЦЫ МАКСА ХАННА

Помещая человека под действие повышенного давления воздушной среды, можно условно выделить четыре отдельные фазы экспозиции, каждая из которых имеет свои особые сложности. Первая фаза — компрессия, которая иногда вызывает перепады давления в полостях тела (придаточные пазухи костей, среднее ухо), ведущие к возможности развития болей и головокружения. Вторая фаза включает в себя временное пребывание человека под установившимся (полным) давлением - насыщение. В этом случае работающие в условиях сжатого воздуха водолазы испытывают действие повышенного давления кислорода и нейтрального газа (азота), что может вызвать ряд проблем, например кислородное отравление, азотный наркоз, изменение теплового равновесия, возрастание нагрузки на респираторную систему, нарушение коммуникации. Третья фаза — декомпрессия, представляет собой К атмосферному давлению. ней возвращение 3a следует четвертая фаза, или постдекомпрессионный период.

Проходя эти четыре фазы организм человека, претерпевает существенные изменения, связанные с растворением инертного газа (Азота) в тканях, а затем вывода растворенного газа из тканей организма.

В случае ошибочного планирования или нарушения режима всплытия растворенный в тканях Азот, превращается в пузыри, приводя к декомпрессионной болезни (ДКБ) и нарушает кровоток или разрывает ткани организма, что приводит к негативным последствиям, вплоть до летального исхода, поэтому очень важно уметь правильно планировать погружения и не превышать бездекомпрессионный предел. Если вы находитесь в бездекомпрессионном пределе, то ваши погружения будут уверенными и безопасными.

Для расчета режима погружения, а точнее сказать режима всплытия, используют таблицы погружений. Их принцип достаточно прост: по данным погружения — глубинам и времени, проведенному на них — вычисляется глубина и продолжительность декомпрессионных остановок. В настоящее время таблицы вытесняются подводными компьютерами, в которые запрограммированы современные математические модели декомпрессионных алгоритмов. Однако нужно заметить, что ни какая математическая модель не отражает на 100% все процессы, протекающие в организме на протяжении четырех фаз, из которых состоит погружение. Поэтому нет 100% гарантии, что при следовании всем правилам, рассчитанным в таблице или с помощью подводного компьютера, риск ДКБ будет сведен к нулю. Всегда существует вероятность развития ДКБ. Для того чтобы свести риск к минимуму мы должны готовить свой организм к погружениям и правильно выполнять планирование погружений.

Подготовка организма к выполнению погружений выходит за рамки данной главы. В этой главе мы рассмотрим планирование погружений с помощью декомпрессионных таблиц Макса Ханна.

Декомпрессионные таблицы Макс Ханна представляют собой набор таблиц для расчета режимов погружений на различных высотах и при дыхании несколькими типовыми газовыми смесями.

Макса Хана (Водух) 0-700 м Макса Хана (Водух) 701-1500 м Макса Хана (EAN32) 0-700 м Макса Хана (EAN32) 701-1500 м Макса Хана (EAN36) 0-700 м Макса Хана (EAN36) 701-1500 м

В основу декомпрессионных таблиц Макса Ханна заложена мультитканевая математическая модель декомпрессии, которая учитывает процессы насыщения и рассыщения азотом, протекающие в разных тканях организма с различной скоростью. Таблицы Макса Ханна показывают основные параметры любого погружения:

- время, проведенное под водой на определенной глубине;
- бездекомпрессионный предел время пребывания на определенной глубине, после которого декомпрессионные остановки не нужны;
- глубины и продолжительность декомпрессионных остановок при превышении бездекомпрессионного предела;
- уровень насыщения организма остаточным азотом, который необходимо учитывать при повторном погружении;
- поверхностный интервал между повторными погружениями. Другие таблицы, предназначенные для подводников любителей, не содержат параметров декомпрессионных остановок, поскольку предполагают лишь бездекомпрессионные погружения.

Таблицы состоят из трех составляющих таблиц:

- Таблица 1 показывает количество азота, которое подводник "впитал" во время погружения, бездекомпрессионный предел, а также длительность и глубину декомпрессионных остановок, если таковые необходимы.
- Таблица 2 показывает количество избыточного азота, от которого подводник рассыщается на поверхности во время интервала между погружениями и уровень остаточного азота в организме перед повторным погружением.
- Таблица 3 показывает параметры повторного погружения: количество остаточного азота в начале погружения в минутах для заданной глубины следующего погружения.
- Уровень насыщения тканей азотом сведен в группы сотурации (насыщения) (RNT) и выражен буквенными латинскими индексами от В до G чем далее буква от начала алфавита, тем сильнее насыщение азотом.

В таблицах приняты условные параметры, обозначающие количество азота в организме и время его насыщения — рассыщения:

RNT (Residual Nitrogen Time — время остаточного азота) — условное время в начале повторного погружения, которое мы как будто бы уже находились на заданной глубине, если бы это погружение было первым.

ABT (Actual Bottom Time — действительное время на дне) — время повторного погружения.

ТВТ (Total Bottom Time — общее время погружения) — сумма действительного времени и времени остаточного азота, показывающая условное время погружения на данной глубине, если бы оно было не повторным, а первым.

NDL (No—Decompression Limit — бездекомпрессионный предел) — максимально допустимое время погружения, не требующее декомпрессии на всплытии.

ANDL (Adjusted No—Decompression Limit — приобретенный бездекомпрессионный предел) — максимально допустимое время повторного погружения, не требующее декомпрессии на всплытии.

АВТ=ТВТ- общее время насыщения в конце первого погружения

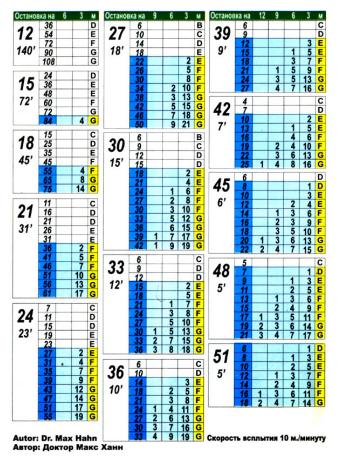
RNT+ABT=TBT - общее время насыщения в конце повторного погружения

Для бездекомпрессионного погружения

NDL-RNT= ANDL – допустимое бездекомпрессионное время повторного погружения

Для декомпрессионнго погружения

RNT+ABT=TBT – донное время для расчёта декомпрессионного профиля всплытия



Несмотря на одинаковое обозначение групп сотурации (насыщения) (RNT) латинскими буквами A-Z, их смысл и значение в разных таблицах отличаются обозначают различные уровни насыщения азотом. Поэтому нельзя переходить с одних таблиц другие течение одного цикла погружений.

Рассмотрим структуру таблиц Макса Ханна.

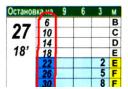
Первая составляющая таблица разбита на 16 табличек по глубинам от 12 м до 57 м. Каждая такая табличка показывает продолжительность и глубины декомпрессионных остановок.

В левом столбце под глубиной погружения отдельно стоит бездекомпрессионное предельное время,



в следующем столбце — реальное время погружения (экспозиция на

грунте)



а в крайнем правом — группы насыщения азотом.

Останов	ка на	9	6	3	M
^=	6	476			В
21	10				С
T	14				D
18'	18				Ε
1000007	22	E		2	Ε
	26			- 5	F



Сверху на зеленом поле показаны фиксированные глубины для декомпрессионных остановок необходимые в декомпрессионном режиме погружения. Этот режим погружений, опыта требует высокой квалификации и дополнительного обучения. Он рассматривается на курсах технического дайвинга.



На голубом фоне обозначено время декомпрессионных остановок на фиксированных глубинах декомпрессии, при погружении в декомпрессионном режиме..

Интервалы отдыха на поверхности после погружения



Вторая таблица содержит интервалы отдыха на поверхности,

G	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	12:00	244.
F	0:30	1:00	1:30	2:15	3:00	3:45	4:30	5:30	6:30	10:00	20ч.
E			0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	8:00	164.
D					0:30	0:45	1:00	1:30	2:00	6:00	124.
С			44				0:10	0:20	0:30	4:00	84.
В								0:10	0:20	2:00	44.

показывает допустимый временной интервал до перелета на самолете «no-fly» (время полного рассыщения) Так, аквалангисты группы "В" могут садиться в самолет уже через 4 ч после всплытия, Е — подводники — через 16 ч, а самые насыщенные

азотом из группы "G" — лишь через сутки. Суть этого времени заключается в том, что рассыщение организма рассчитывается для абсолютного давление одна атмосфера, т.е. на поверхности земли, а в салоне самолета абсолютное давление поддерживается ниже, чем одна атмосфера, в связи с этим может произойти дополнительное выделение растворенного азота из тканей организма, что приведет развитию ДКБ. Поэтому рекомендуется всегда закончить погружения за сутки до полета на самолете.

Второй справа столбец показывает для каждой группы время, по прошествии которого

G	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	12:00	244.
F	0:30	1:00	1:30	2:15	3:00	3:45	4:30	5:30	6:30	10:00	20ч.
E			0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	8:00	164.
D					0:30	0:45	1:00	1:30	2:00	6:00	124.
С		1	44				0:10	0:20	0:30	4:00	84.
В								0:10	0:20	2:00	44.

рассыщение тканей азотом таково, что второе погружение становится первым. В этом случае мы опускаем третью таблицу и сразу обращаемся к первой. Например, подводники группы "В" могут снова погружаться по первой таблице уже через 2 часа,

Пустые клетки в таблице 2 означают интервалы времени для различных групп, в течении,

G	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	12:00	244.
F	0:30	1:00	1:30	2:15	3:00	3:45	4:30	5:30	6:30	10:00	204.
E			0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	8:00	164.
D					0:30	0:45	1:00	1:30	2:00	6:00	124.
С			1				0:10	0:20	0:30	4:00	84.
В								0:10	0:20	2:00	44.

которых выполнять погружения запрещено они называются «Время запрещения». Т.е. если вы вышли из погружения с группоу сотурации F, то следующее погружение можно сделать, не ранее 30 мин, если группа G, то не ранее 2.00 часов.

Третья составляющая таблица показывает уровень азота в организме перед началом повторного

В		100					0:	10 0:	20 2	:00	44. M
	~	~	~	~	-	~	~	~	Y		. 20
12	66	60	54	47	41	35	30	25	20	Ę	3 2 0
15	52	47	42	37	32	27	23	19	16	азоту	бин
18	43	39	34	30	26	22	19	16	13		565
21	36	33	29	26	22	19	16	13	11	ō	Z OT
24	31	28	25	22	19	16	14	12	10	по остаточному	T T T T T T T T T T T T T T T T T T T
27	27	25	22	19	17	14	12	10	8	ат	рек
30	24	22	20	17	15	13	11	9	8	CT	MEO.
33	22	20	18	16	14	12	10	8	7	0	5 2 3
36	20	18	16	14	12	11	9	7	6	=	Ta6 Ta6 Kař
39	18	17	15	13	11	10	8	7	6	время	O N E
42	17	15	14	12	10	9	8	6	5	В	Z HO
45	16	14	13	11	10	.8	7	6	5	- o	и на
48	15	13	12	10	9	8	6	5	4	9	RANT
51	14	12	11	10	8	7	6	5	4	"Штрафное"	При несовпадении реального времени и глубины погружения с данными таблицы, расчет погружения призводится по ближайшим данным таблицы в
54	13	12	10	9	8	7	6	5	4	d F	P CON S
57	12	11	10	9	7	6	5	5	4	=	등한다

погружения. Он условно выражен во времени, проведенном на глубине повторного погружения и представляет собой процент от бездекомпрессионного предела. Поэтому, если посмотреть на таблицу 3 можно заметить, что штрафное время или время остаточного насыщения азотом тканей в минутах с увеличением глубины уменьшается. Чтобы определить режим всплытия, нужно сложить эту условную величину с действительным

временем, которое вы собираетесь провести на глубине повторного.

Рассмотрим пример:

Планируется выполнить три последовательных погружения в день на глубины 30 м, 24м и 18м, донное время первого погружения составляет 15 мин, поверхностный интервал между первым и вторым погружением 2 часа, между вторым и третьим погружением 1 час. Наити группу сотурации после первого погружения, время остаточного азота перед вторым погружением, приобретенный бездекомпрессионный предел второго погружения, группу сотурации после второго погружения, время остаточного азота перед третьим погружением, приобретенный бездекомпрессионный предел третьего погружения, группу сотурации после третьего погружения и время запрещения полета?

1 погружение:

ДАНО:

Глубина(D)= 30м

Планируемое время на дне (АВТ)=15 мин

Поверхностный временной интервал (SI) интервал = 2 часа

НАЙТИ: Группу сотурации (PG) после выхода из воды и (RNT) после 2 часового поверхностного интервала, перед вторым погружением?

2 погружение:

D=24M

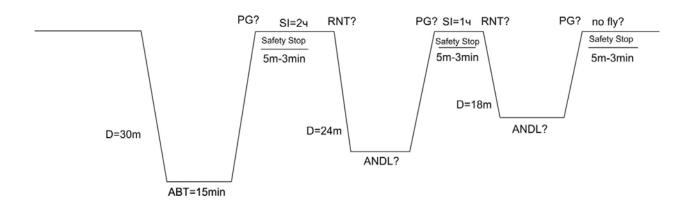
Поверхностный временной интервал (SI) интервал = 1 час

НАЙТИ: 1) ANDL? 2)Группу сотурации (PG) после выхода из воды и (RNT) после 1 часового поверхностного интервала, перед третьим погружением?

3 погружение:

D=18_M

НАЙТИ: 1) ANDL? 2)Группу сотурации (PG) после третьего погружения. 3) Время "no-fly"?



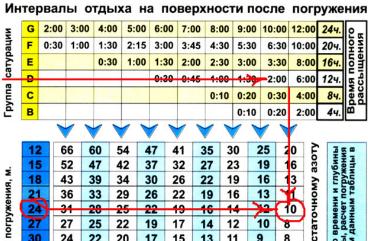
Решение:

1. Входим таблицу 1 с глубиной 30м, находим донное время 15 мин, следуем по строке донного времени вправо до буквы, видим букву D —это наша группа PG насыщения организма азотом (сотурации) после первого погружения.



2. Входим во таблицу 2 с буквой D, находим поверхностный интервал 2 часа, опускаемся по правой стрелке в третью таблицу на уровень 24м и находим время остаточного азота перед вторым погружением (RNT) равный 10 минут.

RNT=10 мин



переводит таблица группу сотурации, обозначенную буквой, нам поверхностного интервала (десотурации) в числовое значение в минутах нахождения на планируемой глубине повторного погружения.

15 13 11 9 8

Найденное значение 10 мин говорит о том, что количество остаточного азота в тканях нашего организма равно насыщению организма азотом при нахождении 10 мин на глубине 24м, если бы это погружение было первым. Т.е. мы пойдем на второе погружение с оставшимся в организме азотом, в количестве 10мин для глубины 24м.

3. Входим в таблицу с глубиной следующего погружения 24м, находим значение под значением глубины 24м - 23', которое обозначает максимально допустимое время нахождения на глубине в бездекомпрессионном пределе (NDL). NDL составляет 23 мин.

NDL = 23 мин.

Для того, чтобы определить допустимое бездекомпрессионное время второго погружения (ANDL) нужно из NDL вычесть остаточное время азота (RNT) от первого погружения, т.е. мы на момент выполнения второго погружения в нашем организме уже имеем остаточное количество растворенного азота, которое мы перевели из группы

> сотурации в минуты, которые мы как будто уже находились глубине 24м перед вторым погружением.

> > ANDL=NDL-RNT=23muh - 10muh =13 muh

24 22

20 17

ANDL=13 мин

Это означает, что для того, чтобы не выйти из бездекомпрессионного предела во втором погружении мы можем находиться на дне не более 13 мин, т.к. 10 мин мы принесем во второе погружение с собой в виде остаточного растворенного в организме азота из первого погружения после поверхностного двух часового рассыщения (десотурации).

4. Соответственно если во втором погружении мы находились на дне 13 мин. Выходя из



воды после второго погружения мы имеем в организме некоторое количество остаточного азота, которое состоит из остаточного азота, с которым мы заходили во второе погружение (10 мин) и тем азотом, который успел раствориться в нашем организме за 13 мин второго погружения. Общее насыщение азотом организма после второго погружения составляет 13+10 =23 минуты. Для определения группы сотурайции после второго погружения нужно снова войти в таблицу для глубины 24 м и найти буквы стоящую в одной строке со временем 23 мин, эта буква **Е**. Следовательно после второго

погружения мы имеем группу сотурации Е.

5. Выходя на поверхность после второго погружения, по условию задачи мы должны отдыхать между погружениями 1 час, это время называется поверхностный интервал, в течение которого наш организм будет находится в процессе рассыщения (десотурации), т.е. лишний растворенный азот будет выветриваться из нашего организма, через легкие. Далее, как и перед вторым погружением нам нужно определить остаток растворенного азота в нашем организме по истечении поверхностного интервала, перед третьим



погружением. Для этого войдем в таблицу 2 с значением группы сотурации **E** и найдем в этой же строке значение времени поверхностного интервала 1 час. По правой стрелке спустимся в низ в таблицу 3 и найдем строку с глубиной третьего погружения 18 м, на пересечении будет

находится время остаточного азота (RNT) группы сотурации Е переведенное в минуты на глубине третьего погружения 18м.

RNT = 30 мин

Это означает, что к началу третьего погружения в нашем организме будет находиться в растворенном состоянии такое количество азота, как будто мы уже находимся на глубине 18 м в течении 30 минут. С этим количеством азота мы пойдем на третье погружение.

6. Рассчитаем сколько времени мы можем себе позволить находиться на глубине 18 м в третьем погружении ANDL, чтобы не выйти из бездекомпрессионнго предела, т.е. общее

4.0	15		C
18	15 25		D
	35		E
45'	45		
	55	4	F
	65	8	G
	75	14	G

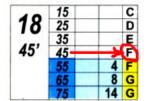
суммарное время насыщения азотом не будет более NDL. Для этого зайдем в таблицу для глубины 18 м и определим NDL. NDL будет равен 45 мин. Далее по формуле:

ANDL=NDL-RNT=45-30=15 мин

ANDL = **15** мин

Это значит, что мы можем находиться на глубине в третьем погружении не более 15 м, чтобы оставаться в бездекомпрессионном пределе.

7. Определим группу сотурации (насыщения организма азотом) после третьего погружения.



Для этого войдем в таблице глубины 18 м и найдем цифру 45 мни, далее проследуем по строке данной цифры и определим группу, получилась группа **F.**

8. По условию задачи это погружение является последним, теперь нам нужно найти время в течение которого нельзя выполнять полет на самолете. Войдем в таблицу 2 с группой

В								0:10	0:20	2:00	44.
С	# 150	F. 1	44.			100	0:10	0:20	0:30	4:00	84.
D					0:30	0:45	1:00	1:30	2:00	6:00	124.
E			0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	8:00	164.
F-	0:30	1:00	1:30	2:15	3:00	3:45	4:30	5:30	6:30	10,00	204.
G	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	12:00	244.

сотурации F и пройдем по строке F до крайне правого столбика. В этом столбике написано 20 часов, это время полного рассыщения организма. Оно также называется «no-fly». Это время

отсчитывается в обратном порядке от 20 до 0, до того момента, пока не наступит 0. Оно показывает через, сколько часов можно выполнять полет на самолете. В нашем случае, при выходе из третьего погружения для группы сотурации F, полет можно выполнять чере 20 часов.

Итак, мы закончили решение задачи, перечислим все найденные ответы:

Дано:

Планируется выполнить три последовательных погружения в день на глубины 30 м, 24м и 18м, донное время первого погружения составляет 15 мин, поверхностный интервал между первым и вторым погружением 2 часа, между вторым и третьим погружением 1 час.

Наити:

Группу сотурации после первого погружения – D

Время остаточного азота перед вторым погружением - RNT=10 мин

Приобретенный бездекомпрессионный предел второго погружения – ANDL=13 мин

Группу сотурации после второго погружения – Е

Время остаточного азота перед третьим погружением – RNT = 30 мин

Приобретенный бездекомпрессионный предел третьего погружения – ANDL = 15 мин

Группу сотурации после третьего погружения – F

Время запрещения полета – «no fly» =20 часов.