

Библиотека

ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

В. И. ДЕМЧЕВ

В. М. ЦАРЬКОВ

**ПРОЖЕКТОРНОЕ
ОСВЕЩЕНИЕ**

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

Выпуск 61

В. И. ДЕМЧЕВ и В. М. ЦАРЬКОВ

ПРОЖЕКТОРНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1962 ЛЕНИНГРАД

ЭЭ-33

В брошюре излагаются общие сведения по прожекторному освещению и приводятся основные типы прожекторов, используемых для этой цели. Приводятся краткие данные светоптических систем применяемых прожекторов и источников света для них. Описаны прожекторные осветительные установки, простейшие методы их расчета, а также их монтаж и эксплуатация. Брошюра предназначена для квалифицированных электриков, работающих на монтаже и эксплуатации прожекторных осветительных установок.

6П2.19 Демчев Владимир Иванович и Царьков Владимир Михайлович. Прожекторное освещение. М.—Л., Госэнергоиздат, 1962.

64 с. с черт. (Б-ка электромонтера. Вып. 61)

6П2.19

* * *

Редактор Г. И. Ашкенази

Техн. редактор Г. Е. Ларионов.

Сдано в набор 9/Х 1961 г.

Подписано к печати 29/І 1962 г.

Т-00346 Бумага 82×107¹/₃₂

2,46 печ. л.

Уч.-изд. л. 3,2

Тираж 17 000 экз.

Цена 11 коп.

Зак. 599

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

ВВЕДЕНИЕ

При освещении больших открытых пространств бывают случаи, когда источники света нельзя разместить вблизи освещаемой поверхности. В таких случаях применяется прожекторное освещение.

Прожекторы сейчас широко применяются для освещения железнодорожных станций, строительных площадок и котлованов, открытых горнорудных разработок и электрических подстанций, водных пространств и пристаней с погрузочными площадками. Кроме того, прожекторы также применяются для освещения стадионов, аэродромов, заводских дворов и складов.

Особой областью применения прожекторного освещения является архитектурно-декоративное освещение фасадов зданий, памятников и других сооружений, а также праздничное освещение лозунгов, знамен, портретов и подобных им объектов.

В ряде случаев прожекторное освещение позволяет более экономично, чем при применении светильников, выполнить задачу освещения большой территории. При этом значительно упрощаются электрическая сеть и обслуживание осветительной установки, получается более благоприятное соотношение освещения горизонтальных и вертикальных поверхностей.

К недостаткам освещения большой территории прожекторами следует отнести образование резких теней и неравномерность освещения (при создании малых освещенностей), а также сильное слепящее действие прожекторов.

Настоящая брошюра написана с целью помочь электрикам, работающим на монтаже и эксплуатации прожекторных осветительных установок, ознакомиться с принципами устройства прожекторов и их характеристиками, с применяемыми в них источниками света, а также с некоторыми особенностями прожекторного

освещения, с простейшими методами расчета и с монтажом и эксплуатацией прожекторных осветительных установок.

В небольшой брошюре нет возможности сколько-нибудь подробно остановиться на большом числе разнообразных вопросов прожекторного освещения. Читатели, интересующиеся этими вопросами и желающие более детально с ними ознакомиться, найдут в конце брошюры список рекомендуемой литературы.

I. ПРОЖЕКТОРЫ, ИХ ТИПЫ И НАЗНАЧЕНИЕ

Прожектор является осветительным прибором дальнего действия, в котором световой поток источника света, излучаемый почти во всех направлениях, перераспределяется и концентрируется при помощи оптической системы в направленный пучок света. Таким образом достигается значительная концентрация светового потока и создается возможность освещения на больших расстояниях.

Источник света и оптическая система являются основными частями каждого прожектора и размещаются внутри кожуха прожектора, который вместе с защитным стеклом предохраняет их от механических повреждений, загрязнения и воздействия атмосферных осадков.

Типы прожекторов в основном определяются их назначением и условиями применения. Так, для освещения на очень больших расстояниях служат зенитные прожекторы с очень узким световым пучком и громадной силой света; для освещения строительных площадок, стадионов, заводских и других территорий применяются прожекторы заливающего света с относительно более широким световым пучком. При съемке кинофильмов, проведении телевизионных передач и в сценическом освещении находят применение киноосветительные и театральные прожекторы, позволяющие получить высокую и равномерную освещенность на относительно небольших расстояниях от прожектора. Для архитектурного освещения фасадов зданий используются фасадные прожекторы, дающие возможность распределить нужным образом световой поток по поверхности фасада здания без заметных пятен.

В этой брошюре основное внимание будет уделено прожекторам заливающего света, которые являются прожекторами общего применения.

В настоящее время промышленность изготавливает серию прожекторов заливающего света. Серия состоит из трех однотипных по конструкции прожекторов со стеклянными серебрёнными параболическими отражателями диаметром: 450 мм — прожектор ПЗС-45, диаметром 350 мм — прожектор ПЗС-35 и диаметром 250 мм — прожектор ПЗС-25 (рис. 1). В этих прожекторах применяются нормальные осветительные лампы накаливания, расположенные поперек оптической оси цоколем вниз. Основные характеристики прожекторов заливающего света приведены в табл. 1.

Прожекторы снабжены фокусирующим устройством, позволяющим несколько перемещать патрон для установки светового центра лампы точно в фокусе отражателя. Выходное отверстие прожекторов закрыто плоским защитным стеклом, вставленным с резиновым уплотнением в откидную раму, которая удерживается в закрытом положении при помощи пружинных защелок. Прожекторы имеют приспособления для поворота в горизонтальной и вертикальной плоскостях и закрепления в выбранном положении. Корпус прожекторов изготов-

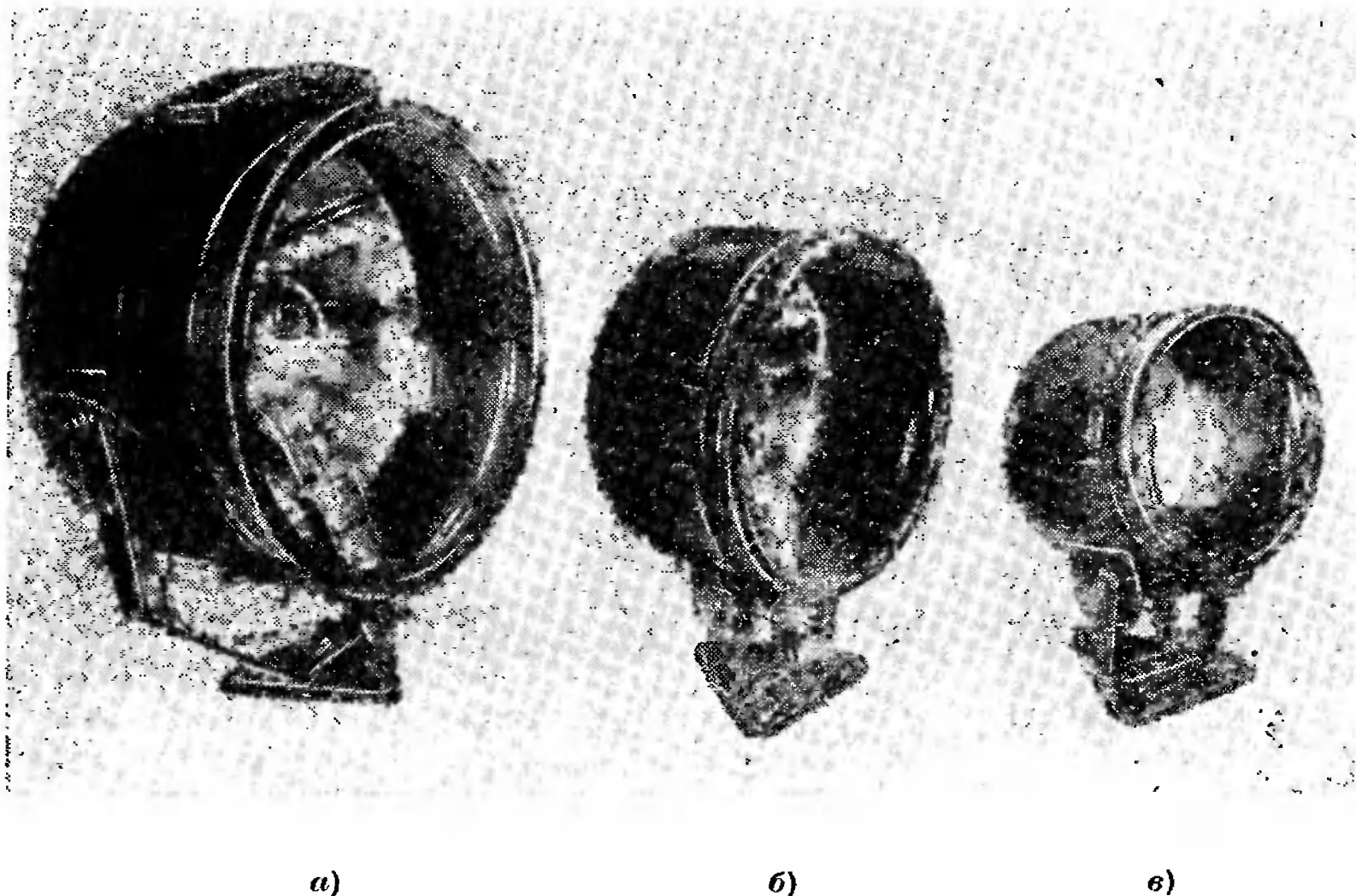


Рис. 1. Серия прожекторов заливающего света.

а — прожектор типа ПЗС-45 с лампой накаливания мощностью 1 000 *вт*; *б* — прожектор типа ПЗС-35 с лампой накаливания 500 *вт*; *в* — прожектор типа ПЗС-25 с лампой накаливания 200 *вт*.

Основные характеристики прожекторов заливающего света

Тип прожектора	Диаметр отражателя, мм	Лампа		Максимальная сила света, св	Полезный угол рассеяния, град	
		Напряжение, в	Мощность, вт		в горизонтальной плоскости	в вертикальной плоскости
ПЗС-45	450	110, 127	1 000	200 000	22	19
		220	1 000	130 000	26	24
ПЗС-35	350	110, 127	500	85 000	20	18
		220	500	50 000	21	19
ПЗС-25	250	110, 127	200	18 000	16	12
		220	200	16 000	16	12

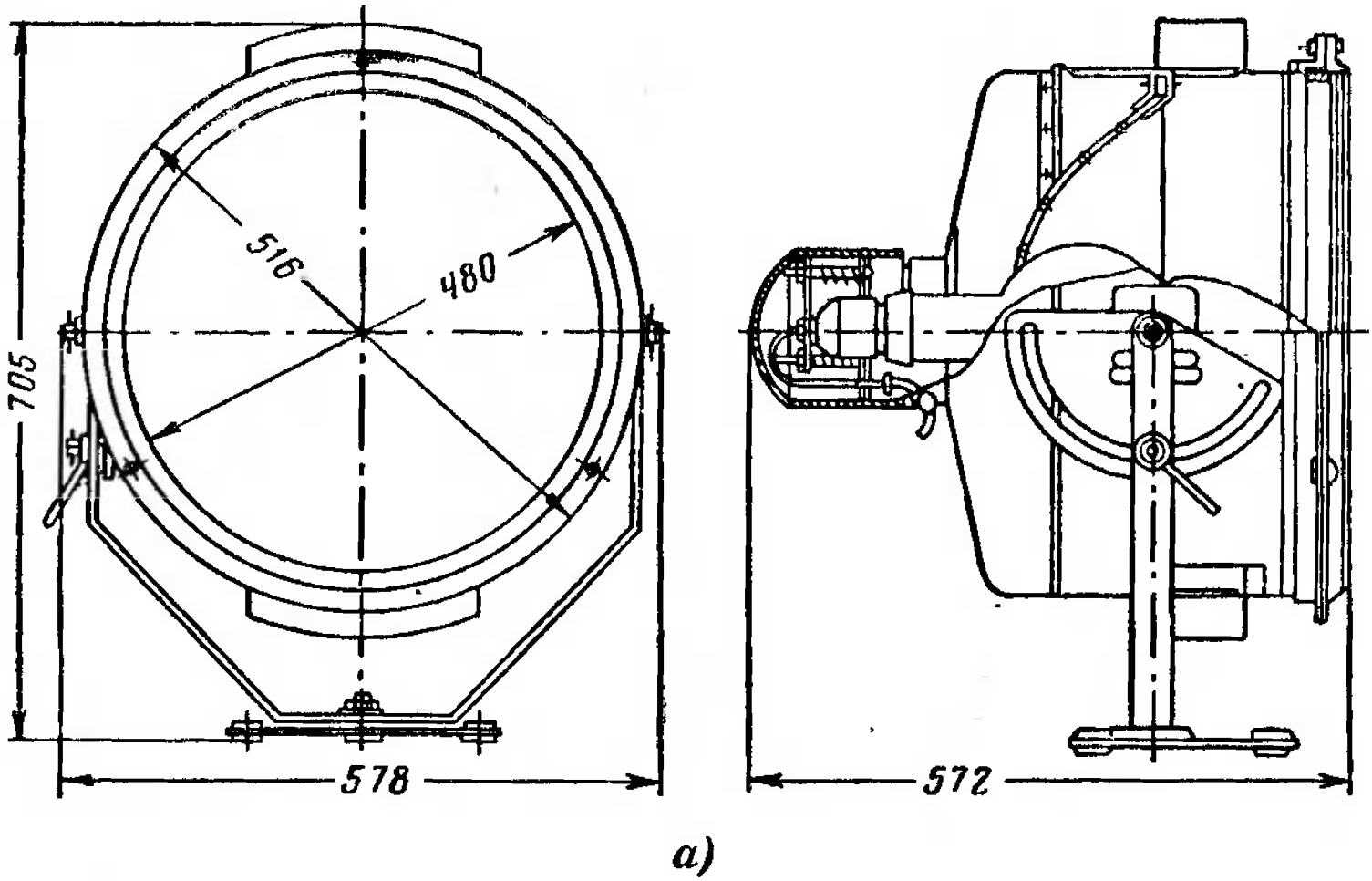
лен из тонкой листовой стали и снабжен вентиляционными отверстиями.

Прожектор ПЗС-45 имеет вентиляционные отверстия в нижней и верхней частях кожуха, а прожекторы ПЗС-35 и ПЗС-25 — только в нижней части. Для крепления при установке прожекторы имеют плоские штампованные фланцы с тремя отверстиями под болты. Прожекторы присоединяются к электросети при помощи шлангового провода ШРПС длиной 1,5 м. Чертежи прожекторов ПЗС приведены в приложении 3.

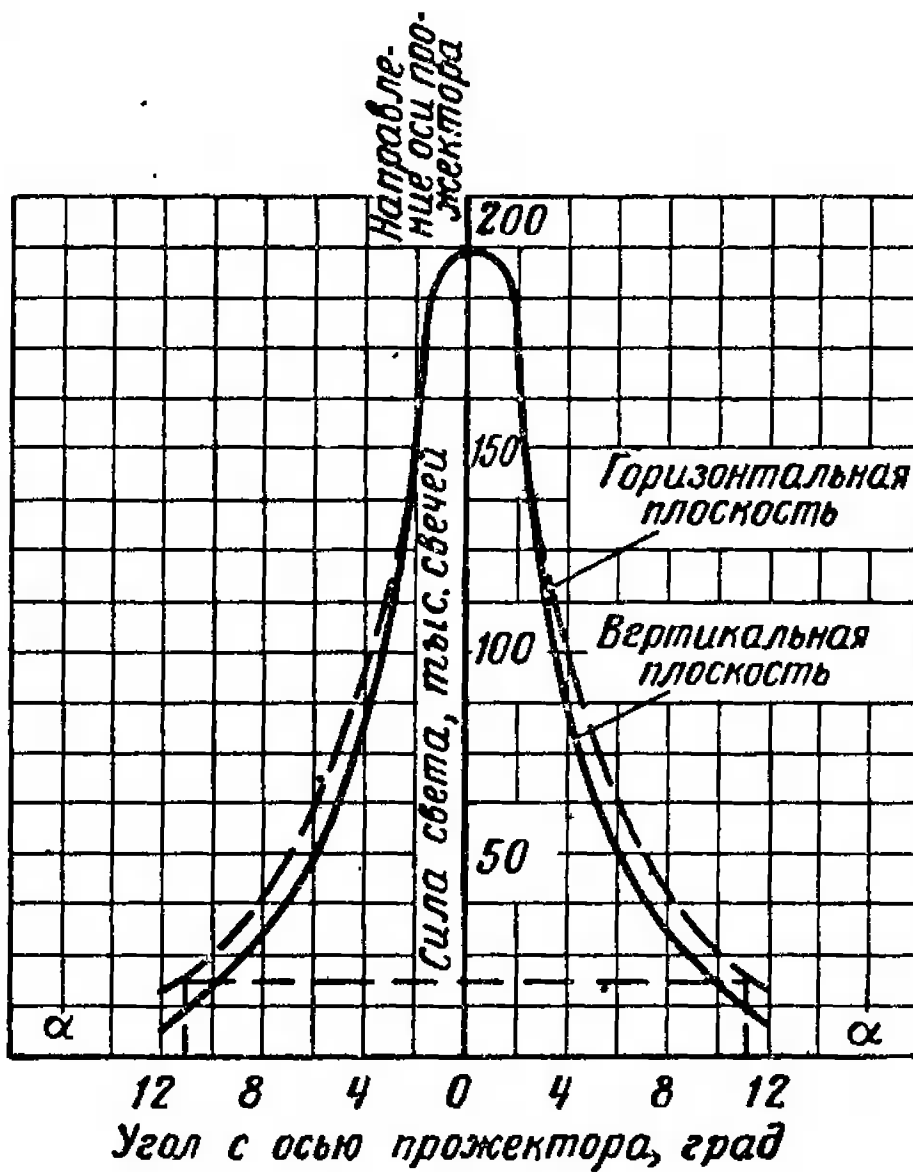
В течение ряда лет промышленность выпускала по ГОСТ 6047-51 прожекторы типа ПЗС-45 с лампой, расположенной вдоль оптической оси отражателя. Эти прожекторы имеют весьма широкое распространение. Конструкция прожектора показана на рис. 2,а.

Прожекторы этого типа имеют более удобное фокусирующее устройство и более симметричное светораспределение, чем выпускаемые в настоящее время. Кривые распределения сил света прожектора приведены на рис. 2,б. Здесь по горизонтальной оси отложены углы с осью прожектора, а по вертикальной оси — значения силы света, соответствующие этим углам. Технология производства этого прожектора несколько сложнее, чем у выпускаемых в настоящее время, так как прожектор состоит из большего числа деталей, применяется литье (основание, рама стекла), отражатель имеет в центре отверстие для лампы.

Прожекторы типа ПЗС имеют ряд недостатков. Основные из них: наличие отверстий для вентиляции, че-



а)



б)

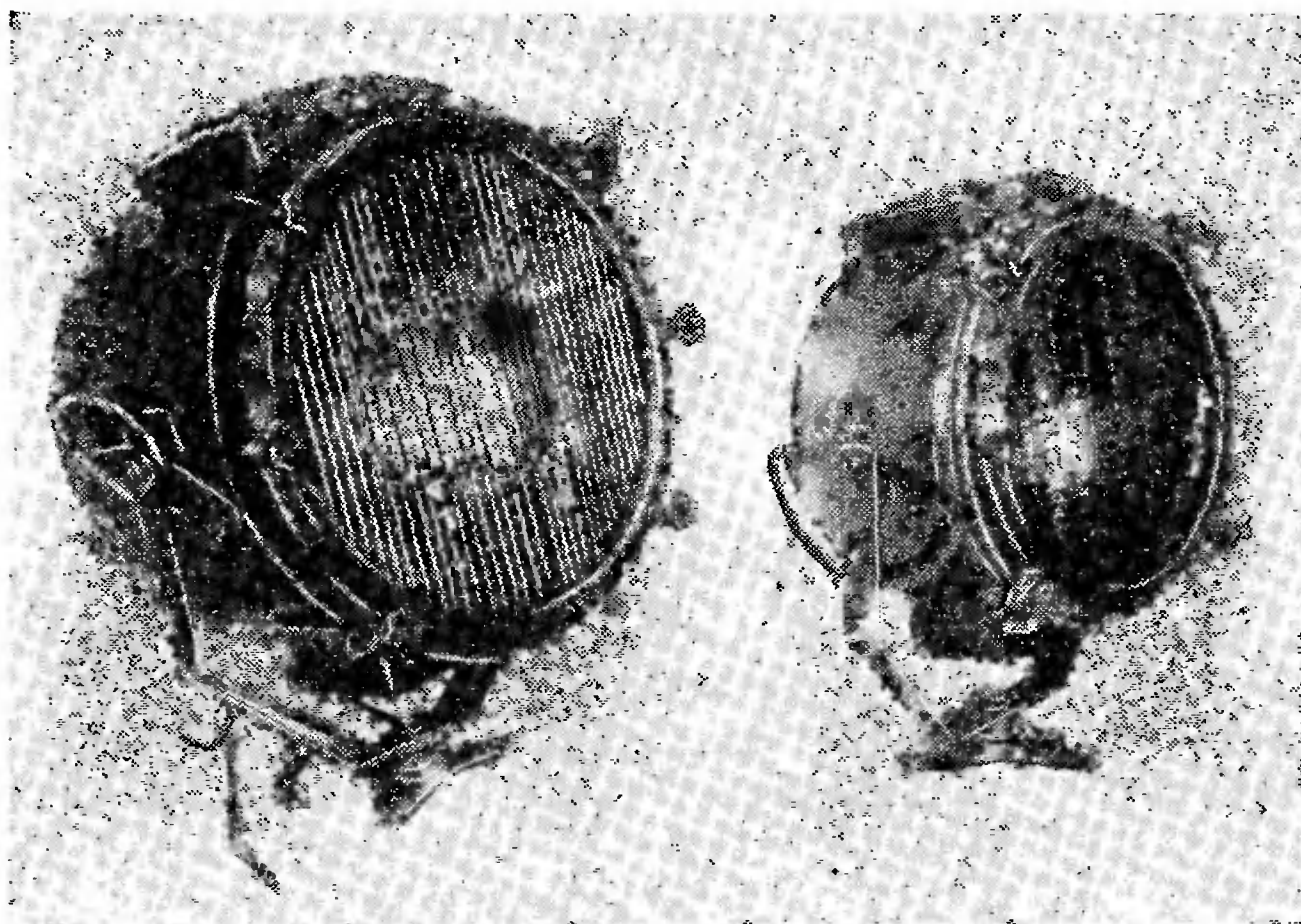
Рис. 2. Прожектор заливающего света типа ПЗС-45.
 а — общий вид; б — кривые сил света прожектора с лампой НГ-127-1000 (127 в, 1 000 вт).

рез которые прожектор быстро загрязняется, что значительно ухудшает его световые качества, малый коэффициент полезного действия, большой вес, связанный с применением стеклянных отражателей и стального корпуса, и неудачная конструкция фокусирующего устройства.

В связи с этим в настоящее время ведутся работы по конструированию новых прожекторов заливающего света, обладающих большим коэффициентом полезного действия, полностью закрытых и снабженных оптической системой смешанного типа со сменными металлическими отражателями.

Для архитектурного освещения фасадов зданий промышленность выпускает серию прожекторов фасадного освещения типа ПФС (рис. 3). Серия состоит из семи прожекторов, основные характеристики которых приведены в табл. 2. В прожекторах этого типа применяются прожекторные лампы накаливания с фокусирующими цоколями.

Прожекторы типа ПФС снабжены стеклянными серебрянными отражателями и набором различных рассеивателей, что позволяет достаточно гибко решать задачи



а)

б)

Рис. 3. Прожекторы фасадного освещения.

а—типа ПФС-45-3 с рассеивателем и прожекторной лампой накаливания мощностью 1 000 *вт*; б—типа ПФС-35-3 с рассеивателем и прожекторной лампой накаливания мощностью 500 *вт*.

Основные характеристики прожекторов фасадного освещения

Тип прожектора	Диаметр отражателя, мм	Рассеиватель и характер рассеяния	Лампа			Максимальная сила света, св	Полезный угол рассеяния, град			Вес, кг
			Тип	Мощность, Вт	Напряжение, В		Горизонтальная плоскость, не менее	Вертикальная плоскость		
								вверх, не менее	вниз	
ПФС-60-1	600	Нет	ПЖ-53	3 000	220	1 500 000	± 3	2,5	Не менее 2,5	67,5
ПФС-45-1	450	Нет	ПЖ-52	1 000	220	750 000	± 3	3	Не менее 3	35
ПФС-45-2	450	Малая асимметрия в вертикальной плоскости	ПЖ-52	1 000	220	125 000	± 6	11	Не более 12	40
ПФС-45-3	450	Большая асимметрия в вертикальной плоскости	ПЖ-52	1 000	220	150 000	± 5	18	Не более 9	40
ПФС-35-2	350	Малая асимметрия в вертикальной плоскости	ПЖ-50	300	220	25 000	± 6	11	Не более 12	22
ПФС-35-3	350	Большая асимметрия в вертикальной плоскости	ПЖ-51	500	220	70 000	$\pm 4,5$	18	Не более 9	28
ПФС-35-4	350	Большая асимметрия в горизонтальной плоскости	ПЖ-50	300	220	30 000	± 18	3	Не менее 3	28

Основные характеристики прожекторов киносъёмочного освещения

Тип	Лампа 110 в		Оптическая система				Сфокусирован		Расфокусирован		Размеры, мм			Вес, кг	
	Тип	Мощность, вт	диаметр, мм	диаметр, мм	фокусное расстояние, мм	диаметр, мм	фокусное расстояние, мм	сила света, ксв	угол рассеивания 2α, град	сила света, ксв	угол рассеивания 2α, град	Высота	Длина		Ширина
КПЛ-50	ПЖ-19	10	500	350	350	340	105	1400	17	136	50	130	845	720	65
КПЛ-35	ПЖ-18	5	350	300	300	235	75	500	16	47	56	930	690	570	34
КПЛ-25	ПЖ-16	2	250	150	150	170	60	280	15	25,4	47	800	610	480	24
КПЛ-15	ПЖ-15	0,5	150	100	100	140	40	60	12	7	48	380	305	300	4,5
КПЛ-10	К-12	0,3	100	75	75	80	25	13,5	10	4	40	300	190	200	3

освещения архитектурных сооружений. Недостатки прожекторов типа ПФС в основном те же, что и прожекторов ПЗС. Чертежи прожекторов ПФС приведены в приложении 3.

Для киносъёмочного освещения применяется большое число разнообразных типов прожекторов с лампами накаливания и с дуговыми лампами. В настоящее время промышленность выпускает серию линзовых прожекторов типа КПЛ (с лампами накаливания), состоящую из 5 типов: КПЛ-10 с линзой диаметром 100 мм и лампой 300 вт, КПЛ-15 с линзой диаметром 150 мм и лампой 500 вт, КПЛ-25 с линзой диаметром 250 мм и лампой 2 000 вт, КПЛ-35 с линзой диаметром 350 мм и лампой 3 000—5 000 вт и КПЛ-50 с линзой диаметром 500 мм и лампой 10 000 вт. Прожекторы этой серии конструктивно выполнены одинаково.

Лампы в них расположены вертикально. Оптическая система прожектора состоит из контротражателя и плоской ступенчатой линзы, отпрессованной из теплостойкого стекла. Лампа вместе с

контротражателем может перемещаться относительно линзы при помощи фокусирующего устройства, позволяющего сужать и расширять световой пучок прожектора, что важно при киносъемке. Двойной стальной кожух прожектора снабжен вентиляционными отверстиями. Для присоединения к питающей сети прожекторы снабжены штепсельным разъемом и комплектуются шланговым проводом длиной 15 м. Прожектор имеет пакетный выключатель. Основанием прожектора служит тренога с гнездом $\varnothing 25$ мм для установки на штатив. В передней части прожектора имеются крючки для установки шторок, тубусов или диффузоров, позволяющих регулировать форму светового пучка прожектора. Для обслуживания прожекторы снабжены откидной крышкой. Основные характеристики прожекторов типа КПЛ приведены в табл. 3.

II. СВЕТООПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПРОЖЕКТОРОВ И ФОРМИРОВАНИЕ СВЕТОВОГО ПУЧКА ПРОЖЕКТОРА

Оптические системы прожекторов бывают отражательными, преломляющими и смешанными. В отражательных системах световой пучок прожектора образуется путем отражения светового потока источника света от зеркальной поверхности отражателя. В преломляющих системах световой пучок прожектора образуется при преломлении световых лучей источника света линзой, расположенной в выходном отверстии прожектора. В смешанных системах используется комбинация отражателя и линзы.

В прожекторах с отражательными оптическими системами чаще всего применяются параболические отражатели, т. е. отражатели, имеющие в сечении плоскостью, проходящей через оптическую ось (ось симметрии), форму параболы.

Рассмотрим формирование светового пучка прожектора с параболическим отражателем.

Если в фокусе f параболического отражателя поместить точечный источник света, то все его лучи, отраженные от поверхности отражателя, будут в соответствии с основным свойством параболы направлены вдоль оптической оси отражателя (рис. 4,а). Каждая точка отража-

теля даст изображение источника света в виде светящейся точки. Световой пучок будет создаваться совокупностью лучей, отраженных всеми точками отражателя, и поскольку все лучи идут параллельно оптической оси, то ширина пучка будет равна диаметру отражателя.

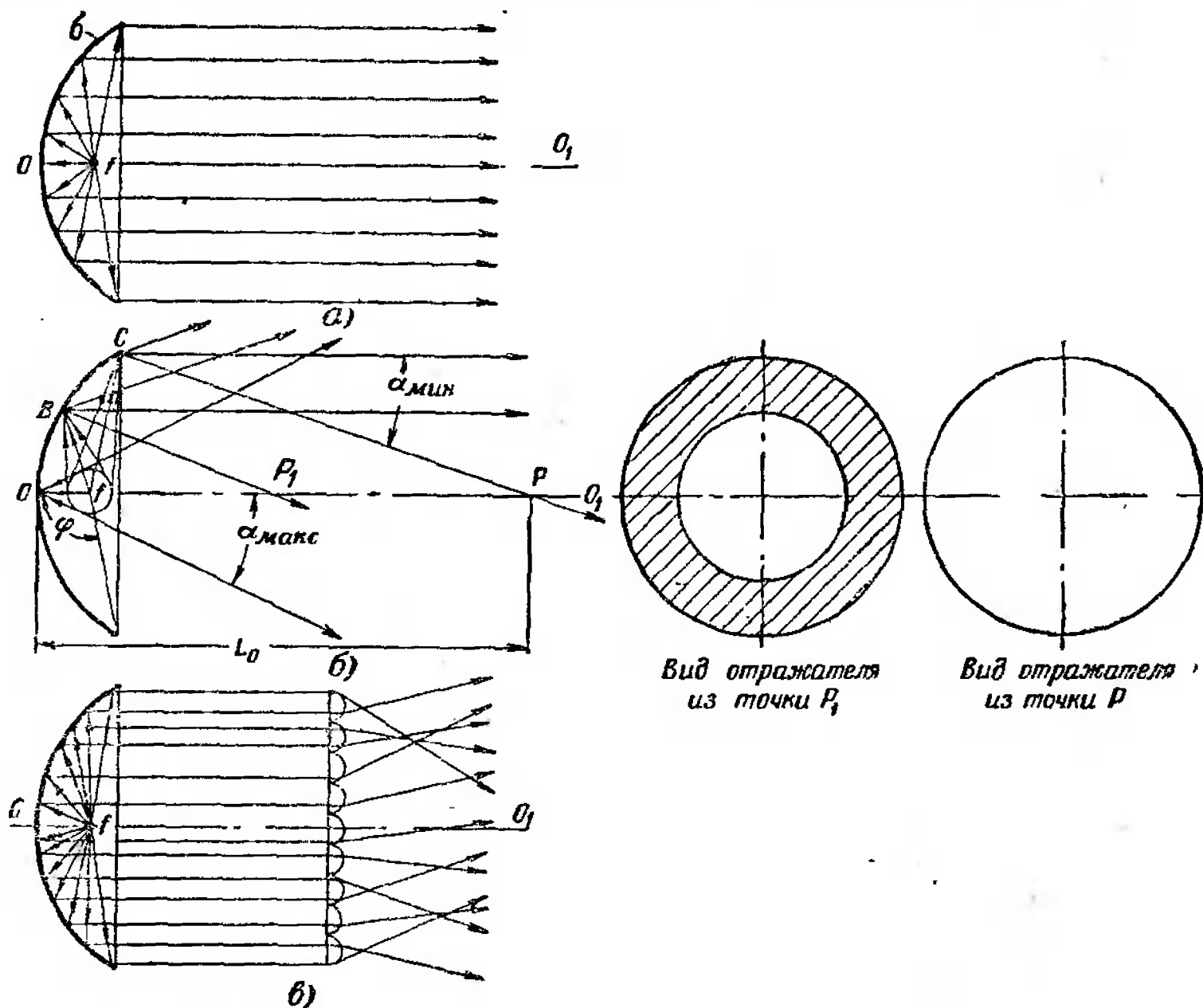


Рис. 4. Формирование светового пучка прожекторов.

Если в фокусе f параболоидного отражателя поместить источник света в виде равномерно светящегося шарика, то от каждой точки отражателя будет отражаться изображение этого источника света (рис. 4,б). Лучи от центра шарика будут после отражения направлены вдоль оптической оси, как и в случае с точечным источником света. Однако наш источник света имеет некоторые конечные размеры и не может быть изображен одной точкой. Поэтому остальные лучи, идущие от источника света, будут отражаться от каждой точки отражателя в виде конуса световых лучей, который носит название элементарного отображения. Таким образом, элементарное отображение представляет собой

световой поток источника света, отраженный каждой точкой отражателя. Для источника света шаровой формы элементарное отображение имеет вид кругового конуса с вершиной в точке отражения. Оси элементарных отображений параллельны оптической оси отражателя. Элементарные отображения от различных точек поверхности отражателя O , B , C будут иметь различные угловые размеры, соответствующие тем углам, под которыми виден источник света из данной точки отражателя. Наибольший угловой размер $\alpha_{\text{макс}}$ будет иметь элементарное отображение в точке O отражателя, лежащей на оптической оси, так как источник света ближе всего расположен именно к этой точке отражателя. Наименьший угловой размер элементарного отображения $\alpha_{\text{мин}}$ будет получен от точки C отражателя, наиболее удаленной от источника света. Световой пучок прожектора представляет собой совокупность элементарных отображений от всех точек поверхности отражателя. Если посмотреть на отражатель с направления оптической оси, поместив глаз в точке P_1 , то центральная часть отражателя (до точки B) будет видна светлой, а края останутся темными, так как изображение в них источника света не будет видно из точки P_1 . При перемещении глаза наблюдателя вдоль оптической оси из точки P_1 в точку P все большая и большая часть поверхности отражателя будет видна светлой и, наконец, в точке P будет виден светлым весь отражатель, т. е. все выходное отверстие отражателя будет заполнено элементарными отображениями источника света. Наименьшее расстояние, начиная с которого все выходное отверстие отражателя видно с его оптической оси светлым, называется расстоянием полного свечения. Начиная с этого расстояния, световой пучок прожектора сформирован и распределение силы света в нем постоянно.

Максимальная сила света $I_{\text{макс}}$ (св) прожектора с параболическим отражателем определяется яркостью источника света B (нит), площадью выходного отверстия отражателя s (см²) и коэффициентом потерь k , в который входят потери света при отражении и прохождении через защитное стекло,

$$I_{\text{макс}} = \frac{kBs}{10\,000}.$$

Обычно прожекторы имеют максимальную силу света в направлении оптической оси, поэтому часто вместо «максимальная сила света» говорят о *осевой силе света*. Одна лишь осевая сила света не характеризует полностью световых свойств прожектора. Для полного представления о световом пучке прожектора пользуются кривыми распределения силы света, построенными в прямоугольной системе координат и показывающими, какие величины силы света создает прожектор в различных направлениях. Пример такой кривой показан на рис. 2,б. Таким образом, сущность действия отражательной оптической системы прожектора заключается в том, что световой поток, излучаемый источником света в относительно большом телесном угле, характеризуемом плоским углом 2φ , отражается в пределах относительно малого телесного угла с плоским углом $2\alpha_{\text{макс}}$. Угол 2φ носит название угла охвата оптики прожектора, а угол $2\alpha_{\text{макс}}$ называется углом рассеяния. Границей светового пучка прожектора считают полезный угол рассеяния. В качестве полезного угла рассеяния условились принимать такой угол, в пределах которого значение максимальной силы света прожектора $I_{\text{макс}}$ уменьшается в 10 раз. Это соответствует практически границе видимого пятна прожектора при освещении им какой-либо поверхности. Коэффициент полезного действия прожектора определяется отношением полезного светового потока, т. е. потока в полезном угле рассеяния, к световому потоку источника света. Коэффициент полезного действия тем выше, чем больше угол охвата оптики прожектора.

Световой поток прожектора, излучаемый им вне полезного угла рассеяния, играет очень малую роль и в расчет обычно не принимается.

Как видно из рис. 4,б, световой пучок прожектора с параболическим отражателем и шаровым источником света имеет вид конуса. В практике освещения часто бывает необходимо получить прожекторный пучок света, не симметричный относительно оси прожектора. Это бывает нужно, например, для равномерного освещения поверхностей, косо расположенных по отношению к месту установки прожекторов.

В таких случаях применяют прожекторы со смешанным типом оптической системы, представляющей собой

комбинацию отражателя и линзы. Формирование светового пучка в таком прожекторе происходит первоначально так же, как и на рис. 4,б. Но после отражения от поверхности отражателя элементарные отображения преломляются при прохождении через линзы рассеивателя (рис. 4,в). При этом первоначальное направление осей элементарных отображений вдоль оптической оси прожектора изменяется, и они расходятся в стороны от оптической оси прожектора. Световой пучок прожектора, таким образом, расширяется. Это расширение пучка может происходить в одной плоскости или в нескольких плоскостях в зависимости от оптического профиля рассеивающих линз. Оптическая система такого типа применяется в прожекторах фасадного освещения ПФС-45 и ПФС-35.

Другой часто применяемой оптической системой прожектора смешанного типа является система, состоящая из контротражателя и линзы. Такая система используется, например, в киноосветительных прожекторах. Здесь основную роль в формировании светового пучка прожектора играет линза. Если центр источника света расположен в фокусе линзы, то оси элементарных отображений, расходящиеся под различными углами к оптической оси, после преломления линзой будут направлены параллельно оптической оси. Однако угол охвата оптики $2\alpha_{\text{макс}}$ прожектора с чисто линзовой системой не может быть большим. Поэтому чаще используется смешанная система с применением контротражателя. Источник света помещается в центре сферической поверхности контротражателя, который создает второе изображение источника света в фокальной плоскости линзы. В таких системах обычно используют прожекторные лампы с телом накала в виде спиралей, расположенных в одной плоскости. Тогда при помощи контротражателя добиваются получения изображения спиралей в промежутках между спиральями источника света. Это создает большее заполнение габарита тела накала светящимися элементами. Таким образом контротражатель, не изменяя практически формы светового пучка прожектора, увеличивает его к. п. д., так как захватывает и направляет на линзу световой поток, идущий в сторону от линзы.

Линзовые прожекторы допускают большие расфокусировки источника света и при этом равномерность распределения света в пучке не очень сильно ухудшается.

Это их весьма ценное качество с успехом используется при киносъёмочном освещении.

Разновидностью оптической системы смешанного типа является система, состоящая из эллиптического отражателя и линзы, часто используемая в театральных прожекторах. Если источник света с малыми габаритами поместить в одном из фокусов отражателя, имеющего форму эллипсоида вращения, то световой поток источника света после отражения сконцентрируется во втором фокусе эллипсоида и создаст там изображение источника света. Поставив линзу так, чтобы это изображение источника света попало в ее фокус, можно получить прожектор с хорошей формой светового пучка и высоким к. п. д., так как угол охвата оптики с эллиптическим отражателем можно сделать очень большим. Эта система имеет также важное преимущество при применении цветных светофильтров, так как весь световой поток системы проходит через малое сечение (второй фокус эллипсоида), в котором можно установить светофильтр очень малого размера.

В последнее время в зарубежной практике получили значительное распространение прожекторы типа «Инфранор» с отражательной оптической системой, выполненной из 5—9 отдельных отражающих пластин параболической или эллиптической формы. Световой пучок такого прожектора имеет форму четырехгранной пирамиды, а создаваемое прожектором световое пятно — прямоугольник с хорошей равномерностью распределения света. В зависимости от примененного набора пластин можно получить пучок с угловыми размерами $5^\circ \times 25^\circ$; $5^\circ \times 40^\circ$; $5^\circ \times 60^\circ$; $20^\circ \times 25^\circ$; $20^\circ \times 40^\circ$ и $20^\circ \times 60^\circ$. Прожектор с такими параметрами удобно применять для архитектурного освещения.

III. ИСТОЧНИКИ СВЕТА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ПРОЖЕКТОРАХ

Основными источниками света, используемыми в гражданских прожекторах общего применения, являются лампы накаливания. Наиболее существенными характеристиками лампы накаливания являются следующие: напряжение, на которое она рассчитана, мощность, излучаемый световой поток, световая отдача, определяющая ее экономичность, и срок службы.

Основные характеристики ламп накаливания, применяемых в прожекторах

Тип лампы (по ГОСТ 2239-63, 7874-56 и ТУ 1-3-115)	Напря- жение, в	Мощ- ность, вт	Световой поток, лм	Светозая отдача, лм/вт	Срок службы, ч	Нормальное положени- е при горении и допускаемое откло- нение, град	Тип цоко- ля (по ГОСТ 2523-51)	Размеры		
								Диаметр колбы, мм	Длина, мм	Высота светового центра, мм

Нормальные осветительные лампы

НГ 127-200	127	200	3 200	16,0	1 000	Любое	P27-1	97	200±6	153±5
НГ 220-200	220	200	2 700	13,5	1 000	"	P27-1	97	200±6	153±5
НГ 127-500	127	500	9 100	18,2	1 000	"	P40-1	112	232±8	180±6
НГ 220-500	220	500	8 100	16,2	1 000	"	P40-1	112	232±8	180±6
НГ 127-1 000	127	1 000	19 500	19,5	1 000	"	P40-2	152	300±9	225±8
НГ 220-1 000	220	1 000	18 200	18,2	1 000	"	P40-2	152	300±9	225±8
НГ 127-1 500	127	1 500	29 500	19,7	1 000	"	P40-2	167	335±10	250±9
НГ 220-1 500	220	1 500	28 000	18,7	1 000	"	P40-2	167	335±10	250±9

Прожекторные лампы

ПЖ-50	220	300	4 900	16,3	400	Горизонтальное с отклонением ±30°	1Ф-С51	97	180	85±2
ПЖ-51	220	500	8 500	17,0	400	То же	1Ф-С51	112	195	95±2
ПЖ-52	220	1 000	17 000	17,0	400	" "	1Ф-С51	132	220	105±2
ПЖ-77	220	1 500	34 500	23,0	150	Любое	P40-2	152	313	231±5
ПЖ-43	110	1 000	22 200	22,2	150	Цоколем вниз с отклонением ±15°	P40-2	97	195	135±5
ПЖ-34	110	1 500	34 500	23,0	150	То же	P40-2	112	210	135±5
ПЖ-35	110	2 000	47 400	23,7	150	" "	P40-2	152	270	180±5
ПЖ-44	220	1 000	21 000	21,0	150	" "	P40-2	97	195	135±5
ПЖ-53	220	3 000	58 300	—	400	То же ±30°	1Ф-С51	97/122	390	140±2

Количество света, излучаемого лампой, определяется величиной светового потока. Единица измерения светового потока — 1 люмен (лм). Это очень небольшая величина. Световой поток, излучаемый одной лампой 1 000 вт, 127 в, составляет 19 500 лм. Световая отдача ламп определяется отношением светового потока, излучаемого лампой, к электрической мощности, потребляемой ею из сети. Измеряется световая отдача в люменах на ватт (лм/вт). Чем больший световой поток излучает лампа данной мощности, тем больше ее световая отдача и тем она экономичнее.

В прожекторах заливающего света обычно применяются нормальные осветительные лампы накаливания, обладающие сроком службы 1 000 ч. Эти лампы имеют относительно невысокую экономичность и большие размеры тела накала. Допуск на положение тела накала у этого типа ламп доходит до ± 9 мм. Лампы снабжаются резьбовыми цоколями Р-27 и Р-40. Все это делает необходимым устройство фокусирующего приспособления в этих прожекторах. Световой пучок прожектора, снабженного такой лампой, получается достаточно широким. В тех случаях, когда необходимо больше сконцентрировать световой поток прожектора, применяются специальные прожекторные лампы накаливания. Эти лампы имеют небольшие размеры тела накала и более короткий срок службы, однако экономичность их значительно выше. Некоторые прожекторные лампы снабжаются фокусирующими цоколями. Это значительно уменьшает допуск на положение тела накала и позволяет заменять лампы без дополнительной фокусировки прожектора.

При применении прожекторных ламп накаливания следует иметь в виду, что для большинства из них существенным является нормальное рабочее положение лампы при горении. Обычно нормальное рабочее положение прожекторных ламп указывается на их цоколе, например: «цоколем вниз». Различные по конструкции прожекторные лампы допускают отклонение от нормального положения при горении на различные углы.

Основные характеристики нормальных осветительных и прожекторных ламп накаливания, наиболее часто применяемых в прожекторах общего назначения, приведены в табл. 4.

IV. ПРОЖЕКТОРНЫЕ ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

Для выполнения своей задачи по освещению тех или иных объектов прожекторы собираются в прожекторные осветительные установки. В зависимости от назначения эти установки могут быть выполнены по-разному, однако все они должны удовлетворять общим основным требованиям. Первым из этих требований является создание необходимой величины освещенности на освещаемой поверхности. Освещенность определяется отношением величины падающего на освещаемую поверхность светового потока к ее площади. Единица освещенности 1 люкс (лк) получается, когда на 1 м² освещаемой поверхности равномерно падает световой поток в 1 люмен. 1 лк является небольшой величиной освещенности. Такая освещенность должна быть на территории проходов и проездов промышленных предприятий со средним движением людей и транспорта. При проведении грубых работ с механизмами необходима освещенность не менее 5 лк, а при освещении крупных стадионов освещенность поля должна быть не менее 200 лк.

Для большинства практических случаев использования прожекторных осветительных установок необходимая величина освещенности задается нормами освещения. В приложениях 1а—1г приведены некоторые нормативные значения освещенности для различных видов наружного освещения.

Выбор той или иной величины освещенности зависит от размеров освещаемого предмета и от расстояния, на котором его нужно рассматривать, а также от того, является он светлым или темным, неподвижен он или движется, насколько сложная работа должна с ним выполняться и в течение какого времени. Для того чтобы правильно определить необходимую величину освещенности, нужно хорошо знать производственные процессы, проходящие на освещаемой территории.

Освещенность в любой точке освещаемой территории может быть измерена при помощи специального прибора — люксметра, а также рассчитана.

Рассмотрим, каким образом может быть рассчитана освещенность, создаваемая прожектором.

Если луч прожектора, установленного на определенной высоте, направить на горизонтальную плоскость

(поверхность земли) под некоторым углом к горизонту, то он создаст на ней световое пятно. Форма светового пятна и распределение освещенности в нем будут изменяться в зависимости от угла наклона прожектора. Величина освещенности пятна неодинакова в различных его точках и, как правило, будет уменьшаться к его краям.

Расчет горизонтальной освещенности $E_{гор}$ в данной точке, находящейся на горизонтальной плоскости, производится по следующей несложной формуле:

$$E_{гор} = \frac{I_3 \cos^3 \alpha}{h^2 k},$$

где I_3 — сила света прожектора по направлению к расчетной точке, *св*;

α — угол между указанным направлением силы света и перпендикуляром к освещаемой плоскости, *град*;

h — высота установки прожектора (положение его светового центра) над горизонтальной плоскостью, *м*;

k — коэффициент запаса, который вводится в формулу для того, чтобы учесть снижение освещенности на освещаемой поверхности в процессе эксплуатации прожекторной осветительной установки — старение ламп, запыление и загрязнение оптики прожектора в период между чистками и т. п.

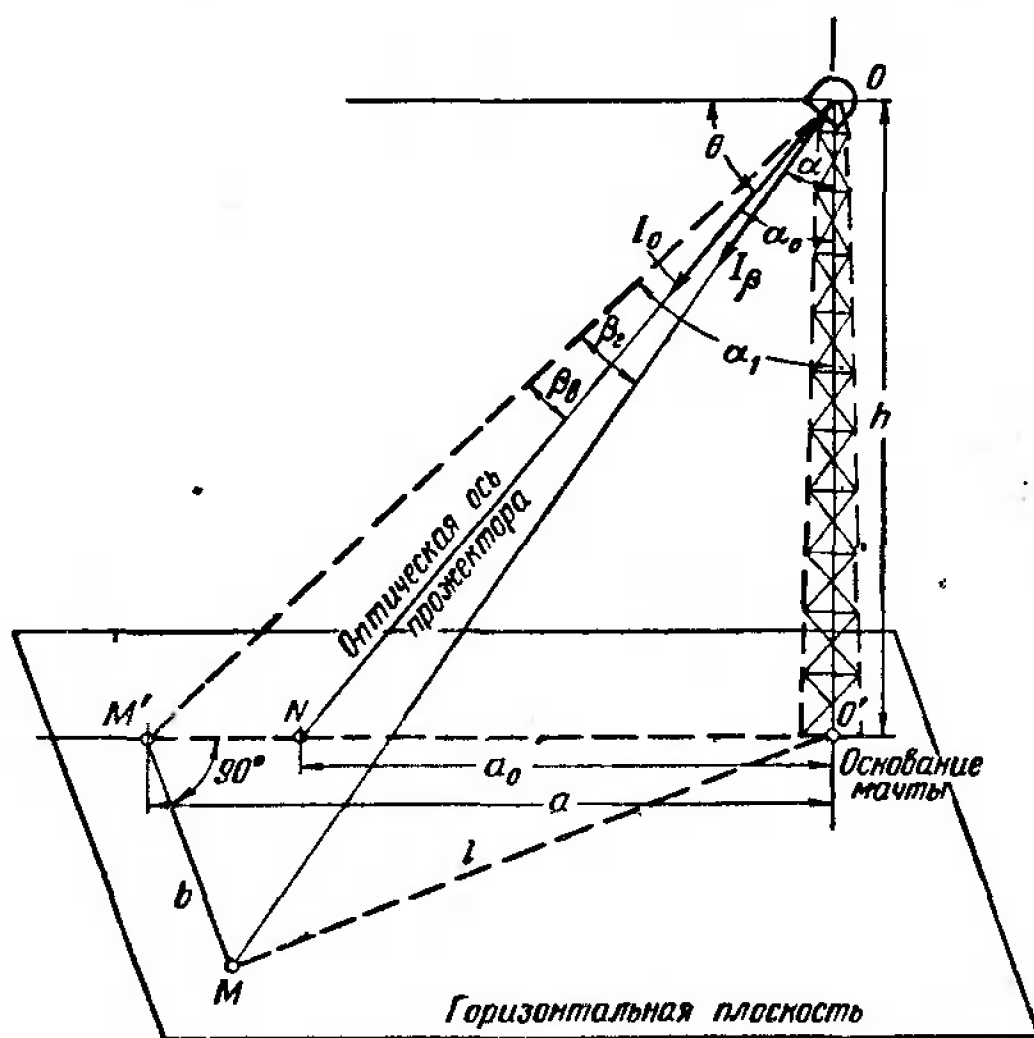


Рис. 5. К расчету освещенности от прожектора в заданной точке.

Во многих случаях при освещении тех или иных объектов требуется определить освещенность в данной точке, расположенной в вертикальной плоскости, $E_{\text{верт}}$. В этом случае освещенность в расчетной точке может быть определена из следующего соотношения между вертикальной и горизонтальной освещенностями в этой точке:

$$E_{\text{верт}} = E_{\text{гор}} \frac{a}{h},$$

где a — расстояние (на горизонтальной плоскости) от основания перпендикуляра, опущенного из расчетной точки M на проекцию оптической оси прожектора, до мачты, на которой он установлен (см. рис. 5, отрезок $O'M'$).

Для наглядного представления величин, входящих в приведенные формулы, обратимся к схеме, приведенной на рис. 5.

Сила света прожектора в направлении к расчетной точке может быть определена с помощью кривых равных значений силы света, являющихся одной из характеристик прожектора (см. приложение 4). Однако в этом случае необходимо знать углы $\beta_{\text{г}}$ и $\beta_{\text{в}}$, которыми определяется направление силы света прожектора в пространстве.

Рассмотрим, каким образом найти эти углы. Обратимся вновь к схеме, приведенной на рис. 5. Предположим, что прожектор находится в точке O и его оптическая ось составляет с горизонтом некоторый угол θ . Направление силы света I_{β} к расчетной точке M будет определяться углами $\beta_{\text{г}}$ и $\beta_{\text{в}}$, которые находятся в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях. Из приведенной схемы эти углы могут быть найдены путем несложных тригонометрических расчетов:

$$\beta_{\text{г}} = \arctg \frac{b \cos \alpha_1}{h};$$

$$\beta_{\text{в}} = \pm \left(\arctg \frac{a}{h} - \arctg \frac{a_0}{h} \right).$$

Найденные значения углов позволяют определить силу света I_{β} по кривым равных значений силы света. Подставляя найденное значение силы света I_{β} в рассмотренную выше формулу освещенности, мы определим ее величину в данной точке.

Для уяснения метода расчета освещенности в заданной точке рассмотрим пример.

Требуется определить горизонтальную и вертикальную освещенность в точке M (рис. 5) от прожектора ПЗС-45 с лампой 1 000 *вт*, 220 *в*, установленного на высоте 30 *м* с углом наклона $\theta = 15^\circ$. Точка M находится на расстоянии $l = 157$ *м* от основания мачты и на расстоянии $b = 28$ *м* в сторону от проекции оптической оси прожектора на поверхность освещаемой территории.

1. Находим величины, входящие в формулы для определения β_r и β_v :

$$а) a = \sqrt{l^2 - b^2} = \sqrt{157^2 - 28^2} \approx 154 \text{ м};$$

$$б) \operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{a}{h} = \frac{154}{30} = 5,13; \quad \alpha_1 \approx 79^\circ;$$

$$в) \alpha_0 = 90^\circ - \theta = 90^\circ - 15^\circ = 75^\circ;$$

$$г) a_0 = h \operatorname{tg} \alpha_0 = 30 \operatorname{tg} 75^\circ = 30 \cdot 3,73 \approx 112 \text{ м}.$$

2. Определяем β_r и β_v :

$$д) \beta_r = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{b \cos \alpha_1}{h} = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{28 \cdot 0,19}{30} = \operatorname{arc} \operatorname{tg} 0,176; \quad \beta_r \approx 10^\circ;$$

$$е) \beta_v = \left(\operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{a}{h} - \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{a_0}{h} \right) = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{154}{30} - \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{112}{30}; \quad \beta_v \approx 4^\circ.$$

3. На графике кривых равных значений силы света прожектора ПЗС-45 с лампой 1 000 *вт*, 220 *в* (приложение 4) находим по полученным значениям углов β_r и β_v силу света $I_\beta = 20\,000$ *св*;

ж) находим угол α :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l}{h} = \frac{157}{30} = 5,23; \quad \alpha \approx 79^\circ 10'.$$

4. Определяем горизонтальную и вертикальную освещенности.

$$з) E_{\text{гор}} = \frac{I_\beta \cos^3 \alpha}{h^2 \cdot k} = \frac{20\,000 \cdot 0,188^3}{30^2 \cdot 1,3} \approx 0,1 \text{ лк};$$

$$и) E_{\text{верт}} = E_{\text{гор}} \frac{a}{h} = 0,1 \cdot \frac{154}{30} \approx 0,5 \text{ лк}.$$

Рассчитав таким образом освещенность для большого количества точек светового пятна и соединив между собой точки, имеющие одинаковую освещенность, получают кривые равной освещенности в горизонтальной плоскости.

Один из таких графиков с кривыми равной горизонтальной освещенности для прожектора ПЗС-45 приведен на рис. 6. Такие графики кривых равной освещенности могут быть построены в определенном масштабе для любого типа прожектора в зависимости от мощности и на-

пряжения лампы, высоты установки прожектора и угла наклона прожектора к горизонту.

Графики кривых равной освещенности с успехом используются при проектировании прожекторного освещения, значительно упрощая расчеты.

Если в данной точке освещаемой поверхности горизонтальная освещенность создается несколькими прожекторами, то при расчете необходимо иметь в виду, что она будет равна сумме освещенностей, создаваемых каждым прожектором в отдельности.

При создании на освещаемой поверхности необходимой величины освещенности, как правило, нужно позаботиться о равномерности ее распределения. В самом деле, если освещение будет выполнено в виде отдельных пятен, то это не только затруднит работу, но часто мо-

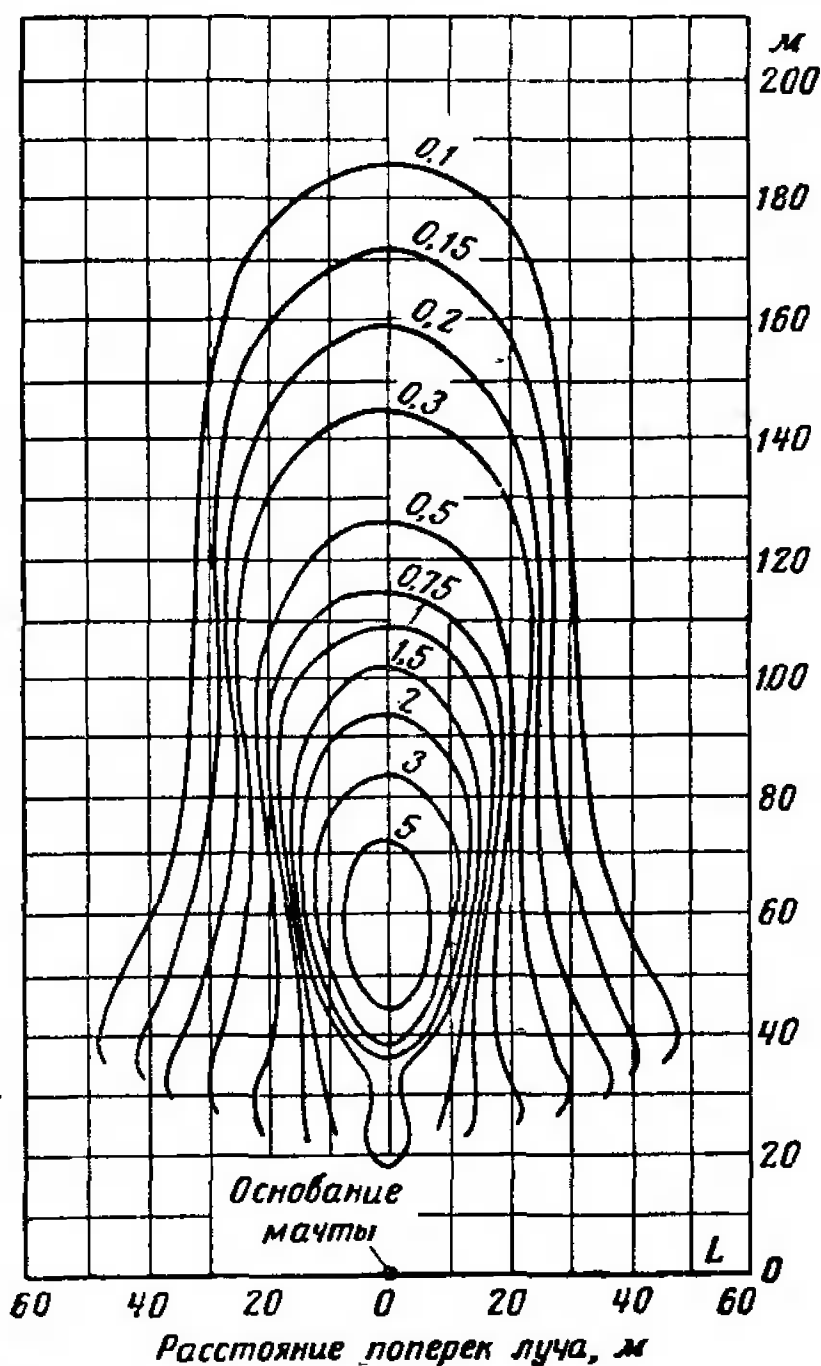


Рис. 6. График кривых равной горизонтальной освещенности для прожекторов ПЗС-45 с лампой 1 000 вт, 220 в.
 $h = 21$ м, $M1 : 1\ 000$, $\theta = 18^\circ$.

жет сделать ее совершенно невозможной, особенно когда освещаемые предметы движутся (освещение сортировочных станций, спортивное освещение). При освещении спортивных объектов, например, считается недопустимой такая неравномерность распределения освещенности, когда отношение наименьшей освещенности к наибольшей в пределах освещаемой поверхности составляет меньше 0,5.

В установках архитектурного и декоративного освещения часто предъявляют повышенные требования к равномерности распределения света по освещаемому объекту. В таких случаях применяют специальные типы прожекторов, например прожекторы фасадного освещения типа ПФС с рассеивателями.

Однако иногда специально стремятся к созданию неравномерности распределения света. Примером такого типа освещения может служить выделение световым пятном портрета или лозунга, часто применяемое в праздничном освещении для того, чтобы привлечь к освещаемому предмету внимание.

Каждый, кто хотя бы однажды попадал в яркий пучок света прожектора, навсегда запомнит неприятное слепящее действие прожектора на глаза при взгляде на него. Это слепящее действие создается большой силой света, которой обладает прожектор. Поэтому одной из задач создания прожекторной осветительной установки является ограничение слепящего действия прожекторов. Однако с этой целью нельзя просто уменьшить силу света прожектора, так как тогда он не будет создавать нужное освещение. Уменьшения слепящего действия прожекторов добиваются поэтому другими путями. Исследования показали, что наиболее сильное слепящее действие на глаз оказывает прожектор, находящийся перед глазами — на линии зрения. При удалении прожектора с линии зрения слепящее действие его ослабевает, и при положении прожектора за пределами угла $30\text{—}45^\circ$ от линии зрения оно уже не оказывает сильного воздействия. Неприятное ощущение ослепленности зависит еще от того, как освещено окружающее пространство. В темную ночь нас может ослепить маленький карманный фонарик. В то же время киноактер, ярко освещаемый при съемке мощными прожекторами, сравнительно легко переносит их очень высокую яркость. Для умень-

шения слепящего действия прожекторы следует устанавливать достаточно высоко и по возможности так, чтобы в их сторону люди при работе не смотрели.

Из сказанного видно, что слепящее действие прожекторов зависит в основном от высоты их установки. Чем выше будет установлен прожектор, тем меньше будет его слепящее действие. Однако высота установки прожекторов не может увеличиваться бесконечно, поэтому необходимо выбирать такую высоту установки, при которой слепящее действие прожектора находилось бы в допустимых пределах. Минимально допустимая высота установки прожекторов в соответствии с правилами и нормами искусственного освещения может быть определена из уравнения

$$h = \sqrt{\frac{I_{\text{макс}}}{300}},$$

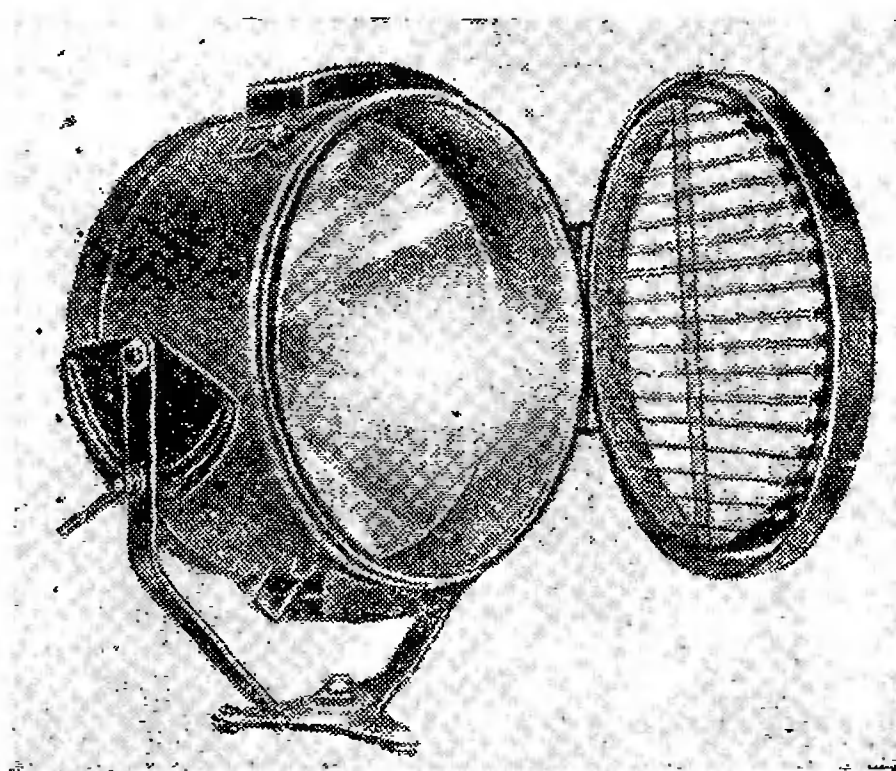
где h — высота установки прожектора;

$I_{\text{макс}}$ — максимальная сила света прожектора.

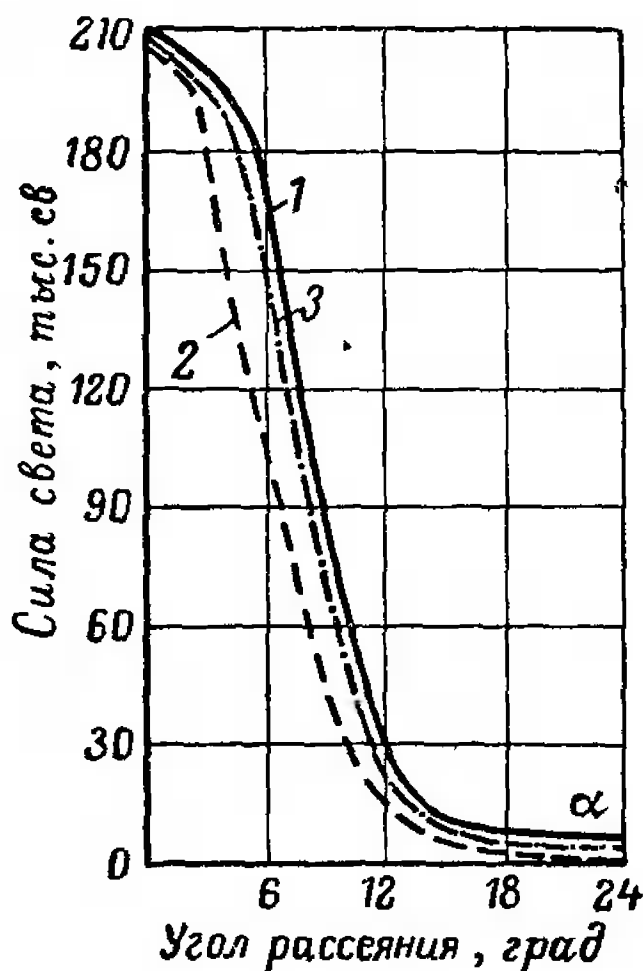
Более точные методы определения наименьшей высоты установки прожекторов основаны на учете коэффициента ослепленности. Не рассматривая этих методов, отметим, что обычно в практических условиях высота мачт для установки прожекторов в осветительных установках колеблется в пределах 10—50 м (приложение 2).

При освещении больших горизонтальных поверхностей, таких, как стадионы, пристани и т. п., для уменьшения слепящего действия прожекторов можно использовать пластинчатые или кольцевые жалюзи. При применении жалюзи по оптической оси и на близких к ней направлениях сила света прожектора почти не уменьшается, а значения силы света под большими углами к оптической оси уменьшаются значительно, чем и ослабляется слепящее действие. На рис. 7,а показан прожектор ПЗС-45 с пластинчатой системой жалюзи, выполненной в виде насадки, встроенной внутрь прожектора. Эта система жалюзи разработана ВНИСИ для осветительной установки Центрального стадиона имени В. И. Ленина. Она обеспечивает хорошее освещение футбольного поля и ослабляет ослепленность зрителей, сидящих на противоположной трибуне, от низко установленных прожекторов. На рис. 7,б показаны кривые сил света прожектора с жалюзи и без них.

В практике требуется не только равномерно и с определенной интенсивностью осветить какую-нибудь поверхность, но и так ее осветить, чтобы можно было хорошо видеть форму и объем находящихся на этой поверхности предметов, с которыми приходится работать. Для созда-



а)



б)

Рис. 7. Проектор ПЗС-45 с пластинчатыми жалюзи.

а — общий вид; б — кривые сил света прожектора с жалюзи и лампой накаливания ПЖ-77 (210 в, 1 500 вт);

1 — кривая сил света прожектора без жалюзи; 2 — с жалюзи в вертикальной плоскости; 3 — с жалюзи в горизонтальной плоскости.

ния такой объемной освещенности необходимо, чтобы на каждую точку освещаемой поверхности попадал свет не от одного прожектора, а от нескольких, расположенных с разных сторон от освещаемого места. Однако размещение прожекторов, при котором создается всестороннее освещение, не всегда бывает возможно на практике, так как оно обычно противоречит требованиям ограничения ослепленности и часто бывает недостаточно экономичным. В самом деле, если для одностороннего освещения можно воспользоваться одной лишь мачтой для установки прожекторов и только к ней подвести электрическое питание, то для создания объемного освещения понадобится уже несколько мачт, расположенных с разных сторон от освещаемого места, и к каждой из

них нужна электрическая проводка для питания прожекторов. Это удорожает осветительную установку. И все-таки для многих осветительных установок приходится прибегать к объемному освещению. Это особенно необходимо, например, при освещении футбольных полей на стадионах, где и игроки и зрители должны иметь возможность следить за ходом игры и за движением мяча со всех сторон. При проектировании такой осветительной установки задача особенно усложняется. Нужно создать достаточно хорошее освещение с наименьшими затратами. Это достигается при помощи наиболее целесообразного размещения прожекторных мачт и выбора типа прожекторов и источников света. При освещении больших открытых площадей: железнодорожных станций, территорий промышленных предприятий, строительных площадок, складов, пристаней, открытых электрических подстанций, спортивных площадок и стадионов — чаще всего применяются прожекторы заливающего света типа ПЗС-45 с нормальными осветительными лампами накаливания мощностью 1 000 *вт*. В случае освещения меньших площадок и возможности установки прожекторов на небольшом расстоянии от освещаемого места могут использоваться прожекторы типа ПЗС-35 с лампами 500 *вт* и прожекторы типа ПЗС-25 с лампами 200 *вт*. Эти прожекторы находят применение при освещении погрузочных площадок, небольших складов, дворов, проходов и проездов около заводских корпусов, экскаваторных работ малого объема и т. п. Для освещения удаленных объектов, высоких зданий, памятников, а также при необходимости выделения освещаемого объекта путем создания повышенной освещенности применяются прожекторы типа ПФС-45-1 с прожекторными лампами ПЖ-52 мощностью 1 000 *вт*. При освещении поверхностей большой протяженности с хорошей равномерностью могут применяться прожекторы типов ПФС-45-2 и ПФС-45-3 с оптическими рассеивателями и с прожекторными лампами мощностью 1 000 *вт*, специально разработанные для освещения фасадов высотных зданий в Москве. Эти прожекторы имеют светораспределение, которое создает хорошую равномерность освещения на близко расположенной поверхности. В случае, если освещаемая поверхность здания имеет сложную форму, удобно применять прожекторы типов ПФС-35-2,

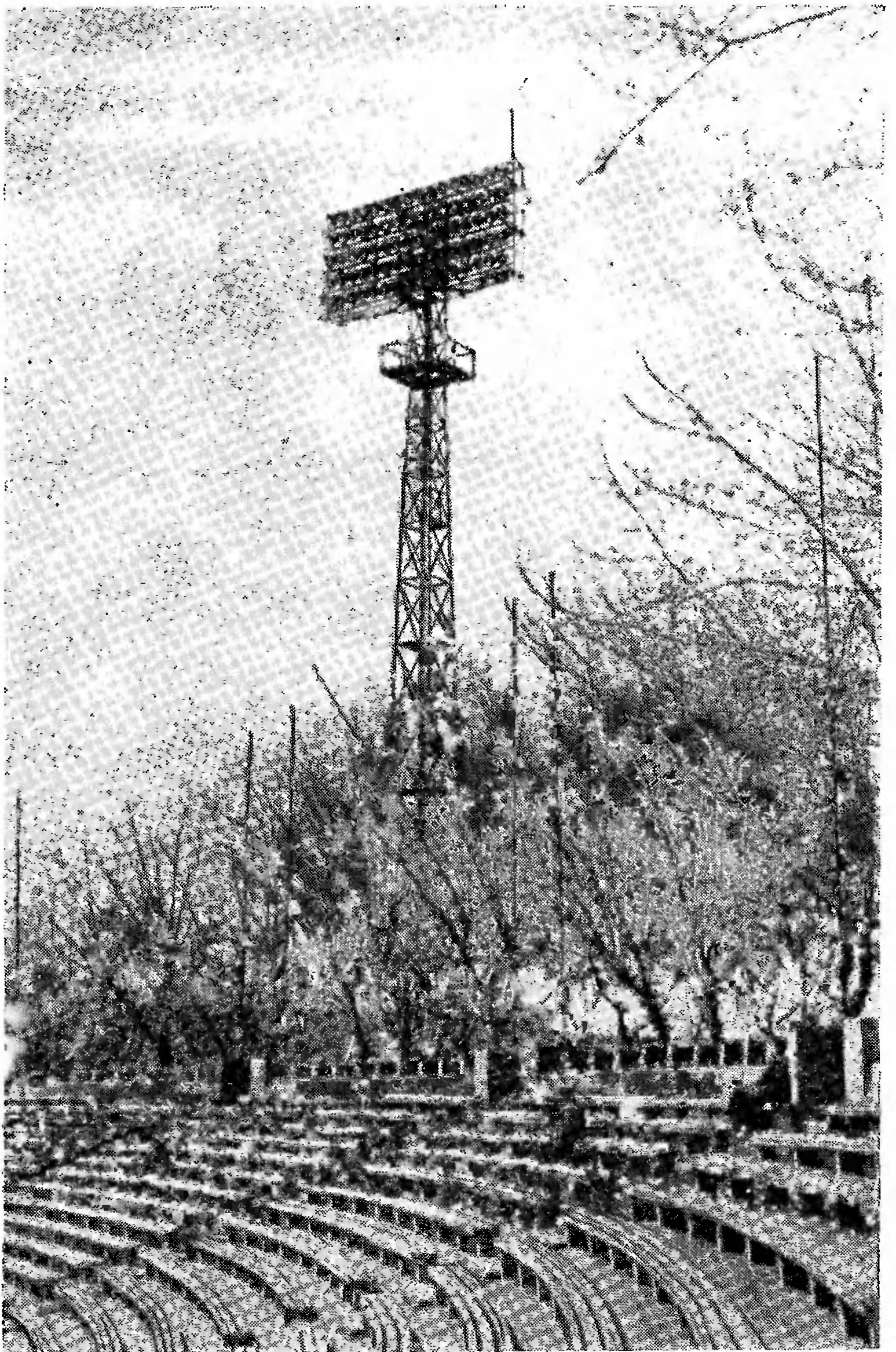


Рис. 8. Прожекторная осветительная установка на металлической мачте. Республиканский стадион имени Н. С. Хрущева в Киеве.

ПФС-35-3 и ПФС-35-4 с прожекторными лампами мощностью 500 и 300 *вт* с оптическими рассеивателями, создающими световое пятно различной формы. Для получения большой освещенности далеких объектов или высоких сооружений могут применяться прожекторы типа ПФС-60-1 с прожекторными лампами мощностью 3 000 *вт*.

В зависимости от назначения той или иной осветительной установки прожекторы могут быть размещены на столбах или мачтах (рис. 8), на карнизах или крышах сооружений, расположенных вблизи от освещаемой поверхности, на земле около освещаемого объекта, в траншеях перед ним и т. д. На выбранном для установки прожекторов месте обычно устраивается площадка, на которой закрепляются прожекторы. С этой же площадки люди, обслуживающие прожекторы, могут направлять их лучи в нужные места освещаемой поверхности, производить чистку и покраску прожекторов, менять перегоревшие лампы и т. п. С этой же площадки ведется обычно и монтаж прожекторов.

Проектирование прожекторной установки можно рекомендовать производить в такой последовательности:

- а) выбор освещенности;
- б) выбор типа прожектора и расположения прожекторов;
- в) выбор высоты установки прожекторов;
- г) выбор угла наклона прожекторов;
- д) размещение прожекторов на территории.

О том, как выбрать необходимую величину освещенности и тип прожектора, уже говорилось выше. Расположение прожекторов может быть принято групповое или индивидуальное в зависимости от размера территории и характера производимых на ней работ.

При выборе угла наклона оптической оси прожектора необходимо иметь в виду, что для получения светового пятна на освещаемой поверхности, прожектор устанавливается под некоторым углом θ к горизонту. В зависимости от величины этого угла будут меняться размер и форма светового пятна, создаваемого прожектором на освещаемой поверхности. Наивыгоднейшим углом наклона будет такой, при котором площадь светового пятна, ограниченного заданным значением освещенности, будет наибольшей. Если иметь набор графиков кривых

равной освещенности для выбранного типа прожектора, полученных для разных углов его наклона к горизонту θ то можно определить наиболее выгодный угол наклона прожектора для данных условий освещения.

Необходимо иметь в виду, что для расчета прожекторного освещения полезно иметь набор графиков кривых равной освещенности (горизонтальной или вертикальной), построенных для различных высот установки и углов наклона прожекторов. На практике часто пользуются готовыми графиками, которые приводятся в соответствующих альбомах, справочниках и руководствах по проектированию прожекторного освещения (см. список рекомендуемой литературы). Для удобства пользования графиками полезно иметь их построенными на кальке. Масштаб графиков должен соответствовать масштабу плана освещаемой территории.

Для определения мест установки прожекторов на освещаемой территории пользуются графиками кривых равной освещенности. С этой целью намечают сначала положение мачты и направление оптической оси первого прожектора на плане освещаемой территории. Направление оптических осей прожекторов надо выбирать с таким расчетом, чтобы на освещаемую территорию падало минимальное количество теней от оборудования или построек, находящихся на территории. Затем на план освещаемой территории накладывается график кривых равной освещенности, взятый для наиболее выгодного угла наклона прожектора, таким образом, чтобы точка графика, являющаяся проекцией светового центра прожектора на горизонтальную плоскость (рис. 6, точка O), совпадала с намеченной точкой установки мачты на плане территории. Практически удобно для совмещения этих точек пользоваться булавкой, которая прокалывает график в указанной точке и вкалывается в план территории в намеченной точке установки прожекторной мачты. Такой прием дает возможность поворачивать график в различных направлениях и выбрать наиболее удачное его положение.

Совместив ось графика с направлением оптической оси прожектора, фиксируют положение светового пятна первого прожектора, причем граница пятна должна соответствовать половине заданной минимальной освещенности.

Положение остальных прожекторных мачт и направления оптических осей прожекторов находятся путем компоновки графиков кривых равной освещенности на освещаемой площади. Компоновка производится таким образом, чтобы они покрывали освещаемую площадь, обеспечивая необходимую освещенность. Компоновка графиков может производиться или по касательной, или с нахлестом. Пример компоновки дан на рис. 9. В результате сделанной компоновки графиков окончательно выбираются высота мачт, места их расположения, а также углы наклона и разворота прожекторов.

С целью получения лучшего результата целесообразно в отдельных случаях делать несколько вариантов расчета.

На практике обычно пользуются альбомами готовых графиков кривых равной освещенности.

Для расчета прожекторного освещения пользуются также методом кривых равных значений относительной освещенности, который приводится в соответствующих справочниках и руководствах. Под относительной освещенностью

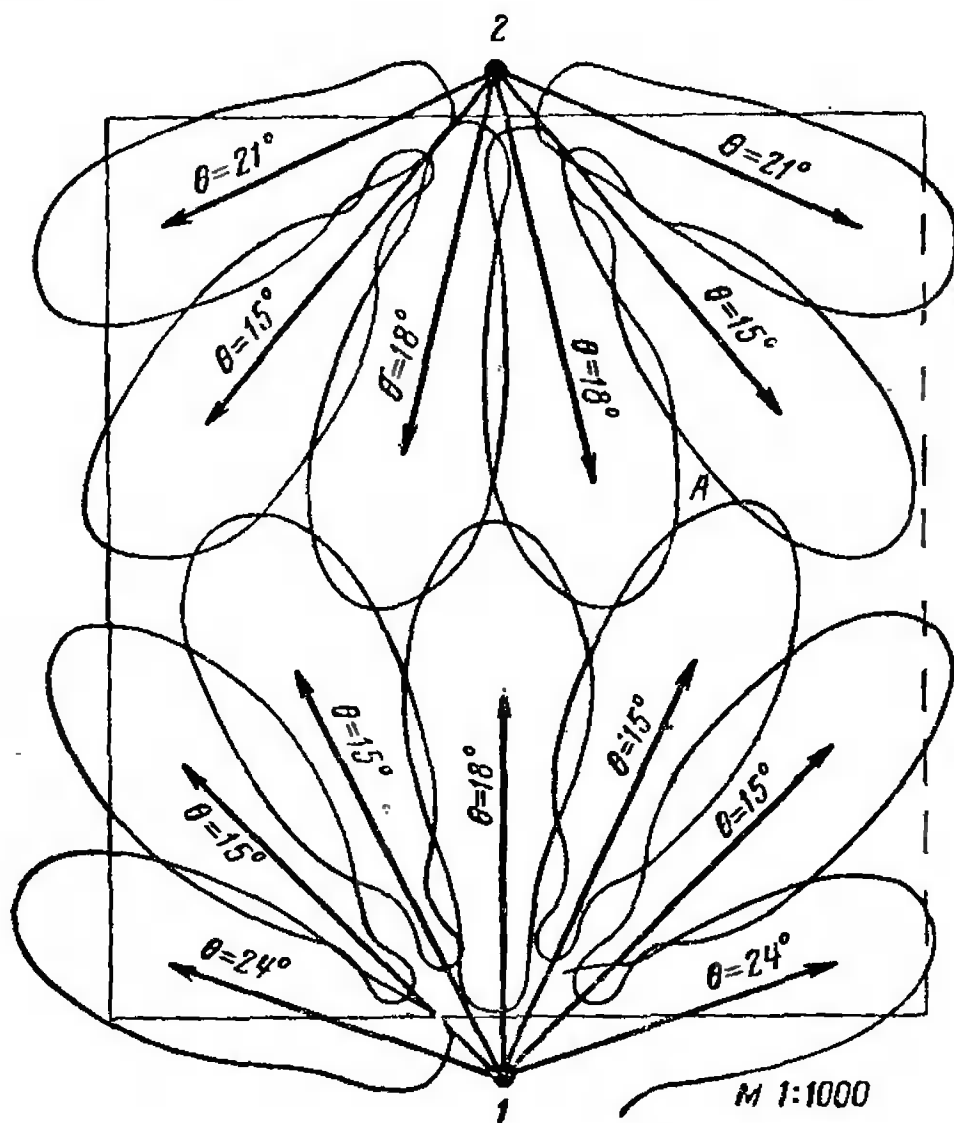


Рис. 9. Пример компоновки кривых равной освещенности.

щенностью в этом случае понимается освещенность условной плоскости, перпендикулярной оптической оси прожектора и удаленной от его светового центра на расстояние 1 м. Кривые равных значений относительной освещенности строятся обычно в прямоугольной системе координат. Для построения графика кривых равной освещенности используются соотношения, которые имеют место при предположении, что луч, проходящий через данную точку горизонтальной плоскости, освещенность которой требуется определить, проходит через соответствующую точку условной плоскости, имеющую известную освещенность и координаты.

Для упрощения расчета прожекторного освещения существует ряд методов, обладающих большей или меньшей точностью. К таким методам относится графический метод, предложенный инж. М. С. Дудиным (см. приложение 5). Им же предложен метод расчета освещения от группы прожекторов, рассматриваемых как единый источник света [Л. 17].

Для ориентировочного определения количества прожекторов, необходимых для освещения какой-либо территории, можно воспользоваться формулой удельной мощности, полученной при изучении большого числа выполненных осветительных установок:

$$p = 0,25Ek,$$

где p — удельная мощность, $вт/м^2$;

E — минимальная горизонтальная освещенность, $лк$;

k — коэффициент запаса.

Количество прожекторов легко определить из соотношения:

$$n = \frac{p \cdot S}{P_{л}},$$

где n — количество прожекторов, шт.;

S — площадь освещаемой территории, $м^2$;

$P_{л}$ — мощность лампы, установленной в прожекторе, $вт$.

Например, требуется определить количество прожекторов, необходимое для освещения теннисного корта размером $20 \times 40 м$ с минимальной освещенностью $100 лк$. Коэффициент запаса принимаем равным $1,5$.

$$p = 0,25 \cdot E \cdot k = 0,25 \cdot 100 \cdot 1,5 = 37,5 \text{ вт/м}^2.$$

Для освещения выбираем прожекторы типа ПЗС-45 с лампами 1 000 *вт.* Количество прожекторов равно:

$$n = \frac{p \cdot S}{P_{л}} = \frac{37,5 \cdot 20 \cdot 40}{1\,000} = 30 \text{ шт.}$$

После определения необходимого для освещения данной территории количества прожекторов, места и способа их установки надо выбрать схему электрического питания и произвести соответствующий расчет электрической сети. Расчет электрической части прожекторных осветительных установок выполняется методами, обычными для расчета осветительных сетей.

V. МОНТАЖ ПРОЖЕКТОРНЫХ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК И ИХ РЕГУЛИРОВКА

Монтаж прожекторной осветительной установки производится в соответствии с проектом. От тщательности монтажа и выполнения указаний проекта в значительной степени зависит качество ее работы. Необходимо отметить, что всякие отступления от проекта могут привести к нежелательным последствиям — получению освещенности меньше нормированной, увеличению неравномерности освещенности и др. Большое значение имеет регулировка осветительной установки.

Перед началом работ по монтажу необходимо подробно ознакомиться с проектом осветительной установки и наметить порядок проведения работ. Содержание работ и их последовательность должны быть следующими.

Подготовительные работы

1. Разметка мест установки мачт для прожекторов на освещаемой территории производится на основании указаний проекта. На плане территории указывается обычно положение мачт. Положение каждой мачты определяется двумя размерами, привязывающими ее к местным предметам или топографической сетке. Таким образом, точки установки мачт на территории могут быть намечены с помощью простых геодезических приемов.

2. Фундаменты для металлических мачт выполняются в двух вариантах: из сборных железобетонных блоков или монолитные — из бетона и бутобетона. Работы по подготовке фундаментов сводятся к рытью котлованов в земле и укладке в них фундаментов. Для меньшего за-

громождения территории при производстве работ фундаментные блоки могут изготавливаться на специальных строительных дворах и затем доставляться к месту монтажа в готовом виде. Для установки деревянных мачт

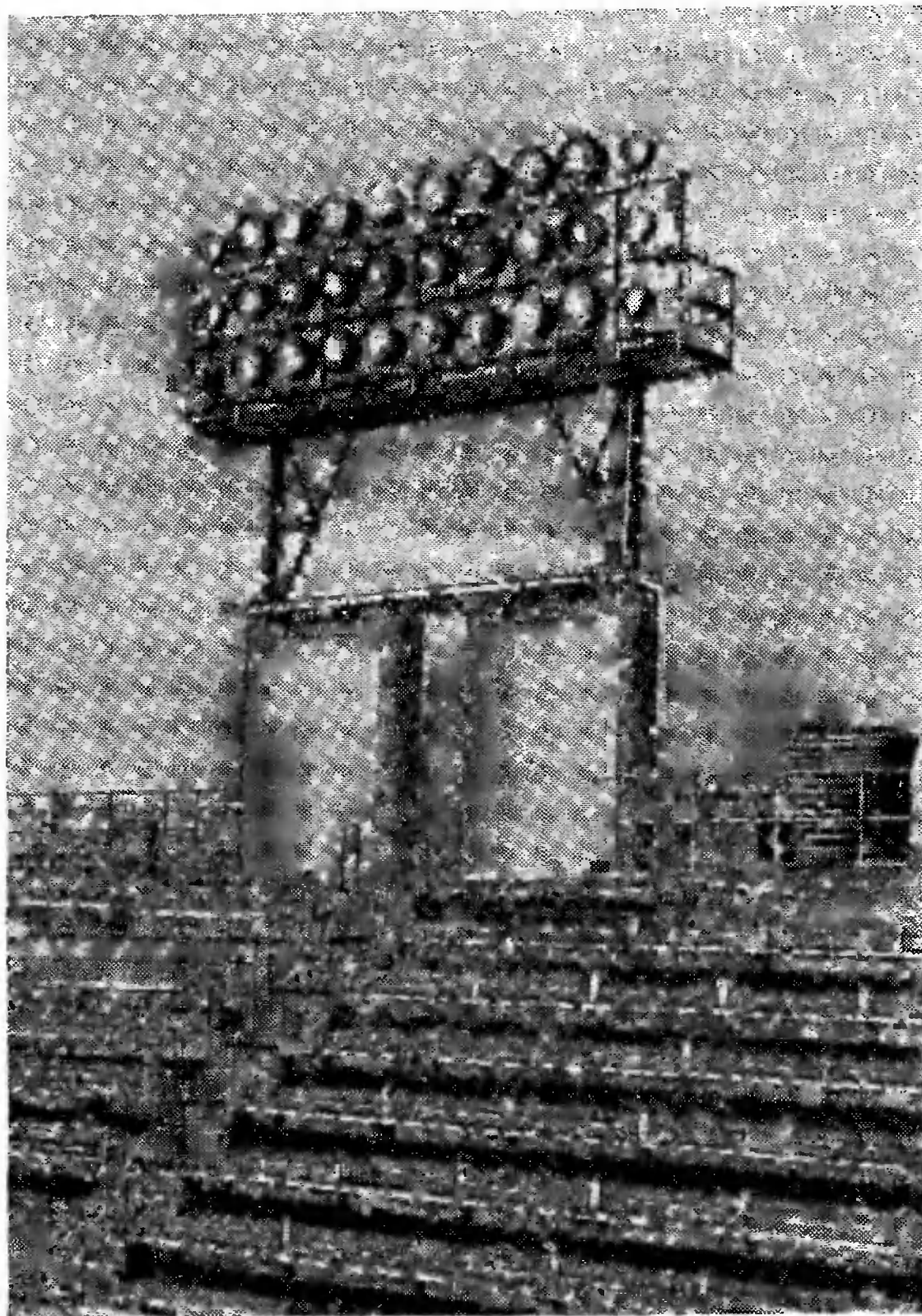


Рис. 10. Площадка для установки прожекторов. Бассейн Центрального стадиона имени В. И. Ленина в Москве.

применяются пасынки из металла, железобетона или дерева, которые закапываются своей нижней частью в землю, а к выступающей над поверхностью земли части крепится мачта.

3. Для установки прожекторов используются металлические или деревянные мачты. В последнее время на-

чали применяться также мачты из железобетона. Мачты обычно устанавливаются стационарно. В случае использования для установки прожекторов местных предметов — высоких зданий, естественных возвышенностей и т. п. — применяются специальные прожекторные площадки (рис. 10).

В настоящее время для установки прожекторов проектными организациями различных ведомств разработан большой ассортимент типовых мачт и площадок. Так, например, существуют типовые проекты металлических мачт высотой 20, 30 и 50 м и деревянных — высотой 10 и 15 м. Разработан также проект передвижной деревянной мачты высотой 10 м. На рис. 11 приведены образцы мачт и площадки для установки прожекторов.

Металлические мачты по своей конструкции могут быть разборные и неразборные. Они представляют собой сварные конструкции, изготовленные из угловой стали, и состоят из нескольких звеньев, соединенных между собой (рис. 11,а). Монтаж металлических мачт осуществляется на месте их установки. Для этого звенья укладываются горизонтально в стык с таким расчетом, чтобы основание мачты было около фундамента, после чего производится их сборка на болтах или сваркой. После соединения звеньев производятся монтаж труб для электропроводки и протяжка в них проводов.

Подъем мачт и установка их на фундамент осуществляются методом «падающей стрелы» с помощью лебедок или кранами. При наличии крана большой высоты и достаточной грузоподъемности монтаж звеньев может быть произведен непосредственно на фундамент. Для этого звенья устанавливаются последовательно друг на друга и соединяются болтами или сваркой в вертикальном положении.

Для установки прожекторов металлические мачты в верхней своей части имеют специальные площадки. В зависимости от системы освещения — односторонней, многосторонней или круговой — и количества устанавливаемых прожекторов мачта может иметь несколько площадок на различной высоте или одну площадку наверху с многоярусным расположением прожекторов. По форме площадки могут быть разными (прямоугольные, квадратные и др.), их размеры должны быть достаточными для обеспечения обслуживания прожек-

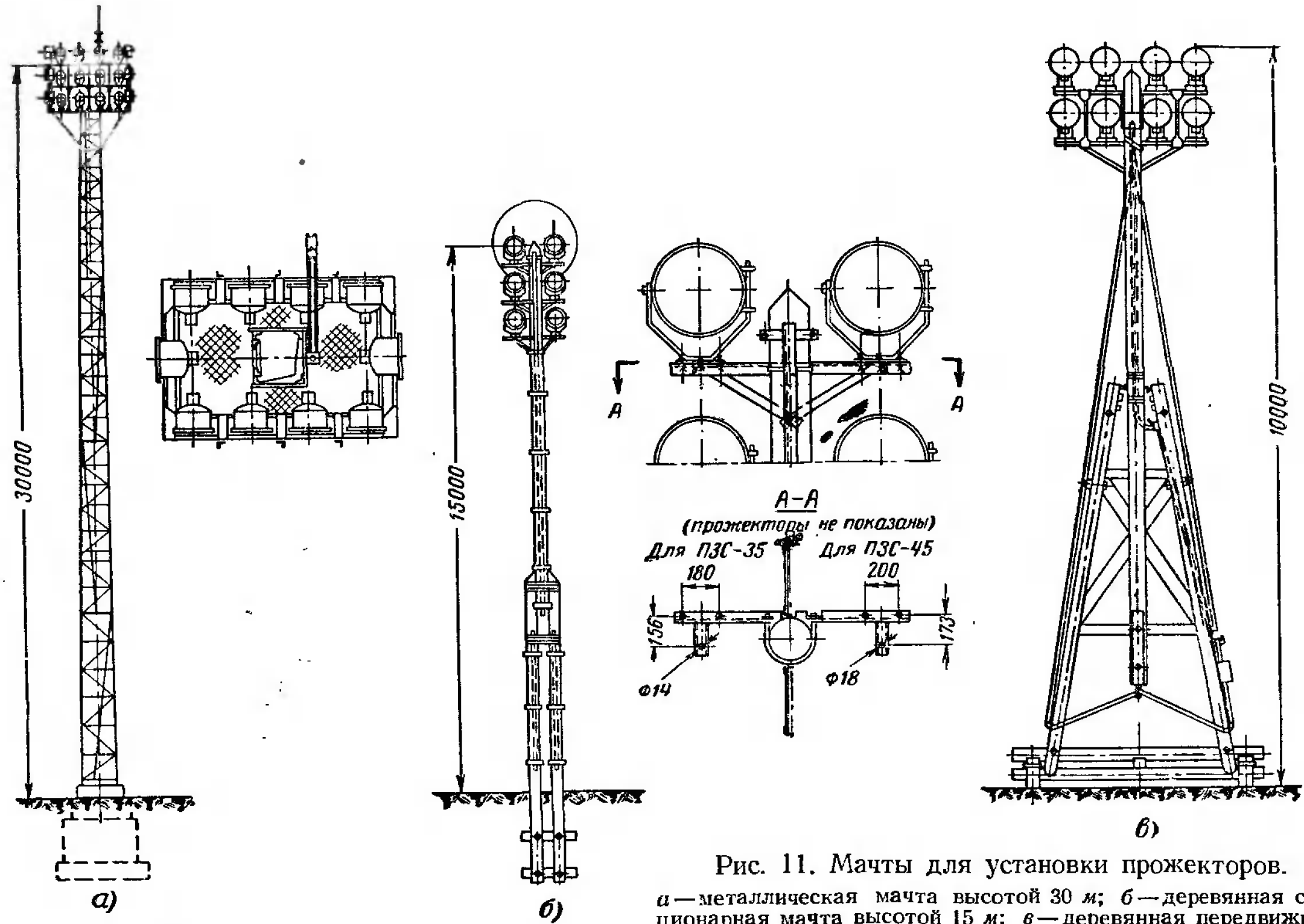


Рис. 11. Мачты для установки прожекторов.
 а — металлическая мачта высотой 30 м; б — деревянная стационарная мачта высотой 15 м; в — деревянная передвижная мачта высотой 10 м.

торов в процессе эксплуатации. Количество прожекторов, установленных на таких мачтах, может достигать 100 (рис. 8). Площадки состоят из решетчатых плоских оснований, на которых могут размещаться люди, обслуживающие прожекторы, и специальных металлоконструкций, расположенных по краю площадки и жестко связанных с ней, на которых крепятся прожекторы. Для входа на площадки внутри мачт предусматриваются металлические лестницы, а в основаниях площадок — люки с крышками.

Для подъема и спуска прожекторов на площадках предусматриваются блочные устройства.

Деревянные мачты могут быть одностоечные (рис. 11,б) или двухстоечные. Для их изготовления используются круглые бревна из сосны или лиственницы. В местах стыков бревна скрепляются болтами и скрутками из круглой проволоки диаметром 5—6 мм. Такими же скрутками мачты соединяются с пасынками. Для установки прожекторов могут быть использованы также типовые деревянные или железобетонные опоры для воздушных сетей.

Для установки прожекторов в верхней части мачт на кронштейнах крепятся металлические траверсы в 2—3 ряда по высоте, в которых предусматриваются отверстия для крепления фланцев прожекторов.

В условиях строительства и горных разработок, где фронт работ часто перемещается, могут применяться передвижные мачты (рис. 11,в). Эти мачты устанавливаются на санях и имеют две скрепленные с санями А-образные опоры, являющиеся основанием мачты. В верхней части А-образных опор закреплена на оси поворотная мачта с прожекторами и противовесом, которая с помощью тросов может наклоняться и закрепляться в горизонтальном и наклонном положениях. Таким образом обслуживание прожекторов может производиться с земли. Передвижение мачты производится с помощью трактора или автомашины, при этом мачта устанавливается в горизонтальном положении.

Монтаж прожекторов

1. Перед подъемом прожекторов на мачту для установки необходимо проверить исправность отдельных их частей. Для этого проверяются целостность и надежность

крепления отражателя, защитного стекла, контактов, подводящих электропитание к лампе, болтовых креплений установки прожектора в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Необходимо протереть отражатель, защитное стекло и лампу чистой мягкой тряпкой, а в случае загрязнения их промыть водой с мылом. После этого необходимо проверить фокусировку лампы накаливания. Прожекторы должны быть хорошо отфокусированы, так как в противном случае не будут обеспечены расчетные значения освещенности. Фокусировка прожектора заключается в установке тела накала лампы в фокусе отражателя. Положение светового центра лампы одного типа имеет значительный допуск по высоте $\pm (7-8)$ мм, и в горизонтальной плоскости размеры спирали лампы бывают неодинаковы. Поэтому в каждом отдельном случае при установке новой лампы в прожектор необходимо производить ее фокусировку по отношению к отражателю. Для этой цели в прожекторах предусмотрено фокусирующее устройство.

Фокусировка производится следующим образом: прожектор устанавливается на расстоянии 20—25 м перед светлым экраном (стеной здания и т. п.) таким образом, чтобы плоскость его выходного отверстия была параллельна экрану. Затем в темное время суток, включив лампу и получив на экране световое пятно, по форме близкое к кругу, производят фокусировку. Для этого, освободив зажим фокусирующего устройства и медленно перемещая лампу во все стороны, необходимо добиться, чтобы пятно получилось равномерным и по возможности наименьших размеров. После установки лампы в фокусе отражателя фокусирующее устройство закрепляется.

Производство фокусировки — дело кропотливое и требует известного опыта.

В случае применения для целей освещения прожекторов типа ПФС фокусировка производится только 1 раз при их изготовлении на заводе. При замене ламп в этих прожекторах дополнительная фокусировка не требуется, так как они имеют специальные фокусирующие патроны, а применяющиеся в них лампы имеют фокусирующие цоколи, с помощью которых нить лампы устанавливается точно в фокусе отражателя. Нарушать заводскую

фокусировку прожекторов типа ПФС во время эксплуатации не следует.

2. Для установки прожекторы поднимают на площадку с помощью блочного устройства. Для подъема может быть использован тонкий трос или канат, имеющий на конце карабин для закрепления прожектора. При подъеме необходимо следить за тем, чтобы защитное стекло прожектора не разбилось при случайном ударе о мачту.

Прожекторы укрепляются на площадке при помощи треугольных фланцев с тремя отверстиями диаметром 14—16,5 мм. Для установки их предусматриваются заранее подготовленные места на боковых металлоконструкциях площадок.

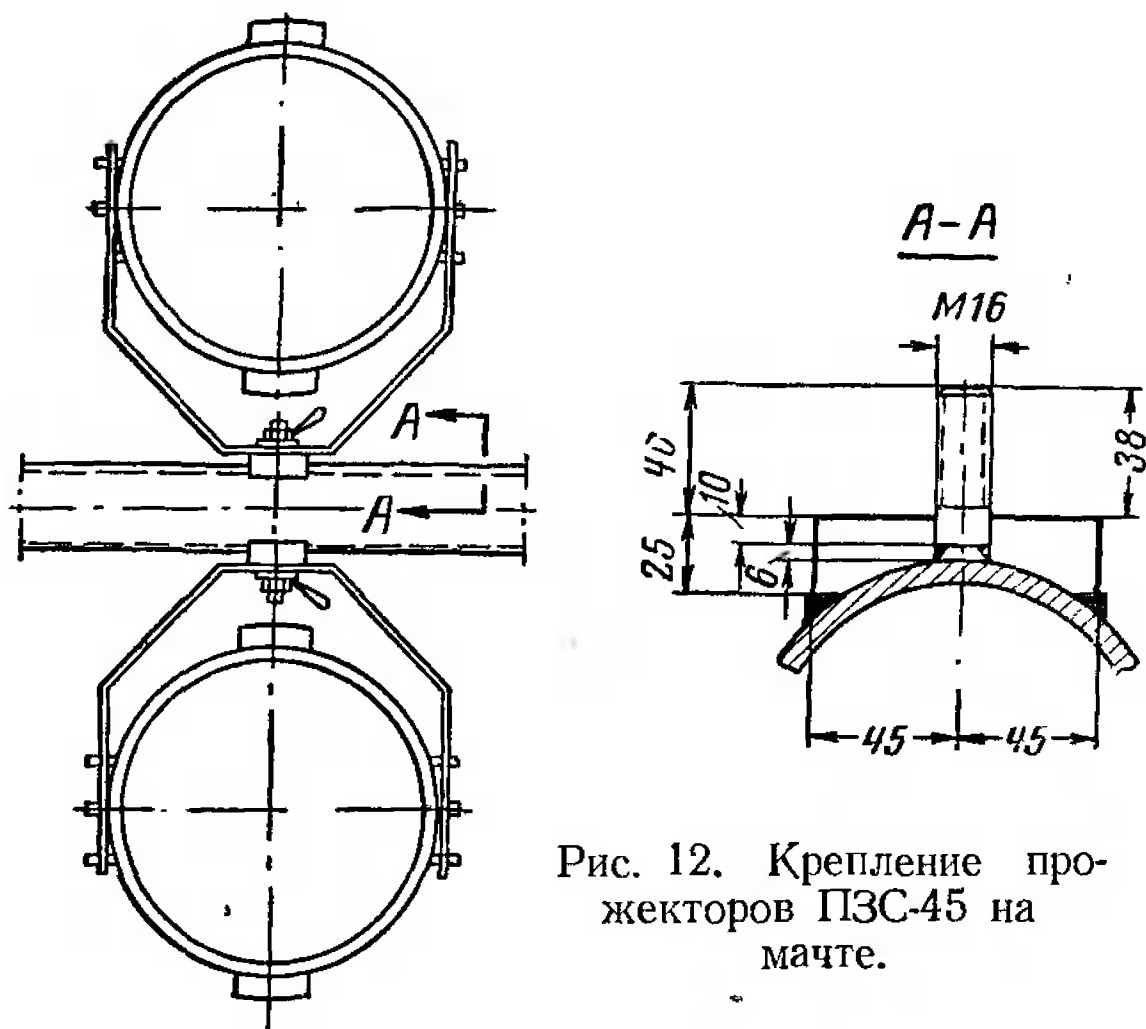


Рис. 12. Крепление прожекторов ПЗС-45 на мачте.

Иногда в стационарных осветительных установках с прожекторами типа ПЗС-45 отказываются от крепления на фланцах и приваривают к боковым металлоконструкциям площадки шпильки с резьбой М-16, на которые непосредственно устанавливаются прожекторы при помощи отверстий в лирах и закрепляются имеющейся в прожекторе гайкой с рукояткой (рис. 12). Подобное крепление может быть применено и для других типов прожекторов.

3. Установленные на мачте прожекторы должны быть

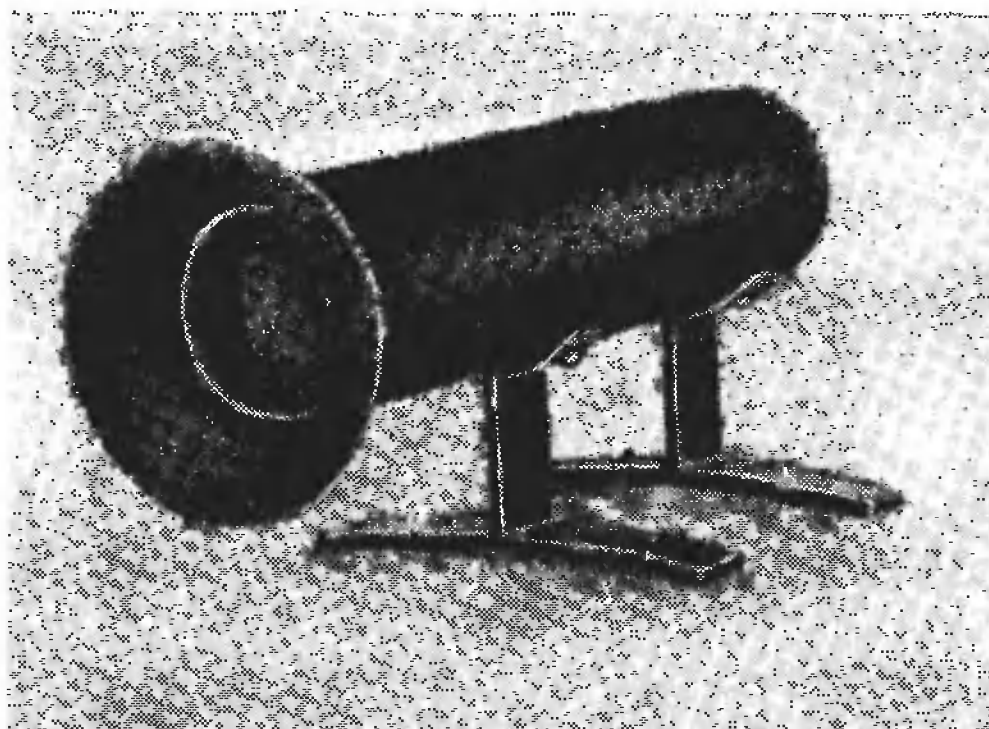
отрегулированы в соответствии с проектом, т. е. должны быть установлены углы их наклона и разворота.

Регулировка может быть произведена несколькими способами, некоторые из которых мы рассмотрим.

На освещаемой территории в соответствии с проектом намечаются точки, в которые должны быть направлены оптические оси прожекторов. В намеченную точку становится человек, производящий регулировку, а его помощник, находящийся на мачте, наклоняет и поворачивает соответствующий прожектор до тех пор, пока стоящему не будет видно полностью светящимся выходное отверстие прожектора. Это показывает, что прожектор направлен в намеченную точку, и его закрепляют наглухо в этом положении. Такой регулировке подвергаются последовательно все прожекторы.

Регулировку возможно выполнить также с помощью накладного визирного приспособления. Этот способ, разработанный во Всесоюзном научно-исследовательском светотехническом институте, позволяет регулировать установку одному человеку. Регулировка производится с помощью визира, изображенного на рис. 13,а, который приставляется к поверхности кожуха прожектора, в верхней или боковой его части, и регулирующий, смотря через отверстие и перекрестие визира, направляет прожектор в точку, намеченную на освещаемой территории, в которую должна быть направлена оптическая ось прожектора. На рис. 13,б показано, как используется визир для регулировки. Следует отметить, что этот способ регулировки является более экономичным, так как регулировка производится днем и не требует затраты электроэнергии (прожекторы не зажигаются).

Можно производить регулировку также с помощью приставного лимба — полукруга из металла или картона, разделенного на градусы. С помощью лимба устанавливается сначала угол поворота прожектора в горизонтальной плоскости, для чего на плане выбирается «база» (местный предмет). Луч установленного прожектора направляется на эту «базу», находящуюся на территории, а затем по лимбу делается поворот на необходимый угол. Угол поворота от «базы» легко определить по плану территории. Прожектор закрепляется в нужном положении и затем по лимбу устанавливается угол наклона.



а)



б)

Рис. 13. Накладное визирное приспособление для регулировки прожекторной осветительной установки.
а — общий вид; б — установка на прожекторе.

После регулировки всех прожекторов осветительной установки желательно проверить освещенность в контрольных точках освещаемой территории с помощью люксметра. В случае некоторых отклонений от расчетных значений и для достижения лучшей равномерности освещения рекомендуется ночью подрегулировать некоторые прожекторы и затем окончательно закрепить в установленном положении.

Для удобства эксплуатации рекомендуется на всех прожекторах нанести краской порядковые номера. Затем следует составить карту, в которую заносятся номера всех прожекторов с указанием номера мачты, на которой они расположены, углов наклона и разворота.

Монтаж электрической сети и электрооборудования

Для электрического питания прожекторных осветительных установок применяется обычно трехфазная система с нулевым проводом напряжением 380/220 в. Падение напряжения в сети до самых удаленных ламп не должно быть более 2,5%. В случае невозможности обеспечения этой величины необходимо при расчете установки делать поправку на уменьшение светового потока ламп.

В осветительных установках, выполненных прожекторами с нормальными осветительными лампами накаливания, работающими небольшое время в течение года, может применяться повышенное на 5—10% по сравнению с нормальным напряжение на лампах, т. е. лампам может даваться некоторый перекал. Перекал уменьшает срок службы ламп, но дает значительный выигрыш в величине излучаемого ими светового потока, что позволяет уменьшить количество установленных прожекторов. Это применяется при освещении стадионов. Однако экономичность применения этого приема в каждом случае должна определяться особо.

Подача напряжения к прожекторным мачтам может производиться от трансформаторных пунктов (ТП) общего пользования или от самостоятельных ТП. При расположении прожекторных мачт на значительном расстоянии друг от друга подводка к ним сетей низкого напряжения из одного пункта нежелательна из-за большого падения напряжения в линии. Более рациональным, особенно при большой установленной мощности прожекторов на мачте, будет питание прожекторов от ТП, расположенного непосредственно у мачты (рис. 14).

Весь монтаж должен выполняться в соответствии с действующими «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ). В случае питания прожекторов от ТП общего пользования напряжение обычно подается к мачте кабелем марок СРБ, АСРБ и т. п., проложенным

в земле. На каждой мачте должен быть предусмотрен шкаф для установки приборов защиты и управления. Для этой цели могут быть, например, применены щитки С253 или ящики ЯРВ, которые одновременно служат для осуществления перехода с кабельной линии на проводку в трубах, проложенных на мачте. Линия питания, проходящая вдоль мачты, прокладывается в трубах проводом АПРТО или ПРТО. В случае отсутствия проводов ука-

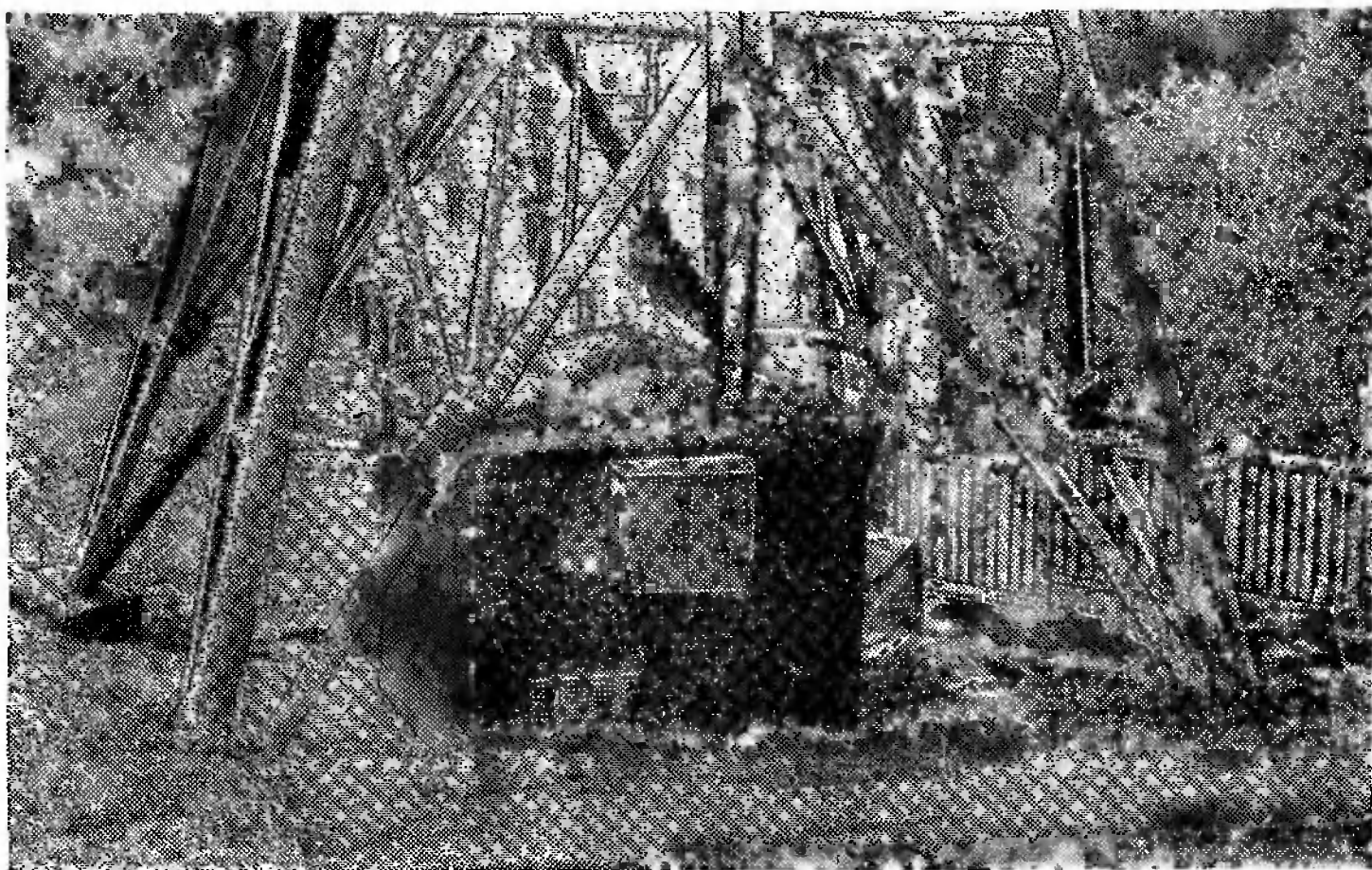


Рис. 14. Трансформаторный пункт (ТП), установленный в основании металлической мачты.

занной марки могут быть использованы провода и других марок, подходящие для этой цели. На площадках мачт должны быть предусмотрены металлические ящики с клеммниками, к которым подводится электрическое питание и производится его разводка к прожекторам. Для этой цели может быть использован провод ШРПС.

В случае питания от самостоятельного ТП сеть, проложенная вдоль мачт, подключается к щиту низшего напряжения ТП.

При подключении прожекторов необходимо обращать внимание на их равномерное распределение по фазам.

Управление осветительной установкой осуществляется либо рубильниками, которые устанавливаются на щите низшего напряжения ТП, либо с помощью контакто-

ров, устанавливаемых на магистральных линиях, в шкафах, расположенных внизу каждой мачты. В случае питания прожекторов от одного ТП целесообразно управление освещением производить из ТП.

Сеть управления обычно прокладывается кабелем КСБ, КСРБ и т. п. В отдельных случаях для сети управления может быть применена воздушная линия, однако воздушные сети не обладают достаточной надежностью. Схема управления освещением должна позволять отключение части установки в тех случаях, когда это необходимо.

Аварийное освещение должно, как правило, питаться отдельной от рабочего освещения линией. Только в случае безопасных работ допускается питание аварийного освещения от сети рабочего освещения, но через отдельные предохранители.

VI. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПРОЖЕКТОРНЫХ УСТАНОВОК

В процессе эксплуатации прожекторной осветительной установки происходит снижение освещенности освещаемых объектов, которое вызывается уменьшением светового потока ламп с течением времени, загрязнением и запылением прожекторов (отражателей, защитных стекол), нарушением установленного положения прожекторов, расфокусировкой ламп и т. п.

Световой поток ламп накаливания к концу срока службы (для нормальных осветительных ламп) уменьшается примерно на 20%. Несомненно, что это вызывает соответствующее уменьшение освещенности на рабочих поверхностях. Уменьшение светового потока ламп происходит вследствие того, что вольфрам нити накаливания при высокой температуре частично распыляется и оседает на колбе лампы, создавая темный налет, ухудшающий прохождение светового потока через колбу лампы. Вследствие этого необходимо точно учитывать количество часов горения ламп и своевременно заменять их по прошествии нормального срока службы, не дожидаясь перегорания.

На уменьшение освещенности оказывает также влияние несвоевременная замена перегоревших ламп новыми. Необходимо ведение систематического наблюдения за всеми прожекторами, входящими в осветительную установку, с целью своевременного выявления перегоревших

ламп и замены их новыми. Прожектор с перегоревшей лампой может быть легко обнаружен при наблюдении с поверхности земли — прожекторы с перегоревшими лампами резко выделяются в группе зажженных прожекторов.

Замена ламп в прожекторах должна производиться с большой тщательностью. При замене необходимо следить, чтобы устанавливаемая лампа была на данное напряжение и соответствующей мощности. Прожектор при замене ламп должен быть обесточен. После установки новой лампы обязательно следует произвести фокусировку прожектора. Фокусировка может быть произведена на месте, т. е. на мачте, без снятия прожектора вниз. В этом случае, однако, ее необходимо производить в темное время суток при условии отключения всех прожекторов на мачте, кроме фокусируемого. Прожектор устанавливается под большим углом к горизонту, и его луч направляется таким образом, чтобы образуемое им на поверхности земли световое пятно было возможно ближе к основанию мачты. После этого производится фокусировка таким образом, как это указывалось ранее. Более надежно фокусировку прожектора можно осуществить, сняв его с мачты и фокусируя в специально оборудованном для этой цели месте. Необходимо следить при этом за тем, чтобы после замены ламп и фокусировки прожектора было восстановлено его первоначальное положение на мачте (углы наклона и разворота). С этой целью у цапф и на основании прожекторов рекомендуется ставить метки для правильной их установки (в случае, если они окажутся смещенными).

Существенное влияние на уровень освещенности объектов оказывают загрязнение и запыление элементов прожектора — отражателя, защитного стекла, лампы. Пыль или грязь, осаждающаяся на элементах прожектора, поглощают световой поток, излучаемый источником света, и снижают к. п. д. прожектора. Если продолжительное время не производить чистки прожекторов, то снижение освещенности на рабочих поверхностях может быть очень значительным. Для исключения последствий загрязнения и запыления необходимо производить чистку прожекторов не реже 1—2 раз в месяц. Для этого составляется график чистки прожекторов данной осветительной установки. При составлении графика целесо-

образно использовать порядковые номера прожекторов, наносимые на их корпусах. Чистка прожекторов может производиться непосредственно на месте их установки, т. е. на мачте, а также, что значительно удобнее, в снятом положении на земле. При установке прожектора после чистки в прежнее положение могут быть использованы те же метки, нанесенные у цапф и на основании прожекторов.

Защитное стекло и стеклянный отражатель протираются мягкой тряпкой или моются водой с мылом. После мытья необходимо протереть их насухо чистыми мягкими тряпками. Все работы по чистке и ремонту прожекторов, а также их фокусировку целесообразно производить в специально предназначенном для этой цели помещении.

Так как прожекторы при работе находятся на открытом воздухе, они подвергаются воздействию атмосферы, вследствие чего их металлические детали в большей или меньшей степени покрываются ржавчиной, поэтому их следует ежегодно окрашивать масляной или эмалевой краской. Окраска может производиться на месте, т. е. на мачте, или снятые прожекторы окрашиваются на земле. Окрашивать необходимо также металлические мачты и шкафы. От атмосферных воздействий окисляются также электрические контакты, что может вызвать увеличение переходных сопротивлений, а следовательно, уменьшение напряжения на лампе и снижение светового потока прожектора. Во избежание этого рекомендуется периодически 3—4 раза в год производить проверку и зачистку контактных соединений.

Необходимо следить за состоянием электрической проводки, а также проводки и аппаратуры цепи управления прожекторами. Периодическая проверка осветительной установки должна производиться не реже 1 раза в 3 мес.

Наблюдение за работой прожекторной осветительной установки должен производить дежурный электрик. Расположение помещения, в котором он находится во время дежурства, должно быть таким, чтобы из него были видны работающие прожекторы. На видных местах должны быть повешены указатели его местонахождения. Для того чтобы более гибко управлять осветительной установкой, дежурный электрик должен иметь связь

с диспетчером, который в случае сужения фронта работ на отдельных местах освещаемой территории мог бы дать указание о частичном выключении прожекторов.

При наличии в осветительной прожекторной установке передвижных мачт необходимо следить за тем, чтобы при их перемещении на новое место соблюдались следующие мероприятия: при перемещении должно производиться отключение прожекторов от питающей сети, а мачта с прожекторами должна быть установлена горизонтально.

Включение и выключение осветительной установки должны производиться по специально разработанному осветительному графику.

VII. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОЖЕКТОРНЫХ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

При монтаже и при эксплуатации прожекторных осветительных установок нужно уделять особое внимание соблюдению правил техники безопасности. Следует устранить возможность возникновения несчастных случаев, связанных с поражением электрическим током или грозовыми разрядами, а также падение с большой высоты людей или предметов.

Основным мероприятием по защите от поражения электрическим током является защитное заземление. Все металлические части прожекторной осветительной установки, нормально не находящиеся под напряжением: корпуса прожекторов и щитков, трубы для прокладки проводов, площадки для установки прожекторов и мачты — должны быть надежно заземлены.

По существующим электротехническим правилам полагается заземлять наглухо нейтральный провод в четырехпроводных сетях 380/220 в и 220/127 в. Для надежности защитного заземления заземляющая цепь должна быть непрерывной и сопротивление ее не должно превышать установленных нормативов. С этой целью при сборке секций металлических мачт на болтах или заклепках необходимо по ребрам приваривать перемычки из полосовой стали сечением не менее 100 мм², такие же перемычки должны привариваться в местах стыков газовых труб, в которых прокладываются провода.

Для уменьшения возможности поражения током при повреждении изоляции на трансформаторной подстанции за счет повышенного шагового напряжения и напряжения прикосновения вокруг каждой подстанции устраивается контур защитного заземления, к которому присоединяются корпус трансформатора, его нулевая точка (нейтраль) и металлическая конструкция мачты. Все места соединения конструкций и заземления, а также перемычки на стыках должны иметь отличительную окраску.

Одним из элементов техники безопасности является устройство дистанционного управления осветительной установкой, позволяющее исключить непосредственную близость электрического оборудования и обслуживающего персонала.

Работы по монтажу и эксплуатации прожекторов должны производиться с отключением от электрической сети. Только в случаях, связанных с необходимостью работы с зажженными прожекторами (фокусировка прожекторов, наладка осветительной установки), допустимо подавать на прожекторы напряжение в присутствии на мачтах людей. Работа в этом случае должна выполняться изолированным инструментом или в защитных резиновых перчатках. Должны использоваться также резиновые коврики.

При приближении грозы все работы на мачтах прекращаются и люди должны немедленно спуститься вниз. Защитой осветительной установки от грозового разряда служит заземление ее металлических конструкций. Однако иногда устраиваются специальные устройства грозовой защиты в виде молниеотводов.

Прожекторные площадки должны иметь ограждение в виде перил высотой не менее 700 мм с промежуточными перемычками. Люки площадок при работе должны обязательно закрываться. Инструмент при работе на высоте не следует класть на площадку. Для этого нужно применять специальные ящики с крышками или сумки с застегивающимися клапанами.

При работах на мачтах и прожекторных площадках, расположенных на большой высоте и не имеющих специальных ограждений, необходимо принимать соответствующие меры предосторожности для защиты от падения с высоты. Люди должны работать в предохранитель-

ных поясах шириной не менее 100 мм, снабженных крепительной стропой в виде металлической цепи с карабинами. Длина крепительной стропы должна обеспечивать возможность удаления от места крепления на расстояние вытянутой руки. Механическая прочность поясов испытывается подвешиванием к ним груза 200 кг при застегнутых карабинах.

Все поступающие на работу обязаны пройти вводный инструктаж у лица, ответственного за технику безопасности. Затем идет обучение на рабочем месте под наблюдением опытного работника. После обучения работника его знания проверяет специальная квалификационная комиссия, устанавливающая группу по технике безопасности. Объем знаний, необходимый для получения той или иной квалификационной группы, определен в правилах безопасности.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 а

Нормы освещенности на рабочих поверхностях открытых пространств

„Строительные нормы и правила“ (СНиП), гл. II-B-9, 1961 (проект)

Разряд	Характеристика выполняемых работ	Наименьшая освещенность, лк
I. Н	Работы повышенной точности, требующие различения отдельных деталей при отношении наименьшего размера объекта различения к расстоянию до глаза менее 0,005	50
II. Н	Работы точные, требующие различения отдельных деталей при отношении наименьшего размера рассматриваемой детали к расстоянию до глаза в пределах 0,005—0,02	25
III. Н	Работы малой точности и грубые при отношении наименьшего размера рассматриваемой детали к расстоянию до глаза в пределах 0,02—0,05	10
IV. Н	Работы с механизмами, не требующие различения отдельных мелких деталей производственного процесса	5
V. Н	Работы, требующие различения лишь крупных предметов, находящихся в непосредственной близости к работающему, или связанные с обзором рабочих поверхностей без выделения на них каких-либо деталей	2

Примечание. В условиях повышенной опасности травматизма норму освещенности для работы IV и V разрядов принимать соответственно по III и IV разрядам работ.

Нормы освещенности территорий промышленных предприятий и железнодорожных станционных путей

Строительные нормы и правила (СНиП),
гл. II-B-9 1961 (проект)

Разряд	Участки территорий	Наименьшая освещенность, лк	Поверхности, к которым относятся нормы освещенности
I. Т	Главные проходы и проезды	3	На поверхности земли
	а) с интенсивным движением людских и грузовых потоков		
	б) со средним движением людских и грузовых потоков	1	То же
II. Т	Прочие проходы и проезды	0,5	" "
III. Т	Лестницы, трапы, площадки и мостики для переходов	3	На мостиках, площадках и ступенях
IV. Т	По линии границ заводских и складских территорий (охранное освещение)	0,5	На поверхности земли
V. Т	Приемно-отправочные пути:		
	а) на крупных железнодорожных станциях	5	То же
	б) на участковых железнодорожных станциях и станциях промышленных предприятий	3	" "
	в) на промежуточных железнодорожных станциях	1	" "
VI. Т	Пассажирские платформы открытые:		
	а) на крупных железнодорожных станциях	3	На поверхности платформы
	б) в пределах остальных станций и станций промышленных предприятий	2	То же
VII. Т	Разгрузочно-погрузочные рампы	5	На уровне основания рампы
VIII. Т	Сортировочные горки:		
	а) вершина горки на длине 50—80 м	10	На вертикальной плоскости, проходящей через пути на уровне 1,5 м от земли с одной стороны
	б) спускная часть	10	На вертикальной плоскости, перпендикулярной оси пути
	в) тормозные позиции (замедлитель) и подгорочные горловины сортировочных парков	10	На поверхности земли

Примечание. Для охранного освещения допускается относить норму освещенности к вертикальной односторонней плоскости к уровню земли.

Нормы освещенности открытых спортивных сооружений

„Строительные нормы и правила“ (СНиП), тл. II-B-9, 1961 (проект)

Разряд	Наименование сооружения	Наименьшая освещенность, лк
I. С	Спортивные площадки без трибун и с трибунами вместимостью до 1 500 зрителей:	
	а) конькобежная дорожка	30
	б) футбольное поле, поле для хоккея с мячом, площадки для волейбола, баскетбола, бадмингтона, городков и фигурного катания	50
	в) площадки для хоккея с шайбой и теннисные корты	100
	г) бассейны	100
II. С	Стадион для ручных игр и хоккея с шайбой (игровой стадион) с трибунами вместимостью от 1 500 до 5 000 зрителей	150
III. С	Спортивное ядро стадиона с трибунами вместимостью от 1 500 до 10 000 зрителей	100
IV. С	Спортивная арена стадиона с трибунами вместимостью от 10 000 до 50 000 зрителей	200

Примечания: 1. Для открытых спортивных сооружений союзного и республиканского значения нормы освещенности могут быть повышены по согласованию с Центральным советом спортивных обществ и организаций СССР.

2. На вышках для прыжков в бассейнах должна быть обеспечена освещенность не менее 50 лк с двух противоположных сторон вертикальной плоскости, проходящей через продольную ось бассейна, по всей высоте зоны прыжков.

3. При освещении открытых спортивных площадок и стадионов высота установки осветительных приборов должна быть такой, чтобы перпендикуляр, опущенный от источника света на продольную ось спортивной площадки, составлял с горизонтом угол не менее 27°.

Рекомендуемые величины средней освещенности фасадов зданий

(разработаны Всесоюзным научно-исследовательским светотехническим институтом—ВНИСИ)

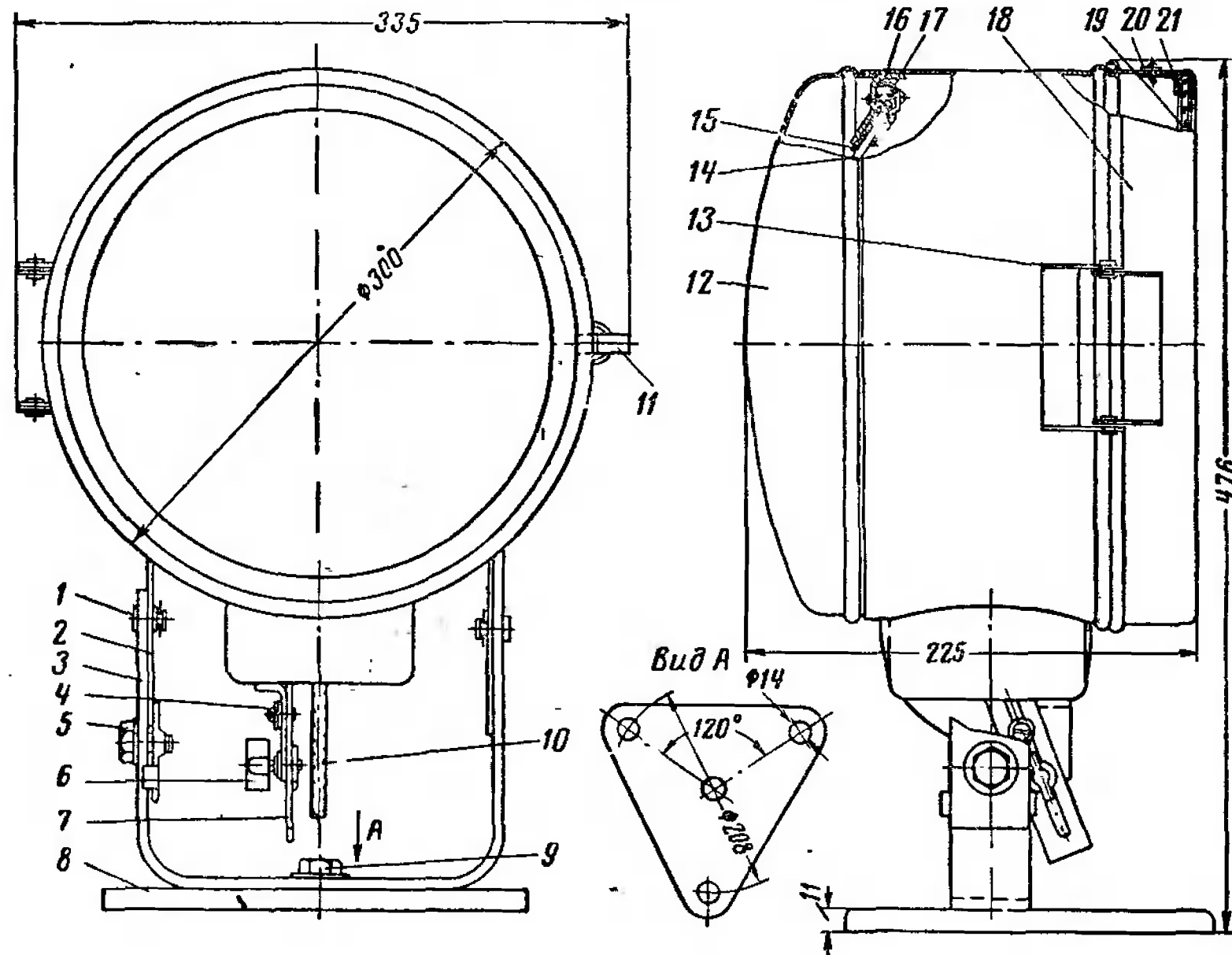
Характеристика освещаемых поверхностей		Средняя освещенность, лк, при яркости фона		
Наименование отделочных материалов фасада и окраски	Коэффициент отражения, %	низкой (менее 1 нит)	средней (1—5 нит)	высокой (более 5 нит)
Светлосерая штукатурка, белый кирпич, светлый бетон	45—60	30	50	75
Серая окраска, цветные плитки, песчаник желтый, плитка бутовая, известняк	30—45	50	75	100
Темно-серая окраска, кирпич, потемневшее дерево, гранит темный	15—30	75	100	150
Темная окраска, черная крошка, шифер, лабрадор	Меньше 15	100	150	200

Примечание. Освещение фасадов с темной поверхностью, имеющей коэффициент отражения меньше 15%, заливающим светом является неэкономичным.

Наименьшая высота установки прожекторов при освещении территории

Тип прожектора	Мощность лампы, вт	Напряжение, в	Наименьшая высота установки, м
ПЗС-25	200	110—127	10
		220	8
ПЗС-35	500	110—127	15
		220	12
ПЗС-45	1 000	110—127	30
		220	22
ПФС-45-3 с рассеивателем	1 000	220	24
ПФС-45-1 без рассеивателя	1 000	220	50

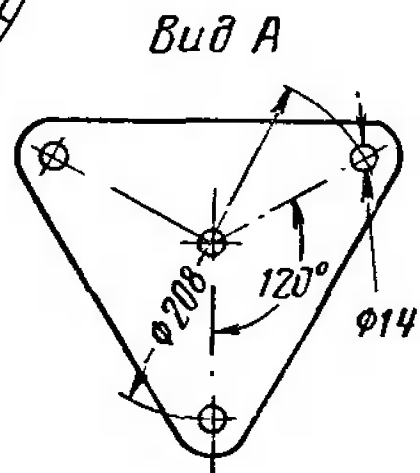
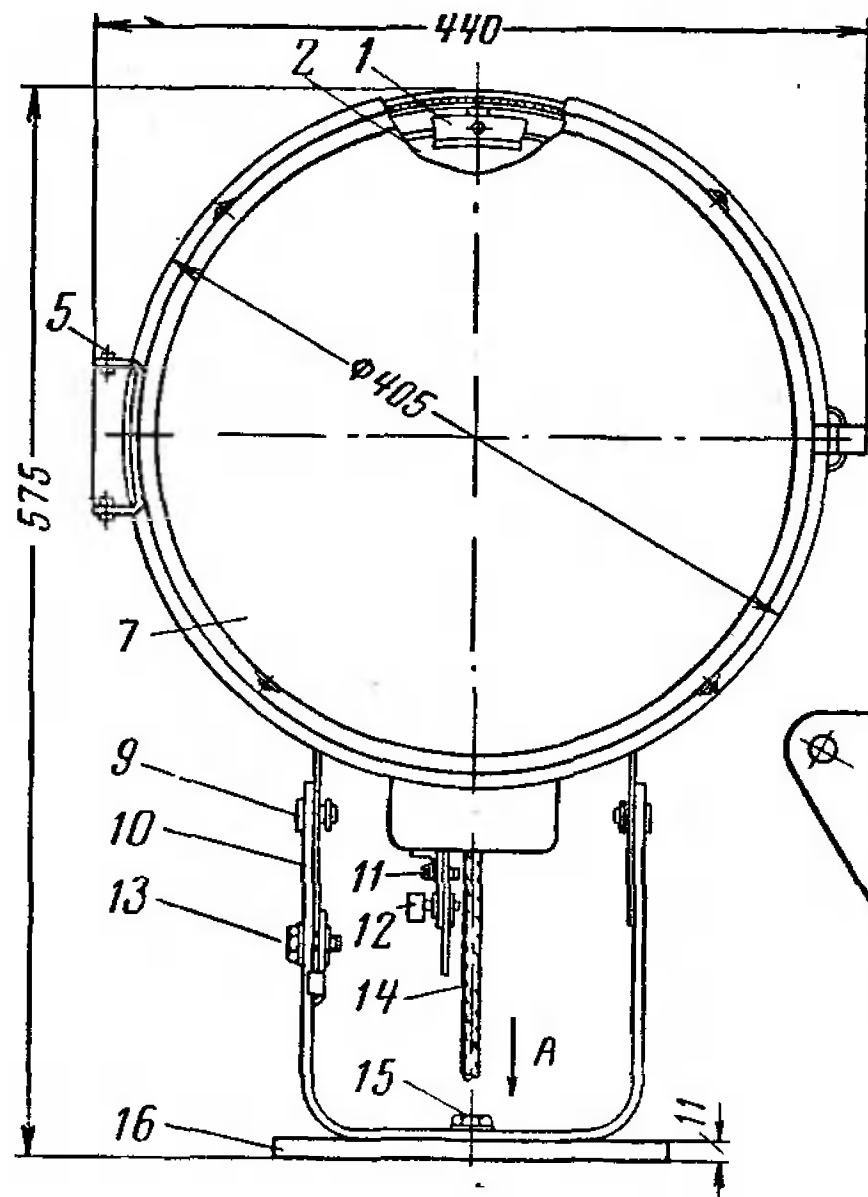
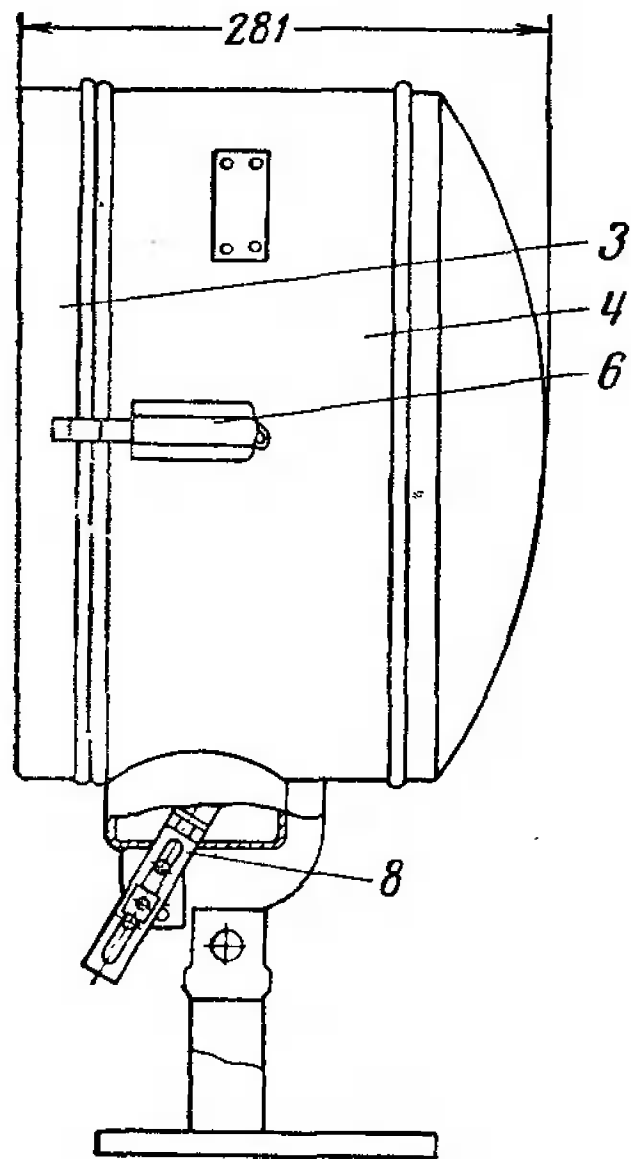
Чертежи прожекторов заливающего света типа ПЗС и фасадного освещения типа ПФС



Приложение 3, чертеж 1.

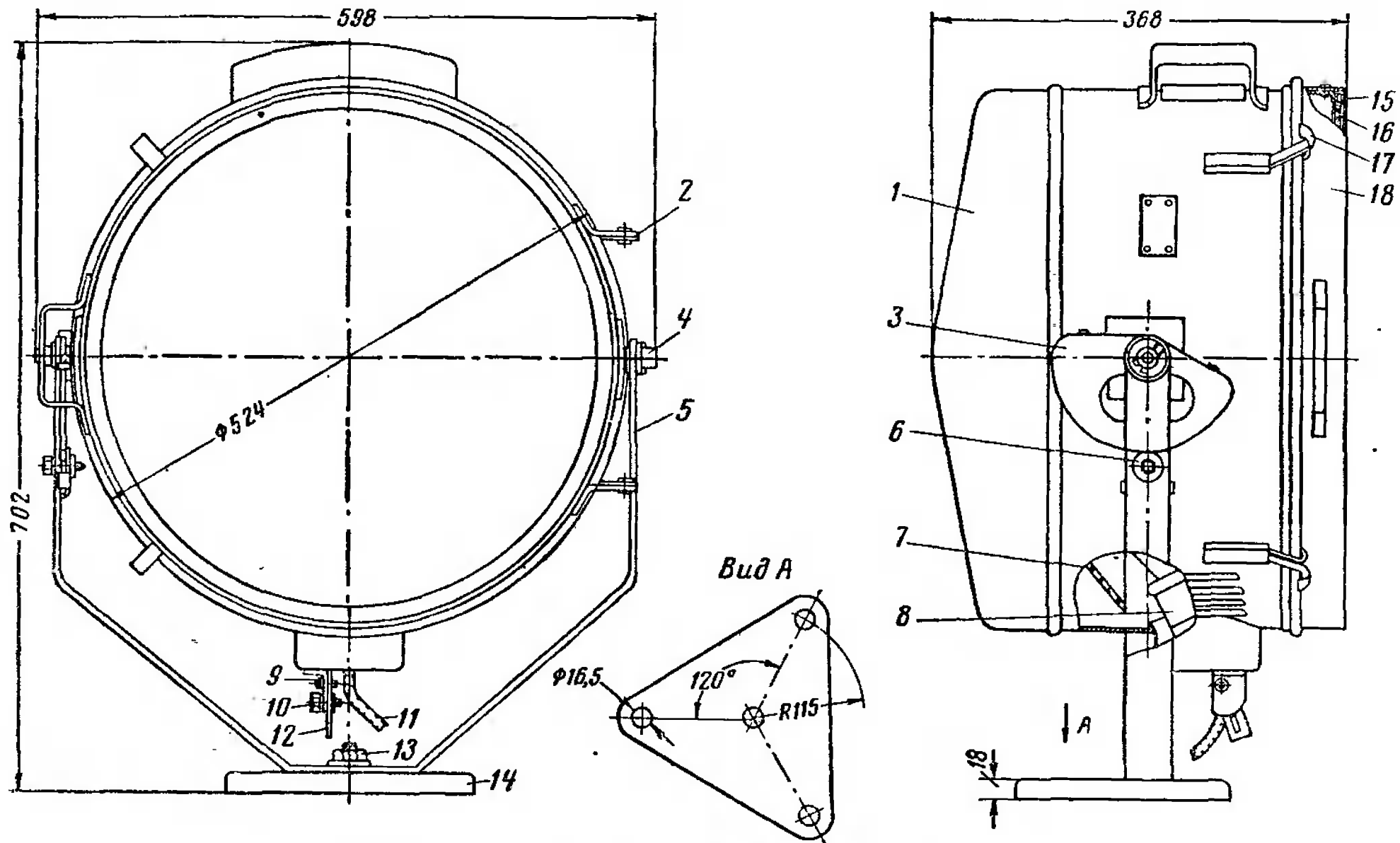
Прожектор ПЗС-25.

1—цапфа; 2—опора; 3—лира; 4—направляющий винт; 5—стопор вертикального вращения; 6—фиксатор фокусировки; 7—кронштейн; 8—основание; 9—стопор горизонтального вращения; 10—шнур; 11—защелка; 12—корпус; 13—петля шарнирная; 14—отражатель; 15—прокладка асбестовая; 16—неподвижная лапка; 17—подвижная лапка; 18—передняя рама; 19—защитное стекло; 20—лапка; 21—прокладка резиновая.



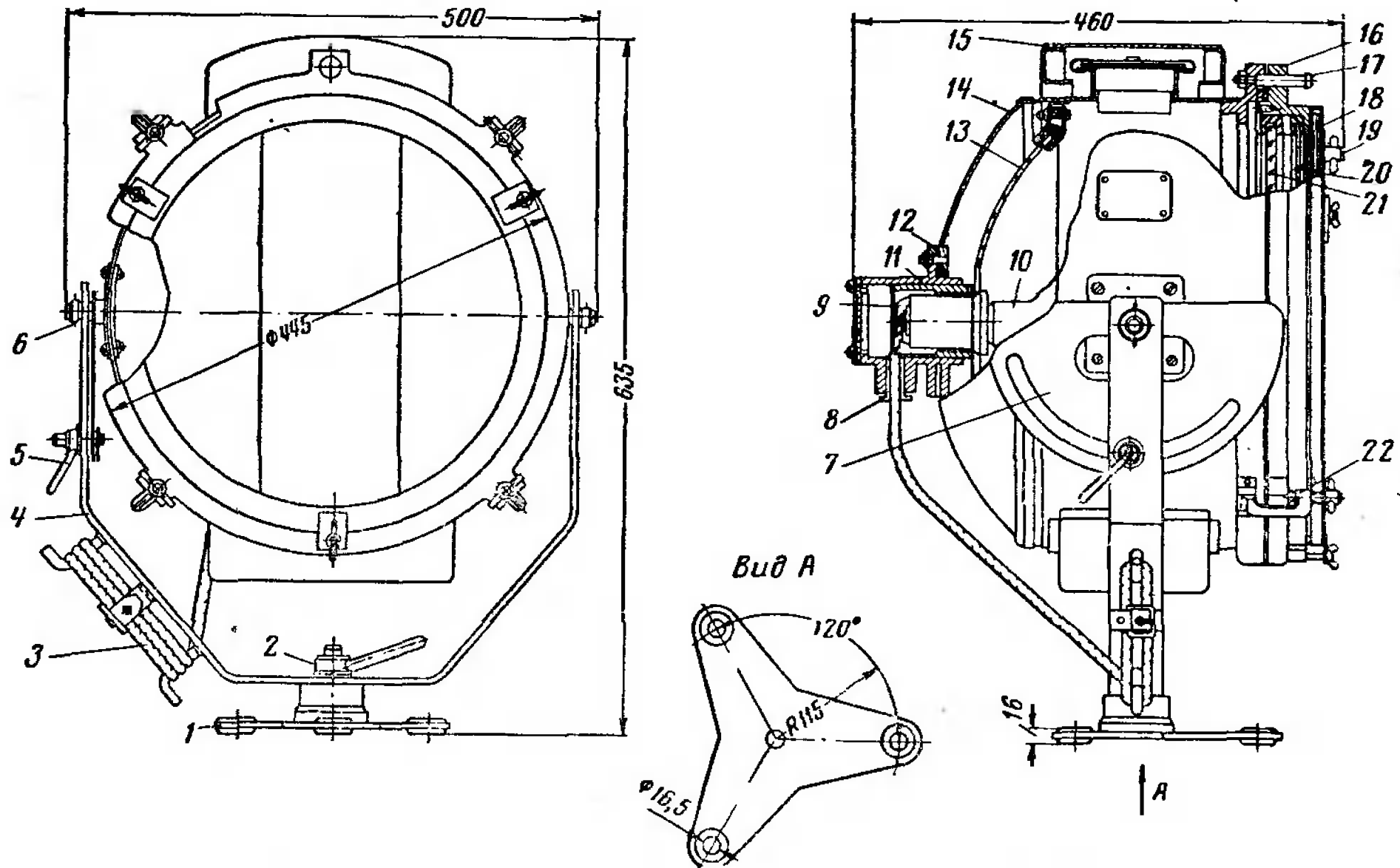
Приложение 3, чертеж 2.
Прожектор ПЗС-35.

1—лапка крепления отражателя; 2—отражатель; 3—передняя рама; 4—корпус; 5—петля шарнирная; 6—защелка; 7—защитное стекло; 8—кронштейн; 9—гайка; 10—юбка; 11—направляющий винт; 12—фиксатор фокусировки; 13—стопор вертикального вращения; 14—шнур; 15—стопор горизонтального вращения; 16—основание.



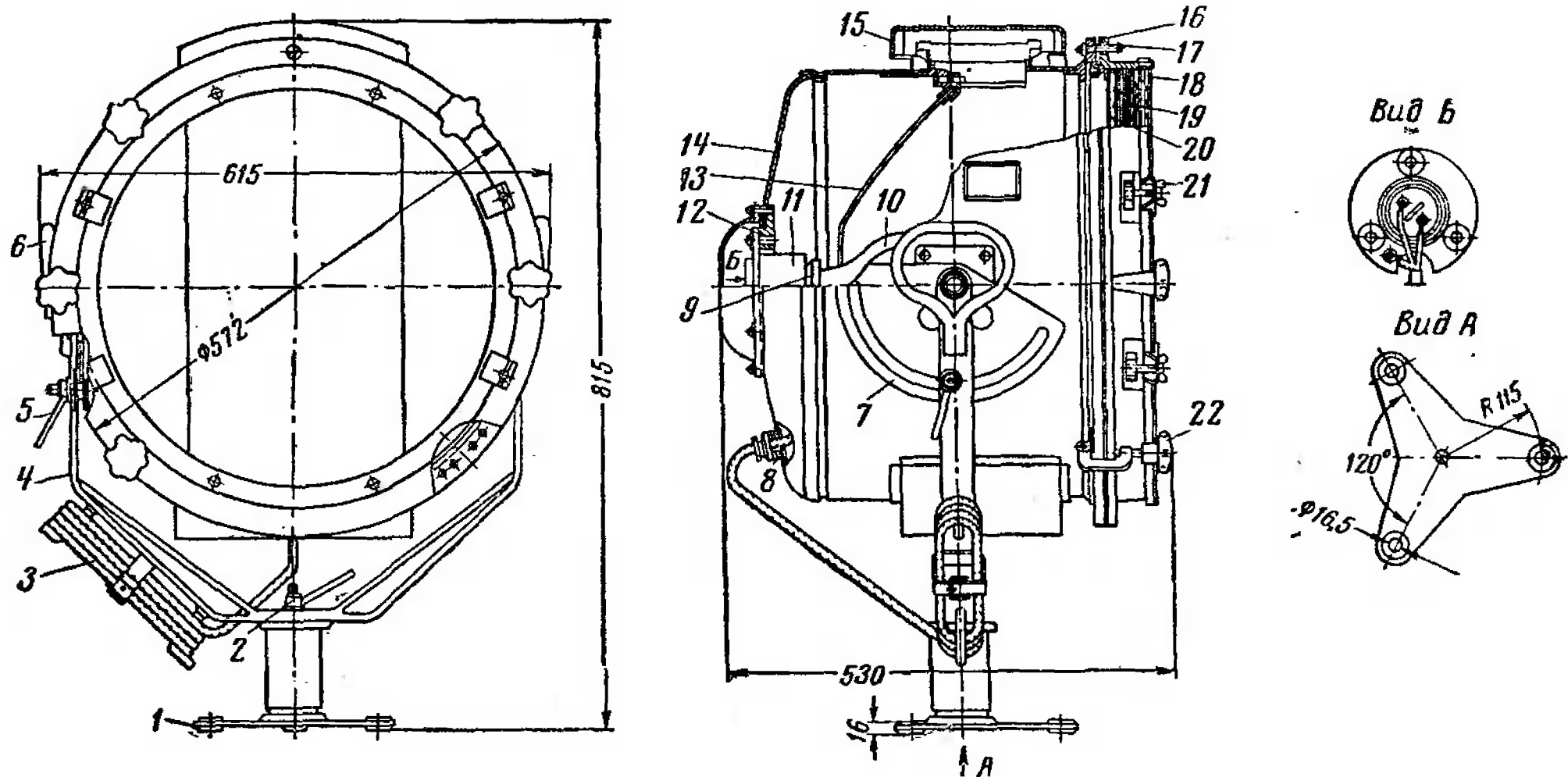
Приложение 3, чертёж 3. Проектор ПЗС-45.

1 — корпус; 2 — петля шарнирная; 3 — сектор; 4 — цапфа; 5 — лира; 6 — стопор вертикального вращения; 7 — отражатель; 8 — патрон; 9 — направляющий винт; 10 — фиксатор фокусировки; 11 — шнур; 12 — кронштейн; 13 — стопор горизонтального вращения; 14 — основание; 15 — прокладка резиновая; 16 — защитное стекло; 17 — защелка; 18 — передняя рама.



Приложение 3, чертёж 4. Проектор фасадный ПФС-35.

1—основание; 2—стопор горизонтального вращения; 3—шнур; 4—лира; 5—стопор вертикального вращения; 6—цапфа; 7—сектор; 8—сальник; 9—патрон; 10—лампа; 11—стакан; 12—фланец; 13—отражатель; 14—корпус; 15—вентиляционный колпак; 16—передняя рама; 17—винт; 18—светофильтр; 19—винт крепления светофильтра к раме; 20—защитное стекло; 21—рассеиватель; 22—струбцина.

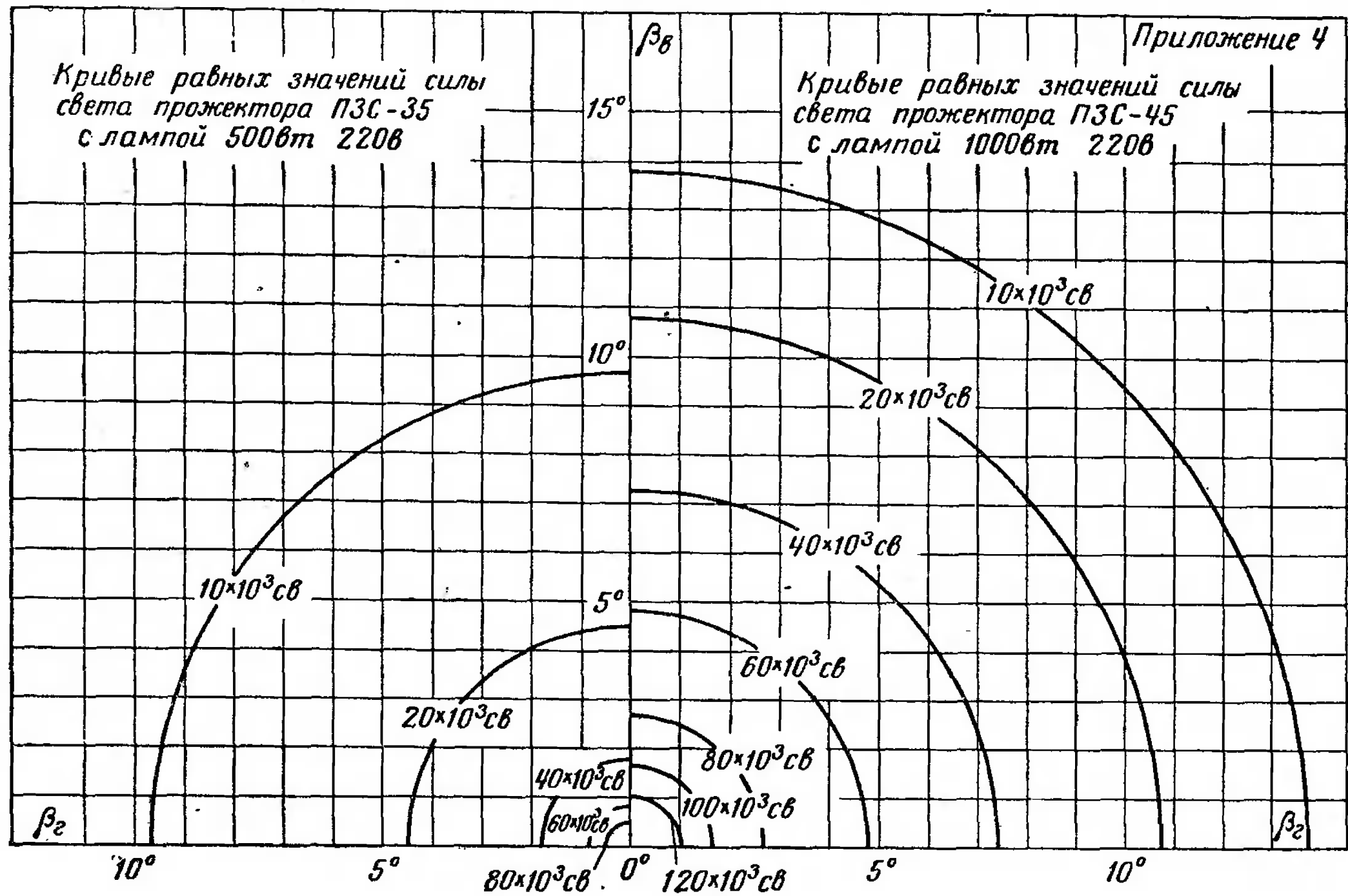


Приложение 3, чертеж 5. Проектор фасадный ПФС-45.

1—основание; 2—стопор горизонтального вращения; 3—шнур; 4—лифа; 5—стопор вертикального вращения; 6—ручка; 7—сектор; 8—сальник; 9—патрон; 10—лампа накаливания; 11—стакан; 12—фланец; 13—отражатель; 14—корпус; 15—вентиляционный колпак; 16—передняя рама; 17—винт; 18—светофильтр; 19—защитное стекло; 20—рассеиватель; 21—винт крепления светофильтра к раме; 22—струбцина.

Приложение 4

Кривые равных значений силы света прожекторов ПЗС-35 и ПЗС-45



Графоаналитический метод расчета прожекторного освещения инж. Дадиомова М. С.

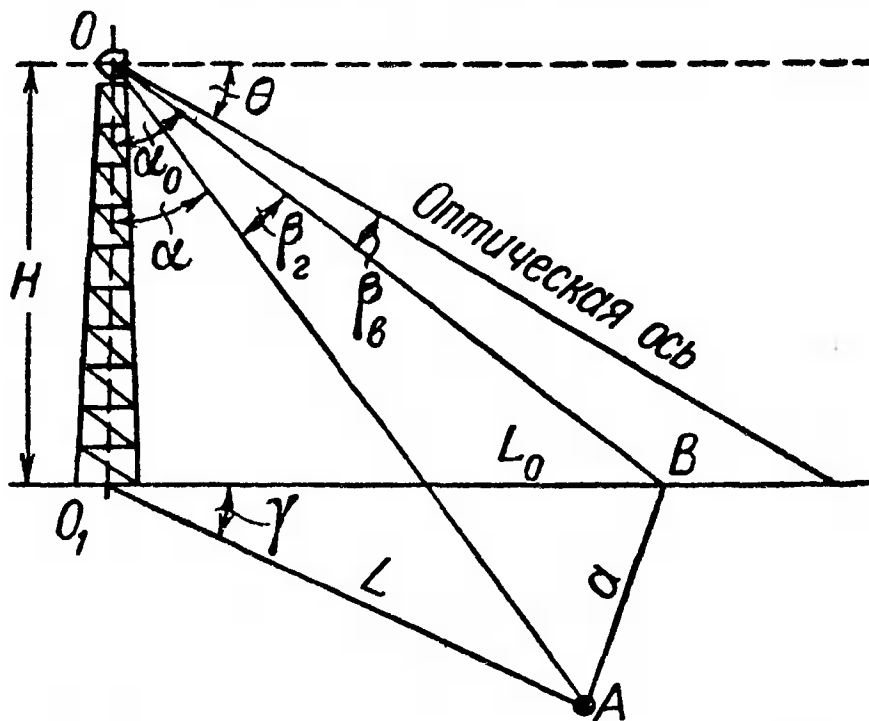
Этот метод основан на применении заранее изготовленных графиков-номограмм, с помощью которых определяются необходимые для расчета величины. Примерный порядок расчета при этом следующий:

1. Определяется положение расчетной точки (черт. 1) относительно мачты и направления оптической оси прожектора, характеризуемое значениями углов α и β_r . Угол α находится из уравнения $\text{tg } \alpha = \frac{L}{H}$, а угол β_r по графику, представленному на черт. 2.

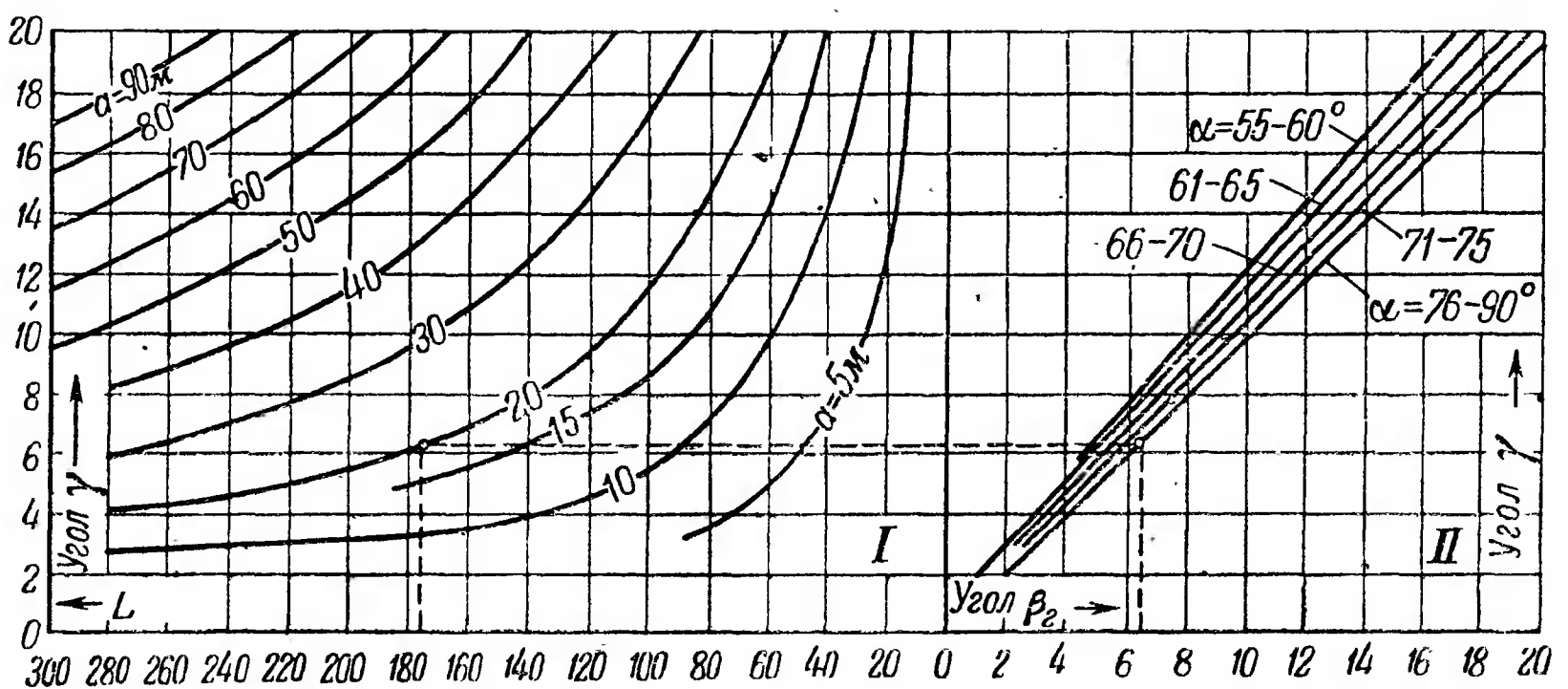
Далее определяется угол β_v по формуле: $\beta_v = \pm (90 - \alpha_0 - \theta)$, причем угол α_0 находится из уравнения: $\text{tg } \alpha_0 = \frac{L_0}{H}$,

2. Определяется сила света прожектора по направлению к расчетной точке по полученным значениям углов β_r и β_v . Эта сила света может быть определена, например, по кривым равных значений силы света, приведенным в приложении 4.

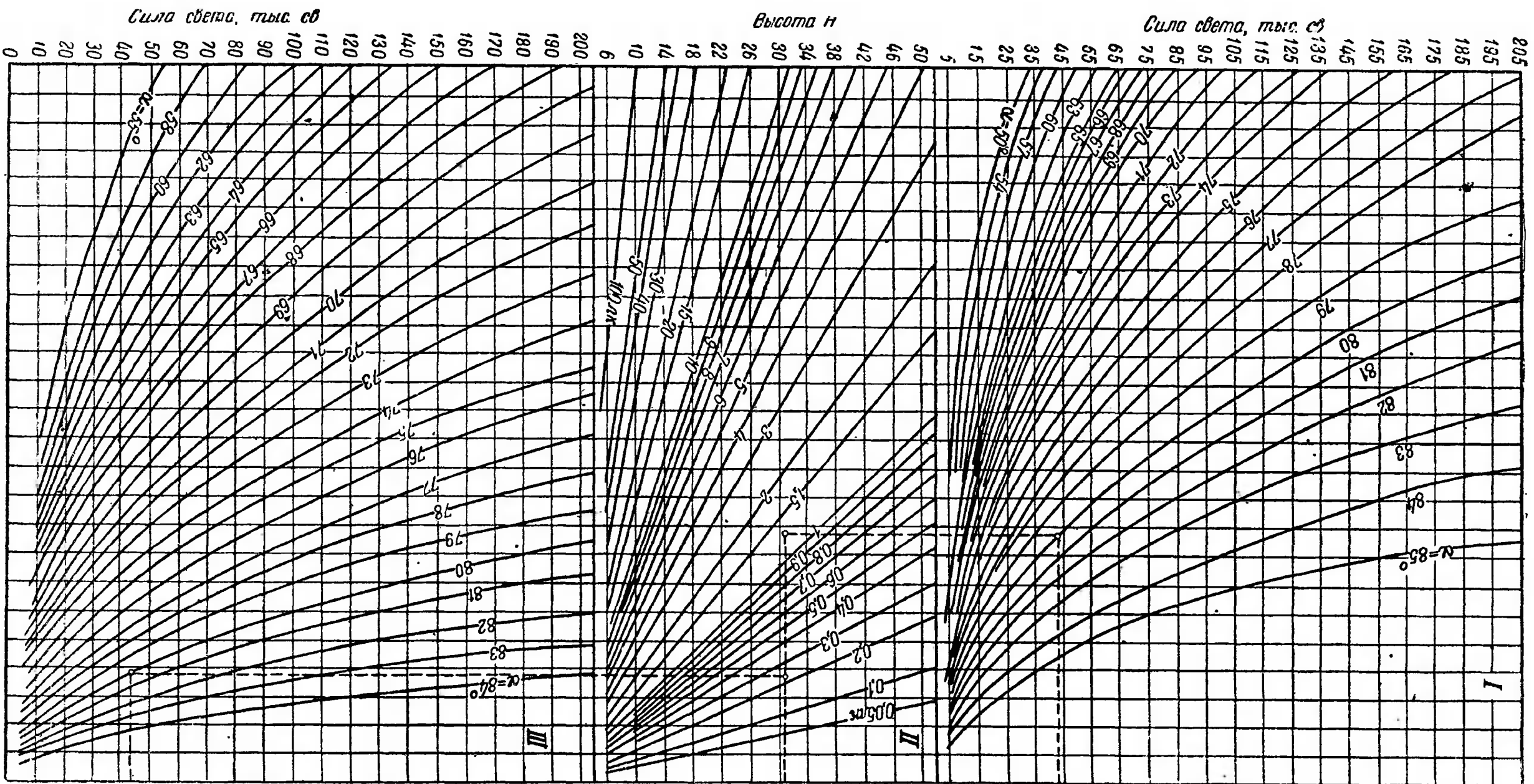
3. Определяется горизонтальная и вертикальная освещенности в расчетной точке по графику, приведенному на чертеже 3.



Приложение 5, чертёж 1. Схема размещения прожектора на мачте.



Приложение 5, чертёж 2. График для определения угла β_r .



Приложение 5, чертёж 3. График для определения горизонтальной и вертикальной освещённости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Д а д и о м о в М. С., Расчет освещенности при прожекторном освещении, «Светотехника», 1957, № 3.
 2. Д а д и о м о в М. С., Выбор расположения прожекторов при освещении больших открытых пространств, «Светотехника», 1957, № 4.
 3. Е ф р е м о в и ч Б. А., Ж у р а в с к и й В. А., З о т о в М. Н., Воздушные силовые и осветительные линии железнодорожных станций, Гострансжелдориздат, 1959.
 4. К а р я к и н Н. А., Прожекторы, Госэнергоиздат, 1944.
 5. К н о р р и н г Г. М., Справочник для проектирования электрического освещения, Госэнергоиздат, 1960.
 6. К у з н е ц о в А. И., Техника безопасности в электрических установках, Госэнергоиздат, 1952.
 7. Нормы проектирования спортивных сооружений СН-16-58, Госэнергоиздат, 1958.
 8. Правила устройства электроустановок, раздел 6, Освещение, Госэнергоиздат, 1959.
 9. Прожекторы, Каталог ЦИНТИ электропромышленности и приборостроения, № 7272, 1960.
 10. Сборник справочных материалов по освещению строительных площадок, Оргэнергострой, 1957.
 11. Справочная книга по светотехнике, т. II, изд. АН СССР, 1958.
 12. Справочник по электрооборудованию промышленных предприятий, раздел 5, ГПИ Тяжпромэлектропроект, 1955.
 13. Строительные нормы и правила, Госстройиздат, 1954.
 14. Указания по проектированию наружного освещения промышленных предприятий, т. II, ГПИ «Тяжпромэлектропроект», 1957.
 15. Установка прожекторов и зеркальных ламп на мачтах, ГПИ «Тяжпромэлектропроект», 1956.
 16. Е п а н е ш н и к о в М. М. и С о к о л о в М. В., Электрическое освещение, Госэнергоиздат, 1950.
 17. Д а д и о м о в М. С., Прожекторное освещение, Госэнергоиздат, 1960.
-

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
I. Проекторы, их типы и назначение	4
II. Светооптические системы прожекторов и формирование светового пучка прожектора	11
III. Источники света, применяемые в прожекторах	16
IV. Проекторные осветительные установки	19
V. Монтаж проекторных осветительных установок и их регулировка	33
VI. Эксплуатация проекторных установок	44
VII. Техника безопасности при монтаже и эксплуатации проекторных осветительных установок	47
Приложения	50
Литература	62

БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

Вышли из печати

- Жуков Е. П., Монтаж проводов вторичной коммутации (*выпуск 51*)
- Иевлев В. И. и Рябцев Ю. И., Монтаж трансформаторов напряжением 500 кв (*выпуск 52*)
- Гуреев И. А., Комплектные шинопроводы цеховых электрических сетей (*выпуск 53*)
- Севастьянов М. И., Прокладка кабелей напряжением до 35 кв в промышленных и гражданских зданиях (*выпуск 54*)
- Шувалов К. И., Простейшие схемы автоматического управления электроприводами (*выпуск 55*)
- Ключев С. А., Осветительные сети производственных помещений (*выпуск 56*)
- Ашкенази Г. И. и Холмянский Р. М., Электрооборудование театрально-зрелищных зданий (*выпуск 57*)
- Иевлев В. И. и Скляр П. В., Из опыта монтажа силовых трансформаторов напряжением 110—220 кв (*выпуск 58*)
- Фридкин И. А., Прокладка кабельных линий в земле (*выпуск 59*)
- Гомберг А. Е., Измеритель заземления (*выпуск 60*)

Готовятся к печати

- Злобин Б. В., Испытания силовых трансформаторов при монтаже
- Каetanович М. М., Как работают провода, изоляторы и арматура линии электропередачи
- Минин Г. П., Измерение мощности
- Мусаэлян Э. С., Проверка и испытание синхронных генераторов в процессе монтажа
- Рубо Л. Г., Изоляционные лаки и их применение
- Андреевский В. Н., Эксплуатация и ремонт деревянных опор линий электропередачи 35—220 кв
- Гринберг Г. С. и Дейч Р. С., Применение электромонтажных изделий
- Гумин М. И., Схемы управления коммутационными электроаппаратами и их наладка
- Голубев М. Л., Аппаратура для наладки релейной защиты и автоматики
- Дормакович П. А., Михалков А. В., Петров А. В., Монтаж и эксплуатация газосветных трубок
-
-

ИСПРАВЛЕНИЯ

На стр. 17 в табл. 4 напряжение лампы ПЖ-77 не 220, а 210 в.

Зак. 599

Цена 11 коп.