**Системы и виды освещения**

При освещении производственных помещений используют естественное освещение, создаваемое светом неба(прямым и отраженным), искусственное, осуществляем с электрическими лампами, и совмещенное, при котором в светлое время суток недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.B спектре естественного (солнечного) света в отличие от искусственного гораздо больше необходимых для человека ультрафиолетовых лучей; для естественного освещения характерна высокая диффузность (рассеянность) света, весьма благоприятная для зрительных условий работы.

Естественное освещение подразделяют на боковое, осуществляемое через световые проемы в наружных окнах; верхнее, осуществляемое через аэрационные и зенитные фонари, проемы в перекрытиях, а также через световые проемы в местах перепада высот смежных пролётов зданий; комбинированное, когда к верхнему освещению добавляется боковое.

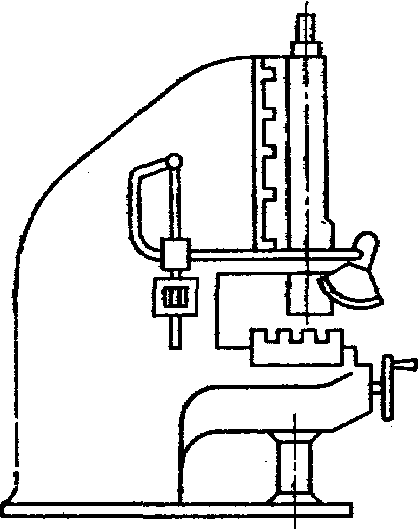


Рис.1 Пример устройства местного освещения. фрезерного ставка

По конструктивному исполнению искусственное освещение может быть двух систем — общее и комбинированное, когда к общему освещению добавляется местное, концентрирующее световой поток непосредственно на рабочих местах (рис. 1).

Общее освещение подразделяют на общее равномерное освещение (при равномерном распределении светового потока без учета расположения оборудования) и общее локализованное освещение (при распределении светового потока с учетом расположения рабочих мест). Применение одного местного освещения внутри зданий не допускается.

На машиностроительных предприятиях рекомендуется применять систему комбинированного освещения при выполнении точных зрительных работ (слесарные, токарные, фрезерные, контрольные операции и т. д.) там, где оборудование создает глубокие, резкие тени или рабочие поверхности расположены вертикально (штампы, гильотинные ножницы). Система общего освещения может быть рекомендована в помещениях, где по всей площади выполняются однотипные работы (в литейных, сборочных цехах), а также в административных, конторских, складских помещениях и проходных. Если рабочие места сосредоточены на отдельных участках, например у конвейеров, разметочных плит, целесообразно локализовано размещать светильники общего освещения.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяют на следующие виды: рабочее, аварийное, эвакуационное, охранное, дежурное.

Рабочее освещение обязательно во всех помещениях и на освещаемых территориях для обеспечения нормальной работы, прохода людей и движения транспорта.

Аварийное освещение устраивают для продолжения работы в тех случаях, когда внезапное отключение рабочего освещения (при аварии) и связанное с этим нарушение нормального обслуживания оборудования могут вызвать взрыв, пожар, отравление людей, длительное нарушение технологического процесса, нарушение работы таких объектов, как электрические станции, диспетчерские пункты, насосные установки водоснабжения и другие производственные помещения, в которых недопустимо прекращение работ.

Наименьшая освещенность рабочих поверхностей, требующих обслуживания при аварийном режиме, должна составлять 5% освещенности, нормируемой для рабочего освещения при системе общего освещения, но не менее 2 лк внутри зданий.

Эвакуационное освещение следует предусматривать для эвакуации людей из помещений при аварийном отключении рабочего освещения в местах, опасных для прохода людей, на лестничных клетках, вдоль основных проходов производственных помещений, в которых работает более 50 человек. Эвакуационное освещение должно обеспечивать наименьшую освещенность в помещениях на полу основных проходов и на ступенях не менее 0,5 лк, а на открытых территориях — не менее 0,2 лк. Выходные двери помещений общественного назначения, в которых могут находиться одновременно более 100 человек, должны быть отмечены световыми сигналами-указателями.

Светильники аварийного освещения для продолжения работы присоединяют к независимому источнику питания, а светильники для эвакуации людей—к сети, независимой от рабочего освещения, начиная от щита подстанции. Для аварийного и эвакуационного освещения следует применять только лампы накаливания и люминесцентные.

В нерабочее время, совпадающее с темным временем суток, во многих случаях необходимо обеспечить минимальное искусственное освещение для несения дежурств охраны. Для охранного освещения площадок предприятий и дежурного освещения помещений выделяют часть светильников рабочего или аварийного освещения.

**Основные требования к производственному освещению**

Основная задача освещения на производстве—создание наилучших условий для видения. Эту задачу возможно решить только осветительной системой, отвечающей следующим требованиям.

I. Освещенность на рабочем месте должна соответствовать характеру зрительной работы, который определяется следующими тремя параметрами:

объект различения— наименьший размер рассматриваемого предмета, отдельная его часть или дефект, который необходимо различить в процессе работы (например, при работе с приборами—толщина линии градуировки шкалы; при чертежных работах—толщина самой тонкой линии на чертеже);

фон—поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается; характеризуется коэффициентом отражения, зависящим от цвета и фактуры поверхности, значения которого находятся в пределах 0,02—0,95; при коэффициенте отражения поверхности более 0,4 фон считается светлым;0,2—0,4—средним и менее 0,2—темным;

контраст объекта с фоном К характеризуется соотношением яркостей рассматриваемого объекта (точка, линия, знак, пятно, трещина, риска, раковина или другие элементы, которые требуется различить в процессе работы) и фона. Контраст определяют по формуле

К=|L0-Lф|/Lф

где Lф и Lo—яркость соответственно фона и объекта.

Контраст объекта с фоном считается большим при значениях К более 0,5 (объект и фон резко отличаются по яркости), средним при значениях К=0,2—0,5 (объект и фон заметно отличаются по яркости) и малым при значениях К менее 0,2 (объект и фон мало отличаются по яркости).

Увеличение освещенности рабочей поверхности улучшает видимость объектов за счет повышения их яркости, увеличивает скорость различения деталей, что сказывается на росте производительности труда. Так, при выполнении операции точной сборки увеличение освещенности с 50 до 1000 лк позволяет получить повышение производительности труда на 25% и даже при выполнении работ малой точности, не требующих большого зрительного напряжения, увеличение освещенности рабочего места повышает производительность труда на 2—3%. Однако имеется предел, при котором дальнейшее увеличение освещенности почти не дает эффекта, поэтому необходимо улучшать качественные характеристики освещения.

2. Необходимо обеспечить достаточно равномерное распределение яркости на рабочей поверхности, а также в пределах окружающего пространства. Если в поле зрения находятся поверхности, значительно отличающиеся между собой по яркости, то при переводе взгляда с ярко освещенной на слабо освещенную поверхность глаз вынужден пере адаптироваться, что ведет к утомлению зрения. |

Для повышения равномерности естественного освещения больших цехов (литейных, механосборочных)” осуществляется комбинированное освещение. Светлая окраска потолка, стен и производственного оборудования способствует созданию равномерного распределения яркостей в поле зрения.

3. На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени. Наличие резких теней создает неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различения, в результате повышается утомляемость, снижается производительность труда. Особенно вредны движущиеся тени, которые могут привести к травмам. Тени необходимо смягчать, применяя, например, светильники со светорассеивающими молочными стеклами.

В механических цехах, лабораториях, в помещениях точной сборки, технологических и конструкторских отделах необходимо предусматривать на окнах солнцезащитные устройства (жалюзи, козырьки, светорассеивающие стеклопластики), предотвращающие проникновение прямых солнечных лучей, которые создают на рабочих местах резкие тени.

4. В поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость. Блескость — повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая нарушение зрительных функций (ослепленность), т. е. ухудшение видимости объектов.1

Видимость V характеризует способность глаза воспринимать объект; зависит от освещенности, размера объекта, его яркости, контраста объекта с фоном, длительности экспозиции. Видимость определяется числом пороговых контрастов в контрасте объекта с фоном: V=K/Knop, где (Кпор—пороговый контраст, т. е. наименьший различимый глазом контраст, при небольшом уменьшении которого объект становится неразличимым на фоне.

Прямая блескость связана с источниками света, отраженная возникает на поверхности с большим коэффициентом отражения или отражением по направлению к глазу. Ослепленность приводит к быстрому утомлению и снижению работоспособности. Критерием оценки слепящего действия, создаваемого осветительной установкой, является показатель ослепленности Ро значение которого определяют по формуле Ро== (V1/V2— 1) • 1000. где V1 и V2— видимость объекта различения соответственно при экранировании и наличии ярких источников света в поле зрения. Экранирование источников света осуществляют с помощью щитков, козырьков и т. п.

Прямую блескость ограничивают уменьшением яркости источников света, правильным выбором защитного угла светильника, увеличением высоты подвеса светильников. Отраженную блескость ослабляют правильным выбором направления светового потока на рабочую поверхность, а также изменением угла наклона рабочей поверхности. Там, где это возможно, следует заменять блестящие поверхности матовыми.

5. Величина освещенности должна быть постоянной во времени. Колебания освещенности, вызванные резким изменением напряжения в сети, имеют большую амплитуду, каждый раз вызывая переадаптацию глаза, приводят к значительному утомлению. Пульсация освещенности связана также с особенностью работы газоразрядных ламп.

Коэффициент пульсации освещенности Kп—критерий оценки относительной глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока газоразрядных ламп при питании их переменным током.

Коэффициент пульсации освещенности Кп(%) следует определять по формуле Кп= 100 (Emax—Emin)/2Ecp” где Emax, Emin и Ecp—максимальное, минимальное и среднее значения освещенности за период ее колебания, лк.

Постоянство освещенности во времени достигается стабилизацией питающего напряжения, жестким креплением светильников, применением специальных схем включения газоразрядных ламп. Например, снижение коэффициента пульсации освещенности люминесцентных ламп с 55 до 5% (при трехфазном включении) приводит к уменьшению утомления и повышению производительности труда на 15% для работ высокой точности.

6. Следует выбирать оптимальную направленность светового потока, что позволяет в одних случаях рассмотреть внутренние поверхности деталей, в других— различить рельефность элементов рабочей поверхности.

На машиностроительных предприятиях, например, для освещения расточных станков применяют специальный светильник с оптической системой. Такой светильник направляет внутрь обрабатываемой полости концентрированный световой поток лампы. Образовавшееся световое пятно имеет освещенность до 3 тыс. лк и позволяет проводить контроль качества обработки, не останавливая станок.

Образование микротеней от рельефных элементов облегчает различение за счет повышения видимого контраста этих элементов с фоном. Этот метод повышения контраста используют при контроле пиломатериалов, при определении качества обработки поверхностей деталей на строгальных и фрезерных станках. Оказалось, что наибольшая видимость достигается при падении света на рабочую поверхность под углом 60° к ее нормали, а наихудшая—при 0°.

7. Следует выбирать необходимый спектральный состав света. Это требование особенно существенно для обеспечения правильной цветопередачи, а в отдельных случаях для усиления цветовых контрастов.

Правильную цветопередачу обеспечивают естественное освещение и искусственные источники света со спектральной характеристикой, близкой к солнечной. Для создания цветовых контрастов применяют монохроматический свет, усиливающий одни цвета и ослабляющий другие.

8. Все элементы осветительных установок—светильники, групповые щитки, понижающие трансформаторы, осветительные сети—должны быть достаточно долговечными, электробезопасными, а также не должны быть причиной возникновения пожара или взрыва.. Обеспечение указанных условий достигается применением зануления или заземления, ограничением напряжения для питания местных и переносных светильников до 42 В и ниже (36, 24, 12 В), выбором оборудования, соответствующего условиям среды в помещениях, и защитой элементов осветительных сетей от механических повреждений при эксплуатации. Кроме того, необходимо уменьшить до минимума теплоту, выделяемую осветительной установкой, и шум.

9. Установка должна быть удобной и простой в эксплуатации, отвечать требованиям эстетики.

**Напряжение прикосновения. Напряжение шага**

Прикосновение к заземленным нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением. Указанные части электроустановок (корпуса, оболочки, кабеля) могут оказаться под напряжением лишь случайно в результате повреждения изоляции. При случайном касании этих частей человек будет находиться под воздействием напряжения прикосновения (рис.2). Напряжение прикосновения - это напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек (ГОСТ 12.1.009). При прикосновении человека к заземленному корпусу, имеющему контакт с одной из фаз, часть тока замыкания на землю будет проходить через человека, а если корпус не заземлен, то через человека проходит весь ток замыкания на землю (однополюсное прикосновение).

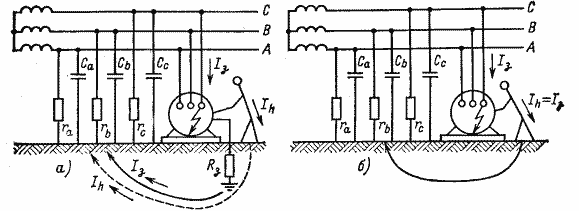


Рис. 2. Прикосновение к корпусу, оказавшемуся под напряжением:

а – при исправном заземлении; б – при отсутствии заземления

Величина напряжения прикосновения для человека, стоящего на грунте и коснувшегося оказавшегося под напряжением заземленного корпуса, может быть определена как разность потенциалов руки (корпуса) и ноги (грунта) с учетом коэффициентов:

 1 - учитывающего форму заземлителя и расстояния от него до точки, на которой стоит человек; 2 - учитывающего дополнительное сопротивление в цепи человека (одежда, обувь) Uпр = U3 1 2, а ток, проходящий через человека Ih = (I3\*R3\* 1 2)/Rh Наиболее опасным для человека является прикосновение к корпусу, находящемуся под напряжением и расположенному вне поля растекания (рис. 3).

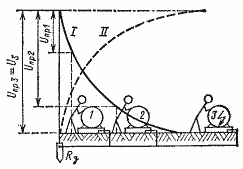


Рис. 3. Напряжение прикосновения к заземленным нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением::

I – кривая распределения потенциалов; II - кривая распределения напряжения прикосновения

Напряжением шага (шаговым напряжением) называется напряжение между двумя точками цепи тока, находящихся одна от другой на расстоянии шага, на которых одновременно стоит человек (ГОСТ 12.1.009).

Uш = U3  1 2, Ih = I3\*(R3/Rr1 2,

где

 1 - коэффициент, учитывающий форму заземлителя;

 2- коэффициент, учитывающий дополнительное сопротивление в цепи человека (обувь, одежда). Таким образом, если человек находится на грунте вблизи заземлителя, с которого стекает ток, то часть тока может ответвляться и проходить через ноги человека по нижней петле (рис. 4).

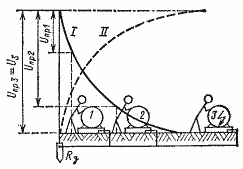


Рис. 4. Включение на напряжение шага

Наибольшее напряжение шага будет вблизи заземлителя и особенно, когда человек одной ногой стоит над заземлителем, а другой - на расстоянии шага от него. Если человек находится вне поля растекания или на одной эквипотенциальной линии, то напряжение шага равно нулю (рис. 5).

.Необходимо иметь в виду, что максимальные значения  1 и  2 больше таковых соответственно  1 и  2, поэтому шаговое напряжение значительно меньше напряжения прикосновения.

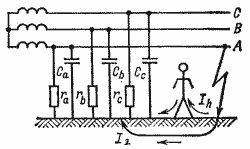


Рис.5. Напряжение шага:

а - общая схема; б – растекание тока с опорной поверхности ног человека

Кроме того, путь тока "нога-нога" менее опасен, чем путь "рука-рука". Однако имеется много случаев поражения людей при воздействии шагового напряжения, что объясняется тем, что при воздействии шагового напряжения в ногах возникают судороги, и человек падает. После падения человека цепь тока замыкается через другие участки тела, кроме того человек может замкнуть точки с большими потенциалами.

Задача 22

Определить необходимую толщину бетонных стен между лабораторией, в которой имеется установка с рентгеновской трубкой, и соседними производственными помещениями. Исходные данные: Ближайшее рабочее место в соседнем с лабораторией помещении расположено на расстоянии 3м от рентгеновской трубки. Продолжительность работы рентгеновской трубки в течение дня составляет 6 часов. Сила тока трубки равна 0,8мА. Напряжение на аноде трубки равно 150кВ.

Решение:

1.Расчёт толщины защитных экранов от прямого рентгеновского излучения.

Рентгеновское излучение имеет непрерывный энергетический спектр, максимальная энергия которого соответствует номинальному напряжению на рентгеновской трубке U0. При расчёте защитных экранов от рентгеновского излучения следует учитывать изменение его спектрального состава, возникающее в следствие более сильного поглощения низкоэнергетических компонентов спектра с ростом толщины защитного слоя. Для определения толщины защитного экрана из бетона при напряжении на аноде 150кВ следует воспользоваться табл. 1(приложение). Толщина защитного экрана в этом случае определяется в зависимости от коэффициента К2

 ,где t-время работы рентгеновской трубки в неделю (t=36ч), I-сила тока трубки, мА; R-расстояние между трубкой и рабочим местом, м; D0-предельно допустимая недельная доза облучения, равная 1мЗв.

Тогда , тогда по таблице 1 приложения находим толщину бетонного защитного экрана d0=200мм.

При определении толщины защитного экрана также рекомендуется увеличить расчетную толщину её на один слой половинного ослабления .По табл.2(приложение)определим значение толщину слоя половинного ослабление d1/2=23мм. В результате получили, что толщина защитных экранов от прямого рентгеновского излучения равна: d=d0+d1/2=200+23=223мм.

**2. Расчёт толщины защитных экранов от рассеянного рентгеновского излучения.**

Для определения толщины защитного экрана из бетона воспользуемся данными табл.3(приложение), где коэффициент К2 такой же как при прямом рентгеновском излучении. В этом случае R-расстояние от места рассеяния излучения до ближайшего рабочего места в соседнем помещении, м. Воспользовавшись табл.3 получим d=100мм.

Задача 4

Вычислить значение толщины вторичной обмотки трансформатора токов нулевой последовательности, намотанной проводником ПЭТВ и сделать вывод о возможности размещения первичных обмоток, если Dн=0,5D2, типоразмер сердечника К20х10х5, диаметр провода по меди 0,27мм, n2=1500, .

Решение:

По типоразмеру сердечника (КD1xD2xh, где D1 и D2-наружный и внутренний диаметры сердечника, см; h-высота сердечника) определим D2=10см.

Найдём среднюю длину намотанного слоя:



Найдём среднее число витков в слое вторичной обмотки

, где Ку - коэффициент укладки провода, который равен Ку=0,8; dиз- диаметр обмоточного провода с изоляцией, который определяем по приложению 2 dиз=0,31мм

тогда 

Определяем число слоев вторичной обмотки

, принимаем nсл=3

Уточнённое значение толщины вторичной обмотки с учётом изоляции и коэффициента разбухания Кр=1,25 определяем по формуле:

Выполним проверку: , условие выполняется.

Конструкция и расположение проводников первичных обмоток должны обеспечить малое значение амплитуды сигнала небаланса на выходе трансформатора. Достаточно эффективным способом снижения небаланса являются ориентация и расщепление первичных проводников в окне тороида. Первым способом(ориентация) состоит в том, что систему из жестко закреплённых между собой первичных проводников поворачивают вокруг оси тороида до тех пор, пока не будет достигнут минимум небаланса. Экспериментально установлено, что при двух первичных обмотках значения небаланса в зависимости от угла поворота системы могут отличаться в 4 раза. Основным недостатком данного способа является трудоёмкость настройки трансформатора.

Второй способ(расщепление первичных проводников) заключается в замене токоведущего проводника каждой фазы несколькими параллельными соединёнными проводниками. Сечение каждого во столько раз меньше исходного, сколько “расщеплений” запланировано. Минимальный небаланс достигается в том случае, если расщепленные части фазного проводника располагаются диаметрально противоположно в окне магнитопровода при четном числе “расщеплений”.Из опытных данных известно, что целесообразно использовать 2 и 4 расщепления, так как дальнейшее увеличение не приводит к существенному снижению небаланса.

**Список литературы**

1.Долин П.А. “Основы техники безопасности в электроустановках”. М.: Энергоатомиздат, 1984г;

2. “Охрана труда в машиностроении” под ред. Юдина Е.Я. М.:Машиностроение,1983г;

3. “Средства защиты в машиностроении. Расчёт и проектирование” М.:Машиностроение, 1989г;

4. “Трансформаторные датчики тока устройств защитного отключения(Проектирование и расчёт).Методическое пособие.” Новосибирск: НГТУ, 1992г.

Приложение 1.

Таблица 1.Толщина защитного экрана, мм, от прямого рентгеновского излучения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| К2 | U0, кВ | | | | | | | | | |
| 100 | | 150 | | 200 | | 250 | | 300 | |
| Свинец | Бетон | Свинец | Бетон | Свинец | Бетон | Свинец | Бетон | Свинец | Бетон |
| 0,001  0,002  0,003  0,005  0,01  0,02  0,03  0,05  0,1  0,2  0,3  0,5  1  2  3  5  10  15 | -  0,5  0,5  0,8  1  1,3  1,3  1,5  1,5  1,8  2  2,2  2,5  2,8  2,9  3  3,3  3,3 | -  -  -  -  70  85  100  120  130  140  160  170  180  200  210  220  240  245 | 0,5  1  1  1,3  1,5  1,8  2  2  2,3  2,5  2,8  3  3,2  3,5  4  4,3  4,5  4,6 | -  -  -  -  140  150  170  180  200  220  230  250  270  290  320  340  360  380 | 1  1,2  1,5  2  2,3  2,5  2,8  3  3,5  3,8  4  4,5  5  5,5  5,8  6  6,5  6,7 | -  -  -  -  180  200  220  240  270  300  310  320  350  380  390  400  430  445 | 1,5  2,2  2,5  3  3,5  4  4,5  5  5,8  6,5  7  7,5  8,5  9,5  10  10,5  11,5  11,8 | -  -  -  -  200  230  240  270  300  340  350  370  400  430  440  460  490  500 | 1,5  3  4  4,5  6  7,2  8,3  10  11,5  13  13,5  14,5  16,5  18  19  20  21,5  22,5 | -  -  -  -  260  290  310  340  370  400  410  430  460  490  510  520  560  580 |

Таблица 2. Значения d1/2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| U0, кВ | d1/2, мм | |
| Свинец | Бетон |
| 100  150  200  250  300 | 0,2  0,3  0,5  0,9  1,7 | 15  23  28  29  31 |

Таблица 1.Толщина защитного экрана, мм, от прямого рентгеновского излучения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| К2 | U0, кВ | | | | | | | | | |
| 100 | | 150 | | 200 | | 250 | | 300 | |
| Свинец | Бетон | Свинец | Бетон | Свинец | Бетон | Свинец | Бетон | Свинец | Бетон |
| 0,01  0,02  0,03  0,05  0,1  0,2  0,3  0,5  1  2  5  10  20  50  100 | 0,1  0,2  0,4  0,5  0,7  0,9  1  1,2  1,4  1,6  1,8  2,1  2,3  2,5  2,8 | 20  35  45  55  65  80  85  100  120  130  150  170  180  200  220 | 0,1  0,3  0,5  0,8  1  1,2  1,3  1,5  1,8  2  2,3  2,6  2,9  3,2  3,5 | 30  45  55  80  100  120  130  140  160  185  210  230  260  280  310 | 0,2  0,5  0,8  1  1,4  1,8  2  2,2  2,6  3  3,6  4,1  4,6  5,1  5,6 | 40  65  90  120  140  170  180  190  220  250  280  300  340  370  390 | 0,3  0,8  1,2  1,5  2  2,7  3  3,5  4,2  5  5,8  6,5  7,3  8  8,8 | 50  75  100  125  150  180  190  210  230  260  290  320  360  390  420 | 0,6  1,2  2,3  3  4  5  5,5  6,3  7,5  9  10,5  12  13,5  15  17 | 70  95  120  145  170  200  210  220  250  280  310  340  380  410  480 |