

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Воронежский государственный технический университет»
Строительно-политехнический колледж

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

по дисциплине

Охрана труда

для студентов очной формы обучения
по специальности

*23.02.04 Техническая эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных
машин и оборудования (по отраслям)*

Методические указания обсуждены на заседании методического совета СПК «19» 03 2021 года.
Протокол № 7,

Председатель методического совета СПК
Сергеева С.И. _____

(подпись)

Методические указания одобрены на заседании педагогического совета СПК
«26» 03 2021 года. Протокол № 7.

Председатель педагогического совета СПК
Облиенко А.В. _____

(подпись)

Воронеж
2021

УДК 331.45(07)
ББК 65.246я723

Составитель: Малышев И.Ю., преподаватель

Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Охрана труда»: методические указания / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Малышев И.Ю., ин. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. 31 с.

*Методические указания по выполнению практических работ для студентов составлены в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины **Охрана труда**, разработанной по специальности 23.02.04 Техническая эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования (по отраслям).*

УДК 331.45(07)
ББК 65.246я723

Рецензент - Жулай Владимир Алексеевич, доктор технических наук, профессор

Издается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета

БЕЗОПАСНОСТЬ ОСНОВНЫХ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Основными видами земляных работ в жилищном и гражданском строительстве являются разработка котлованов, траншей, планировка участков и т. д.

Анализ травматизма в строительстве показывает, что на земляные работы приходится около 5,5% всех несчастных случаев, причем из всего количества несчастных случаев с тяжелым исходом по всем видам работ 10% связано с выполнением земляных работ.

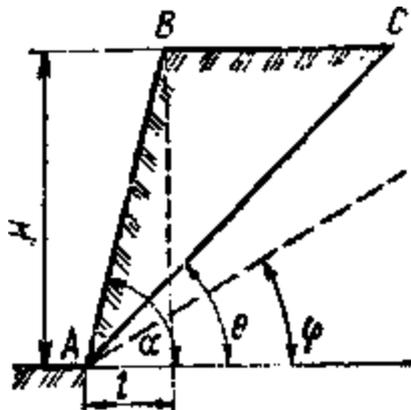


Рис. 1. Схема откоса

Основная причина травматизма при земляных работах — обрушение грунта. Причинами обрушения грунта являются в основном разработка грунта без креплений с превышением критической высоты вертикальных стенок траншей, и котлованов, неправильная конструкция креплений стенок траншей и котлованов и др.

Разрабатываемые грунты делятся на три большие группы: связные (глинистые и подобные им); несвязные (песчаные, насыпные) и лёссовые.

К земляным работам можно приступать только при наличии проекта производства работ или технологические карты на разработку грунтов.

По правилам техники безопасности рытье котлованов и траншей малой глубины в грунтах естественной влажности и при отсутствии грунтовых вод может производиться без креплений. Предотвратить обрушение и обеспечить устойчивость грунтовых масс можно двумя способами: образованием безопасных откосов грунта или постановкой креплений. В большинстве случаев обрушение грунтов происходит из-за нарушения крутизны откосов разрабатываемых котлованов и траншей.

Основными элементами открытой разработки карьера, котлована или траншеи без крепления является ширина l и высота H уступа, форма уступа, угол откоса α , крутизна. Обрушение уступа происходит чаще всего по линии AC , расположенной под углом θ к горизонту. Объем ABC называют призмой обрушения. Призма обрушения удерживается в равновесии силами трения, приложенными в плоскости сдвига.

Для связных грунтов пользуются понятием «угол внутреннего трения» ϕ . Эти грунты кроме сил трения обладают и силой сцепления между частицами. Силы сцепления достаточно велики, поэтому связный грунт довольно устойчив. Однако при разработке

(резании) грунты разрыхляются, структура их нарушается и они теряют связность. Также изменяются силы трения и сцепления, уменьшаясь с увеличением влажности.

Поэтому устойчивость незакрепленных откосов также непостоянна и сохраняется временно до изменения физико-химических свойств грунта, связанного в основном с атмосферными осадками в летнее время и последующим увеличением влажности грунта. Так, угол естественного откоса φ для песка сухого $25...30^\circ$, песка влажного 20° , глины сухой 45° и глины влажной 15° . Установление безопасной высоты уступа и угла откоса является важной задачей. От правильного выбора угла откоса зависит безопасность разработки котлована.

Исходя из теории устойчивости горных пород, критическая высота вертикальной стенки при $\alpha=90^\circ$ определяется по формуле В. В. Соколовского:

$$H_{кр} = 2C \cos \varphi / [\rho (1 - \sin \varphi)]$$

где $H_{кр}$ — критическая высота вертикальной стенки, м; C — сила сцепления грунта, т/м^2 ; ρ — плотность грунта, т/м^3 ; φ — угол внутреннего трения (C , ρ , φ определяют по таблицам).

При определении предельной глубины котлована или траншеи с вертикальной стенкой вводят коэффициент запаса, принимаемый равным 1,25:

$$H_{пр} = H_{кр} / 1,25$$

Откос котлована или траншеи, устраиваемый в сыпучих грунтах, будет устойчивым, если угол, образованный его поверхностью с горизонтом, не превышает угла внутреннего трения грунта.

В карьерах, разрабатываемых на большую глубину (20...30 м и более), наибольшую опасность представляют оползни, способные засыпать нижний участок работ вместе с машинами, оборудованием и обслуживающим персоналом. Наибольшее количество оползней бывает весной и осенью в периоды активного действия паводковых вод, дождей и оттаивания.

Наибольшая допустимая глубина котлованов и траншей с вертикальными стенками без креплений $H_{пр}$, а также допустимая крутизна откосов (отношение высоты откоса к его заложению — $H:l$) для различных грунтов приведены в таблице. В том случае, когда по высоте откоса имеется напластование различных грунтов, крутизну откоса определяют по наиболее слабому грунту.

При разработке котлованов и траншей в качестве профилактических мер борьбы с обвалами и обрушениями выполняются с расчетным обоснованием следующие работы: устройство подпорных стенок; преднамеренное обрушение нависающих козырьков; уменьшение угла откоса путем зачистки драглайнами или разделение откоса на уступы с устройством промежуточных берм.

Крепление вертикальных стенок траншей и котлованов производится как инвентарными, так и неинвентарными устройствами.

Таблица 1. Допустимые параметры откосов, выполняемых без креплений

Грунты	Н _{пр} , м	Глубина выемки, м					
		до 1,5		до 3		до 5	
		α, град	Н:1	α, град	Н:1	α, град	Н:1
Насыпные неуплотненные	1	56	1:0,25	45	1:1	39	1:1,25
Песчаные и гравийные							
Супесь	1,25	76	1:0,25	56	1:0,67	50	1:0,85
Суглинок	1,5	90	1:0	63	1:0,5	53	1:0,75
Глина	1,5	90	1:0	76	1:0,25	63	1:0,5

Виды креплений могут быть различными. Их конструкции зависят от типа грунта, глубины выемки и расчетных нагрузок. В связных грунтах естественной влажности ставят щитовые крепления (с просветом в одну доску, а во влажных сыпучих грунтах — сплошное. Распорки таких креплений делают раздвижными.

Крепления рассчитывают на активное давление грунта. Активное давление в песчаных грунтах, где силы сцепления между частицами незначительны, Па,

$$p_{\text{акт}} = H \rho \operatorname{tg}^2 (45^\circ - \varphi/2)$$

где Н — глубина траншеи, м; ρ — плотность грунта, т/м³; φ — угол естественного откоса (угол внутреннего трения для связных грунтов), град.

Для связных грунтов активное давление грунта

$$p_{\text{акт}} = H \rho \operatorname{tg}^2 (45^\circ - \varphi/2) - 2C \operatorname{tg} (45^\circ - \varphi/2)$$

где С — сцепление грунта.

Рассчитывая крепления в связных грунтах, следует учитывать, что при расчете котлованов и траншей грунт на поверхности разрыхляется и теряет связность, поэтому вторую часть формулы в некоторых случаях можно не принимать в расчет.

Эпюра активного давления грунта представляет собой треугольник, вершина которого расположена по границе бровки траншеи, а максимальное значение давления p_{max} — на уровне дна траншеи.

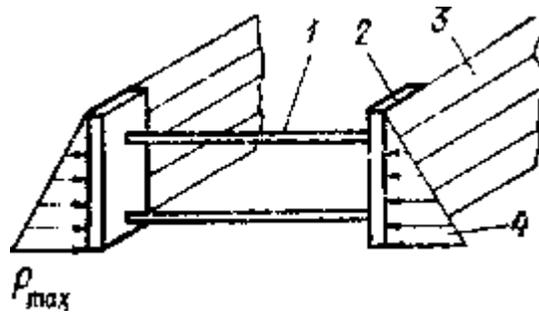


Рис. 2. Схема щитового крепления:

1 — распорки; 2 — стойки; 3 — щиты; 4 — эпюра давления

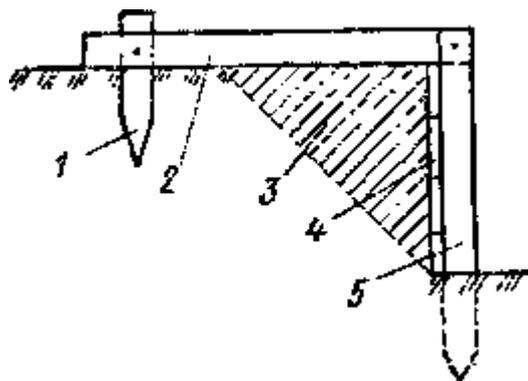


Рис. 3. Анкерное крепление траншей:

1 — анкер; 2 — оттяжка; 3 — призма обрушения; 4 — щиты; 5 — стойка

В креплениях распорного типа расчету подлежат доски крепления, стойки и распорки. Распорки рассчитывают на прочность и на устойчивость.

Расстояние между стойками щитового инвентарного крепления зависит от ширины используемых досок h :

$$r = 12,2 h \sqrt{P_{\text{акт}}}$$

В случаях, когда распорки в траншейных креплениях затрудняют выполнение в них строительномонтажных работ, например, по прокладке трубопроводов или других коммуникаций, в местораспорок применяют оттяжки и анкеры.

Следует отметить, что устройство и разборка применяемых неинвентарных креплений, состоящих из отдельных досок, стоек и распорок, связаны с трудоемкой и опасной работой. Особенно опасны работы по разборке таких креплений. Кроме того, неинвентарные крепления требуют большого расхода материалов и имеют низкую оборачиваемость крепежного материала, что повышает их стоимость.

Внешняя дополнительная нагрузка при разработке выемок (отвал земли, установка на краю откоса строительных машин и др.) может вызвать обрушение грунтовых масс, если их расположение не будет учитываться.

Учет дополнительных нагрузок при определении активного давления грунта

производится приведением дополнительной нагрузки к равномерно распределенной на призме обрушения с плотностью, равной плотности плотного грунта.

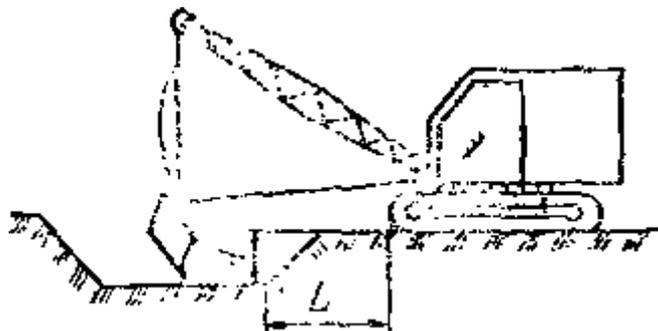


Рис. 4. Схема образования «козырька» а

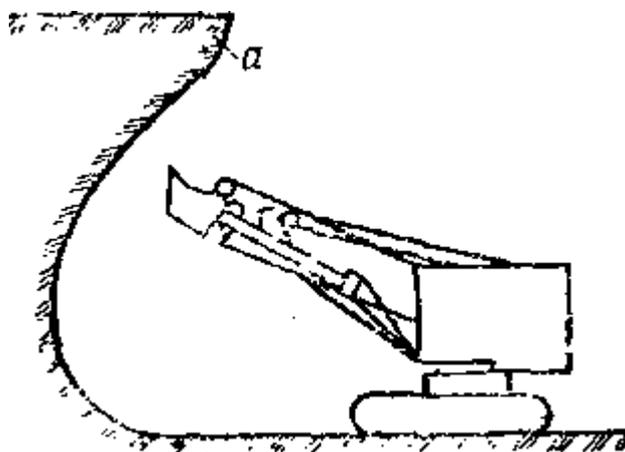


Рис. 5. Установка экскаватора при разработке котлована или траншеи

Полученная таким образом высота дополнительной нагрузки добавляется к глубине траншеи. При разработке глубоких котлованов экскаватором, оборудованным прямой лопатой и установленным на дне выемки, образуется «козырек» а.

Таблица 2. Допустимые расстояния L

Грунт (ненасыпной)	L при глубине выемки, м				
	1	2	3	4	5
Песок и гравий	1,5	3	4	5	6
Супесь	1,25	2,4	3,6	4,4	5,3
Суглинок	1	2	3,25	4	4,75
Глина	1	1,5	1,75	3	3,5

Это происходит за счет того, что при такой установке экскаватор образует откосы, равные $1/3$ высоты стрелы. Опасность обрушения «козырька» приводит к необходимости устанавливать экскаваторы, оборудованные обратной лопатой, на верху

разрабатываемой выемки. При расположении вблизи выемки с неукрепленными откосами строительных машин необходимо определять расстояние L от ближайшей к выемке опоры машин до бровки откоса (рис. 1). Это расстояние зависит от высоты выемки H , типа и состояния грунта и определяется по табл. 1 и по формуле

$$L = H \sin (\alpha - \varphi) / (\sin \alpha \cdot \sin \varphi)$$

При возведении зданий и сооружений из готовых конструкций и деталей с применением большого количества строительных машин и механизмов строительная площадка превращается в монтажную.

Монтаж конструкций состоит из взаимно связанных подготовительных и основных процессов. К подготовительным процессам относятся строительство подкрановых путей, завоз конструкций, укрупненная сборка деталей, устройство подмостей для работы монтажников, к основным — строповка конструкций, подъем, установка конструкций на опоры, временное закрепление, выверка и окончательное крепление монтируемых элементов. Большинство несчастных случаев при монтаже строительных конструкций возникает вследствие ошибок при проектировании зданий и сооружений; при изготовлении конструкций на заводах, в проектах производства работ и др.

Главными вопросами безопасной организации работ кроме выбора наиболее рационального метода монтажа и соответствующей последовательности установки отдельных элементов являются: определение необходимых приспособлений для производства всех видов монтажных процессов и рабочих операций (типы кондукторов или иных фиксирующих приспособлений, такелажное оборудование и др.); способы установки, предупреждающие возможность возникновения опасных напряжений в процессе подъема конструктивных элементов; способы временного крепления монтируемых элементов, обеспечивающие пространственную жесткость смонтированной части здания и устойчивость каждого отдельного элемента конструкции; последовательность окончательного закрепления элементов и снятия временных приспособлений.

Важнейшим фактором для устранения травматизма при монтаже строительных конструкций является правильный расчет конструкций при транспортировании, складировании и монтаже.

Крупногабаритные конструкции при транспортировании следует устанавливать на две опоры и рассчитывать по схеме однопролетной балки. Принятая расчетная схема при транспортировании, как правило, не совпадает с расчетной схемой, принятой при расчете конструкции на основное воздействие. Деревянные подкладки, на которые опирается конструкция, следует проверять на смятие.

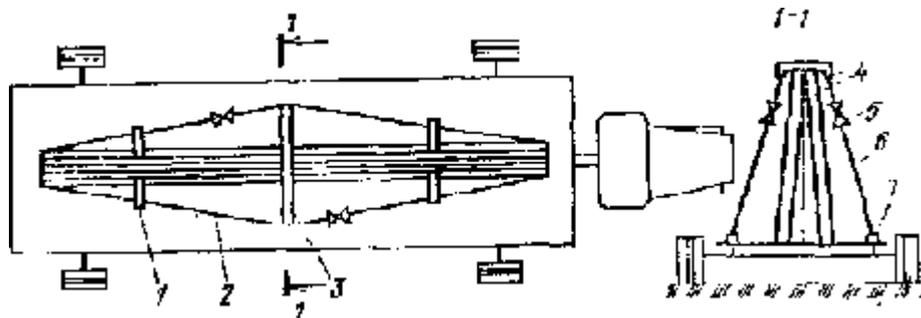


Рис. 6. Схема закрепления фермы при транспортировке:

1 — распорка; 2 — трос; 3 — скоба; 4 — ферма; 5 — талреп; 6 — тяга; 7 — петля

При перевозке колонн большой длины на роспусках опора на прицепе должна быть подвижной, допускающей свободный поворот, чтобы исключить поперечный изгибающий момент. Число укладываемых рядов по высоте принимают до 5.

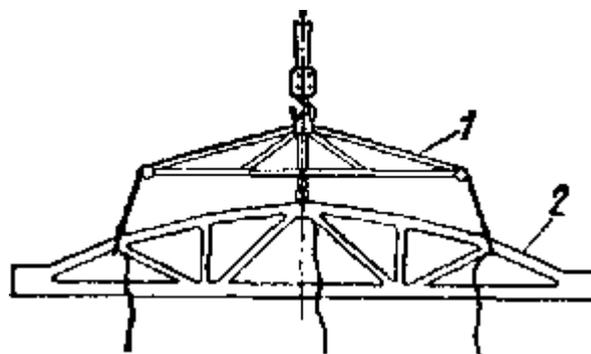


Рис. 7. Подъем фермы траверсой:

1 — траверса; 2 — ферма

Стеновые панели и перегородки транспортируют в вертикальном или наклонном положении. В этом случае возможны опасные боковые толчки в плоскости наименьшей жесткости панели. Для их локализации применяют специальные амортизаторы, устанавливаемые в опорных частях. При транспортировании крупногабаритных сквозных ферм применяют специальные панелевозы, и проверку сечений производят по наиболее опасным сечениям элементов ферм. Определение усилий в раскосах и узлах ферм проводят методами строительной механики с учетом коэффициента динамичности и принятой системы опирания фермы при транспортировке. На панелевозах фермы закрепляют с помощью упоров и оттяжек (рис. 1).

Безопасность работ при монтаже конструкций обеспечивается прежде всего правильно запроектированными траверсами и стропами. При подъеме и установке ферм (рис. 5.2) в отдельных элементах усилия могут быть значительно большими, чем рассчитанные при эксплуатационных нагрузках. В них возможно также изменение знаков напряжений — растянутые элементы могут оказаться сжатыми и наоборот. Поэтому, как правило, при подъеме траверсу закрепляют за средние узлы фермы.

Расчет колонн на нагрузку, возникающую при подъеме, дополнительно не

производят. В рабочих чертежах колонн предусмотрены возможности безопасного их подъема из горизонтального в вертикальное положение (рис. 3).

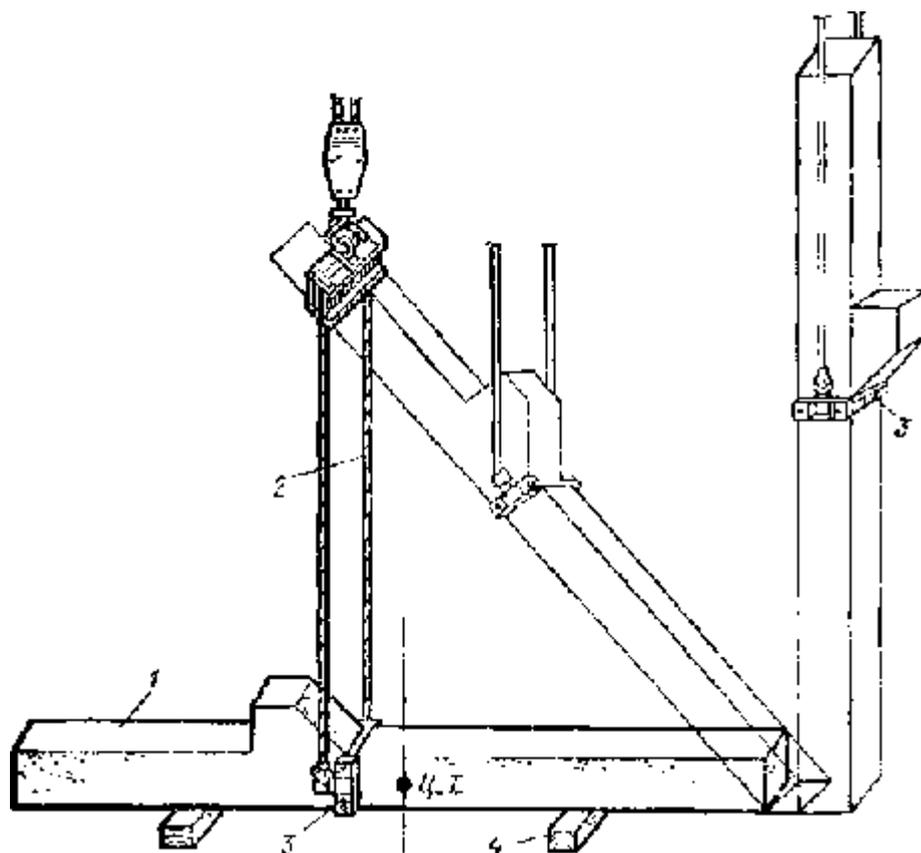


Рис. 8. Подъем колонны:
1 — колонна; 2 — трос; 3 — рамочный захват; 4 — подкладки деревянные

При установке колонны в фундаментный стакан до замоноличивания ее основания колонна должна быть закреплена расчалками или клиньями (рис. 4). В обоих случаях проводят расчет колонны на действие ветровой нагрузки. При недостаточном закреплении может произойти опрокидывание или наклон колонн. В общем виде уравнение устойчивости имеет вид

$$KM_0 < M_y + M_{\text{закр}}$$

где K — коэффициент запаса, равный 1,4; M_0 — опрокидывающий момент от действия ветра, Н·м; M_y — удерживающий момент, создаваемый массой колонны, Н·м; $M_{\text{закр}}$ — то же, креплением, Н·м.

В тех случаях, когда по произведенному расчету устойчивость не обеспечивается, применяют инвентарные клиновые вкладыши и стальные кондукторы.

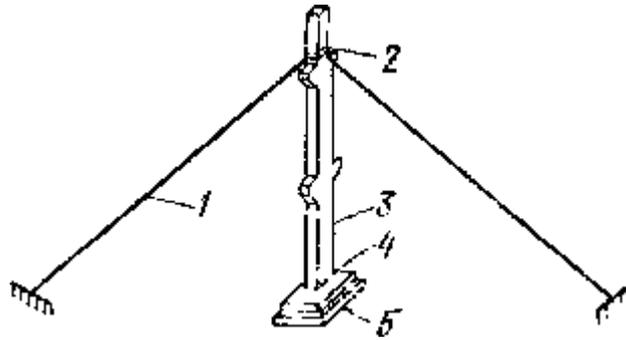


Рис. 9. Временное закрепление колонн при монтаже:

1 — расчалка; 2 — хомут; 3 — колонна; 4 — клинья; 5 — фундамент

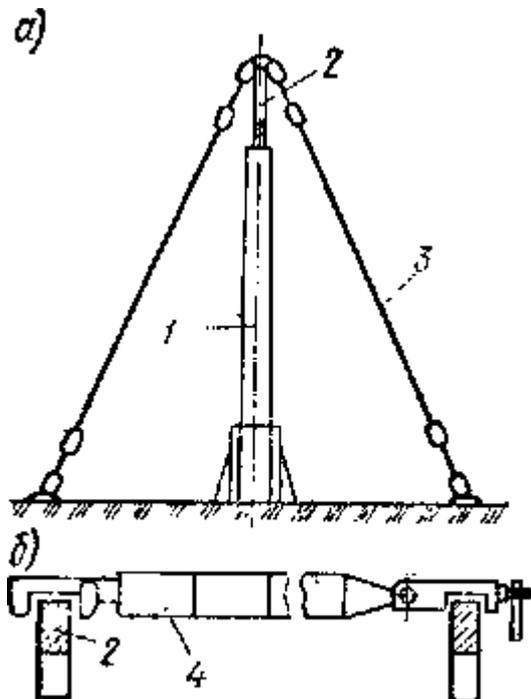


Рис. 10. Временное крепление конструкций:

а — крайней фермы; б — средних ферм; 1 — колонна; 2 — ферма; 3 — растяжка; 4 — распорка

Смонтированные отдельные элементы сооружения (колонны, фермы, балки) должны образовывать устойчивые системы до завершения полного комплекса монтажных работ. Для этого отдельные части смонтированных элементов соединяются в пространственно жесткие системы с помощью постоянных связей, прогонов или временных расчалок.

При подъеме конструкций применяют стропы, стальные и пеньковые канаты, траверсы и различные захваты.

Способ строповки и конструкция стропа зависит от габаритов и массы монтируемого элемента, расположения точек строповки на поднимаемом элементе, применяемого грузоподъемного оборудования, условий подъема и положения элемента на различных этапах монтажа. Стропы делятся на гибкие с одной, двумя, четырьмя и шестью

ветвями и жесткие типа траверс или захватов.
Усилие в каждой ветви стропа

$$S = G / (n \cos \alpha) = kG / n$$

где α — угол между вертикалью и стропом; G — вес поднимаемого груза, Н; n - количество стропов; k — коэффициент.

С увеличением угла наклона ветвей стропа в них растут сжимающие усилия. Принимают $\alpha = 45 \dots 50^\circ$, а угол между ветвями стропов — не более 90° .
Длина ветви стропа

$$l = \sqrt{(b/2)^2 + h^2}$$

где h — высота стропа; b — расстояние между стропами по диагонали.

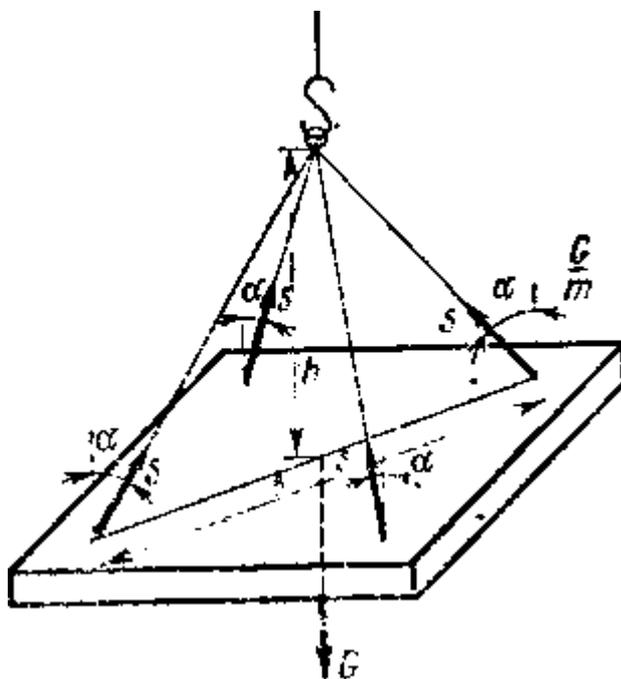


Рис. 11. Схема усилий в ветвях стропа

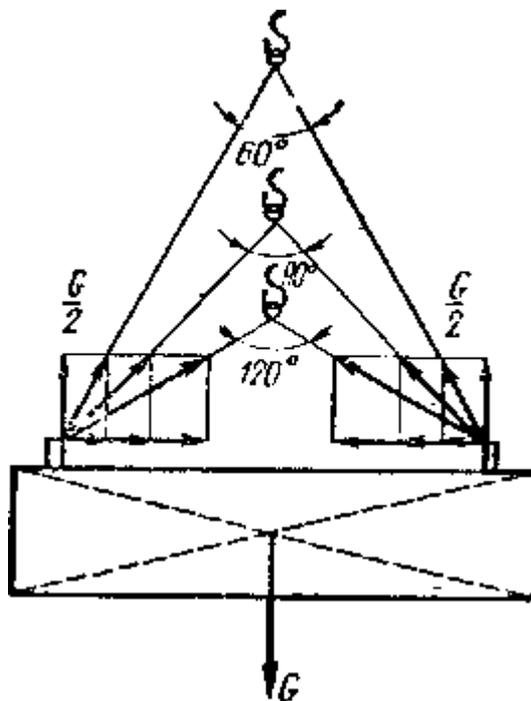


Рис. 12. Зависимость усилий в ветвях стропа от угла между стропами

Иногда для строповки вместо канатов применяют цепи. Выбор канатов или цепей ведут по наибольшему натяжению ветви каната S :

$$S \leq P/K$$

где P — разрушающая нагрузка, которая принимается по разрывному усилию каната, приведенному в заводском паспорте или по диаметру звена цепи, H ; K — коэффициент запаса прочности (3...8), зависящий от типа стропов и подъемных механизмов.

Для повышения срока службы стропов, предотвращения смятия и истирания друг о друга или об острые углы кромок конструкций, перекручивания, ударов применяют инвентарные металлические подкладки.

Жесткие стропы применяют при недостаточной высоте подъема монтажного крана или в том случае, когда поднимаемая конструкция не допускает применения гибких стропов. Как правило, жесткий строп применяют в виде траверсы. Наибольшее распространение траверсы получили при монтаже сборных железобетонных ферм и балок, особенно предварительнонапряженных, а также большепролетных металлических конструкций. Траверсы применяют двух типов: работающие на изгиб и на сжатие.

В последнее время все шире применяется прогрессивный метод монтажа крупноблочных конструкций, который позволяет снизить их трудоемкость, повысить безопасность работ и сроки строительства. Размеры и масса отправляемых с заводов стальных конструкций ограничены грузоподъемностью транспортных средств и габаритами производственных помещений. Обычно длину отправляемых элементов принимают 12... 18 м. Иногда по требованию заказчиков стропильные фермы поставляются

При производстве различных строительного-монтажных работ применяются леса и подмости из металлических трубчатых элементов, в работе которых бывают дефекты, нередко приводящие к обрушению. Леса и подмости являются временными, но многократно используемыми строительными конструкциями.

Иногда могут возникнуть тяжелые групповые несчастные случаи из-за обрушения лесов. Анализ ряда аварийных случаев показал, что их обрушение происходит по ряду причин, которые делятся на три группы.

Первая группа — это комплекс причин, вызванный неудовлетворительным проектированием лесов без учета действительных условий работы конструкции.

Например, крепление лесов к вертикальной поверхности строительного объекта осуществляется с помощью анкерных пробок различных конструкций, расположенных в шахматном порядке через два яруса по высоте и через два пролета по длине здания. Однако осуществить таким образом крепление не всегда возможно ввиду различных особенностей сооружений, к которым эти леса должны крепиться. При изменении схемы крепления лесов к зданию меняются условия работы лесов на различные виды нагрузок, изменяется схема конструкции, что может вызвать аварию последней.

Вторая группа — причины, обнаруженные на стадии изготовления и монтажа лесов. Инвентарные леса должны быть изготовлены индустриальными методами. Однако на практике это не всегда возможно. Часто леса изготавливают непосредственно на строительной площадке без соответствующего проекта или с резкими отклонениями от проектных величин и размеров. Часто при монтаже лесов строители заменяют недостающие элементы другими без расчетного и теоретического обоснования такой замены. Перед монтажом конструкции лесов необходимо тщательно подготавливать основания для их дальнейшей установки, так как от состояния опоры зависит устойчивость всей конструкции. При установке лесов необходимо обеспечить нужный отвод поверхностных и грунтовых вод, невыполнение которого грозит нарушением основания под лесами.

Третья группа — причины обрушения лесов относятся к стадии их эксплуатации. Часто они являются следствием недостаточного технического руководства или отсутствием надзора при монтаже и при эксплуатации лесов.

По статистике значительное количество аварий лесов происходит из-за перегрузки. Нарушение или изменение схемы нагружения лесов, которые обычно рассчитаны на определенный вид нагрузки по заранее предусмотренной схеме ее расположения, может привести к их обрушению.

Леса состоят из стоек, расположенных в два ряда с шагом между стойками в двух взаимно перпендикулярных направлениях равным 2 м в осях, а также продольных и поперечных ригелей, устанавливаемых через каждые 2 м по высоте. Для обеспечения несмещаемости узлов в каждом ярусе устанавливают горизонтальные диагональные связи через 4...5 панелей.

По способу соединения элементов лесов между собой наиболее распространенными в строительной практике являются два типа металлических трубчатых лесов.

Леса на безболтовых соединениях имеют неизменяемую схему каркаса как для каменной кладки, так и для отделочных работ. К стойкам привариваются патрубки, а к ригелям — крюки из круглой стали, загнутые под прямым углом. При таком способе крепления монтаж каждого горизонтального элемента лесов сводится к введению крюков в соответствующие патрубки стоек до упора.

Леса другого типа — на соединениях в виде шарнирных хомутов. При этом принимаются разные расстояния между стойками применительно к нагрузкам при каменной кладке и отделочных работах.

Пространственная жесткость всего каркаса лесов дополнительно обеспечивается постановкой диагональных связей в вертикальной плоскости по наружному ряду стоек в трех крайних панелях с обоих концов секций лесов.

ЗАЩИТА ОТ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВИБРАЦИИ

Вибрация представляет собой механические колебания, простейшим видом которых являются гармонические колебания. Вибрация возникает при работе машин и механизмов, имеющих неуравновешенные и несбалансированные вращающиеся органы или органы с движениями возвратно-поступательного и ударного характера.

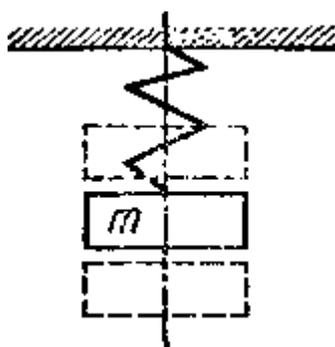


Рис. 1. Схема простейшей колебательной системы

К такому оборудованию относятся металлообрабатывающие станки, ковочные и штамповочные молоты, электро- и пневмоперфораторы, механизированный инструмент, а также приводы, вентиляторы, насосные установки, поршневые и центробежные компрессоры и др.

Вибрацию применяют при уплотнении бетонных смесей, дроблении и сортировке инертных материалов, разгрузке и транспортировании сыпучих материалов и т. д.

При воздействии вибрации на организм человека наблюдается изменение сердечной деятельности, нервной системы, спазм сосудов, изменения в суставах, приводящие к ограничению их подвижности. Длительное воздействие вибрации приводит к профессиональному заболеванию — вибрационной болезни. Она выражается в нарушении многих физиологических функций человека. Эффективное лечение возможно только на ранней стадии заболевания. Восстановление нарушенных функций протекает очень медленно. В особенности тяжелых случаях в организме наступают необратимые изменения, приводящие к инвалидности.

Любой агрегат можно рассматривать как колебательную систему с шестью степенями свободы. В каждом частном случае работы оборудования реализуются не все шесть степеней свободы, так как отсутствуют силы, дающие перемещения по некоторым направлениям или имеются жесткие связи, ограничивающие движение по этим направлениям:

Простейшей колебательной системой с одной степенью свободы является масса m , укрепленная на пружине (рис. 1). Эта система совершает гармонические или синусоидальные колебания, уравнение которых

$$x = A \sin (\omega t + \varphi)$$

где x — смещение массы от положения равновесия, м; A — амплитуда смещения, м; ω — круговая (угловая) частота колебания, рад/с; t — время, с; φ — начальная фаза колебаний, рад.

Основными параметрами, характеризующими вибрацию, являются: амплитуда смещения (наибольшее отклонение точки от положения равновесия) A , м; колебательная скорость v , м/с; ускорение колебаний w , м/с²; период колебаний T , с; частота колебаний f , Гц. Вибрации несинусоидального характера всегда можно представить в виде суммы синусоидальных составляющих с помощью разложения в ряд Фурье. Для исследования вибрации весь диапазон частот вибрации (так же как для шума) разбивается на октавные диапазоны. Среднегеометрические значения частот, на которых исследуют вибрацию, следующие: 2, 4, 8, 16, 31, 50, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000 Гц. Учитывая, что абсолютные значения параметров, характеризующих вибрацию, изменяются в широких пределах, на практике пользуются понятиями уровней параметров.

Уровень колебательной скорости

$$L_v = 20 \lg v/v_0$$

где v — вибрационная скорость; v_0 — пороговое значение вибрационной скорости, принятое за начало отсчета ($5 \cdot 10^{-8}$ м/с).

Действие вибраций на организм человека аналогично многократно повторенному сотрясению мозга. Болезненные ощущения от вибрации появляются при ускорениях, составляющих уже 5% от ускорения силы тяжести, т. е. при $g=0,05 \cdot 10=0,5$ м/с². Особенно вредны вибрации с частотами, близкими к частотам собственных колебаний организма человека - 6...12 Гц.

Различают общие и местные вибрации. *Общие вибрации* передаются через опорные поверхности сидящего или стоящего человека и вызывают сотрясения всего организма. Воздействию общей вибрации подвергаются рабочие на участках виброформования, лесопильных рам, операторы мощных моторов. *Местная (локальная) вибрация* — вибрация отдельных частей тела, происходит при работе с

ручным механизированным электрическим или пневматическим инструментом. Возможно действие одновременно общей и местной вибрации. Например, при работе на дорожно-строительных машинах на руки передается вибрация от органов управления, а на все тело — от сиденья машины.

Источники общей вибрации можно разбить на три группы: транспортные, транспортно-технологические и технологические.

Источниками транспортных вибраций служат дорожно-строительные машины — грузовые автомобили, тракторы, снегоочистители и др. Транспортно-технологической вибрации подвергаются машинисты экскаваторов, строительных кранов, бетоноукладчиков и всех видов напольного производственного транспорта.

Технологические вибрации создают станки, кузнечно-прессовое оборудование, насосы, вентиляторы, электрические машины, оборудование промышленности строительных материалов.

Нормы на воздействие вибрации содержатся в ГОСТ 12.1.012—78 ССБТ «Вибрация. Общие требования безопасности». Нормированными величинами являются среднеквадратичное значение виброскорости v (м/с) или уровень виброскорости (дБ) в октавных полосах. Так как при вибрации чаще всего имеется и горизонтальная и вертикальная составляющие, то и нормирование осуществляется отдельно по вертикальной и горизонтальной осям (табл. 3).

При расчете строительных конструкций, на которых установлено оборудование, создающее технологическую вибрацию, вместо значений виброскорости можно пользоваться значениями амплитуды виброперемещения для тех же частот:

Частота, Гц	2	4	8	16	31,5	63
Амплитуда виброперемещения, $5 \times 10^{-3} \text{ м}$	1,4	0,25	0,063	$2,82 \times 10^{-2}$	$1,41 \times 10^{-2}$	$7,2 \times 10^{-3}$

Существует несколько способов борьбы с вибрацией.

1. Ослабление вибрации в источнике ее возникновения производится за счет уменьшения действующих в системе переменных сил. Такое уменьшение переменных сил возможно при замене динамических процессов статическими, тщательной балансировке вращающихся частей и др.

2. Виброгашение достигается увеличением массы агрегата или повышением жёсткости. Увеличение массы чаще осуществляют путем установки агрегатов на самостоятельные фундаменты или установкой массивных плит между основанием и агрегатом (рис. 4).

Повышение жесткости системы путем введения ребер жесткости также снижает вибрацию.

Таблица 4. Нормированные параметры вибрации

Тип вибрации	Среднегеометрические частоты, Гц										
	1	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Транспортная (вертикальная)	$\frac{20}{132}$	$\frac{7,1}{129}$	$\frac{2,3}{114}$	$\frac{1,3}{108}$	$\frac{1,1}{107}$	$\frac{1,1}{107}$	$\frac{1,1}{107}$	—	—	—	—
Транспортично-технологическая (вертикальная или горизонтальная)	—	$\frac{3,15}{117}$	$\frac{1,1}{108}$	$\frac{0,53}{102}$	$\frac{0,56}{101}$	$\frac{0,56}{101}$	$\frac{0,56}{101}$	—	—	—	—
Технологическая (вертикальная или горизонтальная) на постоянных рабочих местах в производственных помещениях	—	$\frac{1,3}{108}$	$\frac{0,45}{99}$	$\frac{0,21}{93}$	$\frac{0,2}{92}$	$\frac{0,2}{92}$	$\frac{0,2}{92}$	—	—	—	—
Места вибрации (по любой из осей)	—	—	—	$\frac{1,0}{120}$	$\frac{0,5}{120}$	$\frac{0,5}{117}$	$\frac{0,5}{114}$	$\frac{1,8}{111}$	$\frac{1,3}{108}$	$\frac{0,9}{105}$	$\frac{0,65}{102}$

Примечание. В числителе абсолютное значение виброскорости v , м/с; в знаменателе — уровень виброскорости L_v , дБ.

3. Вибропоглощение (вибродемпфирование) осуществляется за счет увеличения потерь энергии в системе. Увеличить потери энергии в системе можно применением вязких смазочных материалов, переводом механической колебательной энергии в другие виды энергии, такие, как энергия электромагнитного поля, энергия токов Фуко, тепловая энергия и др.

ОСВЕЩЕНИЕ РАБОЧИХ МЕСТ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Освещение — это неотъемлемый элемент условий трудовой деятельности человека. Неудовлетворительное освещение вызывает утомление, глазные болезни, головные боли и может быть причиной производственного травматизма.

В зависимости от источника света производственное освещение бывает трех видов: естественное (солнце); искусственное (электрические лампы или прожекторы); совмещенное, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

Естественный свет по своему спектральному составу сильно отличается от света электрических ламп. Для естественного света характерна большая рассеянность, что очень благоприятно для зрительных условий работы. Естественная освещенность существенно меняется в течение дня в зависимости от состояния атмосферы.

Освещенность — это физическая величина, численно равная плотности светового потока, приходящегося на единицу поверхности:

$$E = d\Phi / dA$$

где Φ — световой поток, лм; A — площадь поверхности, м².

Так как естественное освещение постоянно меняется, его нельзя характеризовать величиной абсолютной освещенности поверхности E . Для его характеристики пользуются коэффициентом естественной освещенности (КЕО):

$$КЕО = (E/E_0) 100\%$$

где E — освещенность на рабочем месте, лк; E_0 — освещенность на улице (при среднем состоянии облачности), лк.

Минимально допустимый уровень освещенности определяется рядом факторов, Наиболее существенными из которых являются точность выполняемых работ и степень опасности травмирования. Точность выполняемой работы характеризуется величиной рассматриваемых деталей.

Искусственное освещение имеет такие разновидности, как рабочее, аварийное, эвакуационное, охранное или дежурное. При этом используются лампы накаливания и газоразрядные источники света. В лампах накаливания видимое излучение наибольшее в желтой и красной частях спектра. Это вызывает искажение цветопередачи и не позволяет использовать их для освещения тех работ, для которых требуется различение оттенков цвета. Из газоразрядных источников света на промышленных предприятиях применяют люминесцентные лампы и ртутные лампы высокого давления ДРЛ.

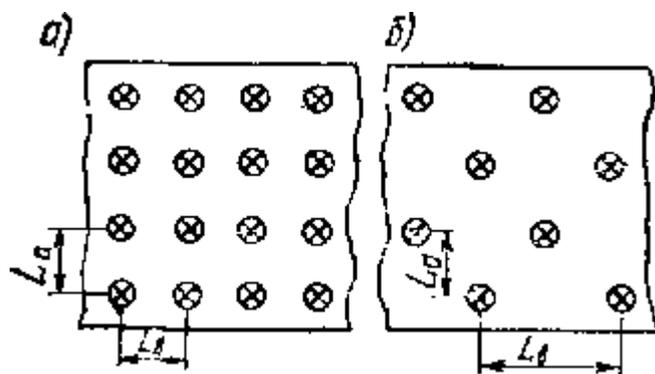


Рис. 1. Схемы размещения светильников

Различают следующие виды искусственного освещения: общее, местное и комбинированное. Общее освещение предназначено для освещения всего помещения или промышленной площадки. Светильники, расположенные в верхней зоне помещения - для возможности выполнения работ в любом месте освещаемого пространства, создают общее равномерное освещение. Если же светильники располагают применительно к расположению оборудования, то получают общее локализованное освещение. Местное освещение устраивается дополнительно к общему и концентрирует световой поток непосредственно на рабочих местах.

Сочетание местного и общего освещений представляет собой комбинированное освещение. При проектировании искусственного освещения применяют три метода расчета: метод светового потока; точечный метод; метод удельной мощности.

Метод светового потока является основным при расчете общего равномерного освещения горизонтальной рабочей поверхности. Световой поток лампы Φ_L при этом

$$\Phi_L = E_n S Z K / (N \eta)$$

где E_n — нормируемая освещенность для данных видов работ, лк; S — площадь освещаемого помещения, m^2 ; Z — коэффициент минимальной освещенности ($Z=1,1\dots$

$1,5$); K — коэффициент, выбираемый, по таблицам; N — число светильников в помещении; η — коэффициент использования светового потока, выбираемый по таблицам в зависимости от высоты подвески лампы.

Точечный метод применяют при расчете местного освещения и освещения наклонных поверхностей. При этом освещенность поверхности

$$E = I_a \cos^2 \alpha / (K h)^2$$

где I_a — сила света светильника, кд; α — угол между нормалью к рабочей поверхности и направлением на источник света, град; h — высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м.

Метод удельной мощности наиболее прост, но наименее точен, поэтому его применяют только для ориентировочных расчетов.

Мощность одной лампы, Вт:

$$P_L = P S / N$$

где P — удельная мощность, $Вт/м^2$; N — число ламп.

Равномерность освещения рабочей поверхности зависит от размещения светильников. Наиболее распространено прямоугольное размещение светильников общего назначения (рис. 1, а), а также расположение их в шахматном порядке (рис. 1, б). В первом случае наибольшая равномерность освещения достигается при $L_a = L_b$, а во втором — при $L_b = \sqrt{3}L_a$.

Во всех случаях, когда при освещении открытых пространств невозможно разместить обычные светильники над освещаемой поверхностью (при больших площадях), применяют прожекторное освещение. Прожекторы широко используют при производстве работ в темное время суток на строительных площадках, заводских дворах домостроительных комбинатов, территориях складов и т. д. В практике строительно-монтажных работ прожекторы устанавливают на стрелах башенных

кранов, экскаваторах и других машинах.

Нормы освещенности (лк) для различных видов строительных работ следующие:

Разгрузка, погрузка, котлованы, складирование	2
Основные автодороги	3
Земляные работы	5
Кирпичная кладка, такелажные работы	10
Монтаж металлоконструкций, частей механизмов, кладка крупных бетонных блоков, санитарно-технические работы	30
Опалубочные, отделочные работы, монтаж арматуры	50

Порядок расчета прожекторного освещения сводится к следующему: определяют число прожекторов по методу светового потока; вычисляют высоту h подвески прожектора с учетом соотношения

$$I/h^2 = c$$

где I — сила света прожектора в направлении оптической оси; c — коэффициент, зависящий от нормированной освещенности ($c = 100 \dots 3500$).

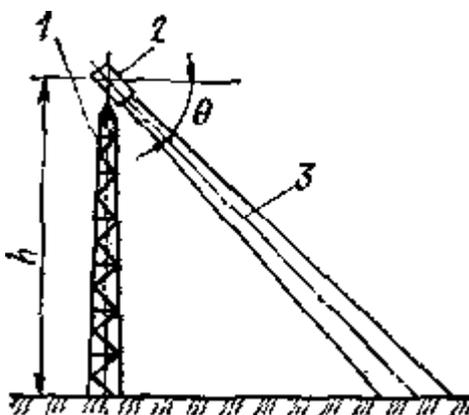


Рис. 2. Схема установки прожектора:

Затем размещают прожекторы в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Прожекторы чаще группируют на общей прожекторной мачте (рис. 2). Прожекторы каждой группы устанавливают на одинаковой высоте от уровня освещаемой поверхности под одним углом наклона к горизонтальной плоскости θ . На одной мачте по высоте можно установить две и более группы прожекторов, освещающих различные участки территории.

Прожекторные мачты размещают обычно по периметру освещаемой территории, чтобы они не мешали производству строительных работ, работе кранов и

передвижению транспорта. Высота мачт зависит от размеров освещаемой площадки, в основном от ее ширины, определяющей расстояние между рядами мачт.

Общее равномерное освещение должно быть осуществлено на всех участках территории строительства, где возможно пребывание людей и движение транспорта. Основным документом при проектировании такого освещения являются СН 81—80 «Указания по проектированию электрического освещения строительных площадок». Общее равномерное освещение имеет существенное значение на первом этапе производства строительных работ: земляных, инженерной подготовке участков, закладке фундаментов и строительстве нижних частей сооружения. По мере выполнения строительных работ и роста строящегося сооружения над уровнем земли все более необходимым становится общее локализованное освещение.

Естественное и искусственное освещение нормируется СНиП II-4—79 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования». В нормах проведена классификация зрительных работ, которые по точности делятся на 13 разрядов, из них с I по VIII разряд — для работ, производимых в производственных помещениях, и с IX по XIII — для мест производства работ, производимых вне зданий.

Контроль освещенности проводится объективным люксметром в нескольких точках рабочей поверхности — в горизонтальной, вертикальной, наклонной и внутренних.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ШУМ И БОРЬБА С НИМ

Борьба с шумом — одна из актуальнейших проблем нашего времени. Действуя на центральную нервную систему, шум вызывает усталость, бессоницу, неспособность сосредоточиться, которые ведут к снижению производительности труда и несчастным случаям. При постоянном раздражающем воздействии шума могут возникнуть психические нарушения, сердечно-сосудистые заболевания, язвенная болезнь, тугоухость. Шум может повлиять на слух различным образом: вызвать мгновенную глухоту или повреждение органа слуха (акустическая травма); при длительном воздействии резко снизить чувствительность к звукам определенных частот или снизить чувствительность на ограниченное время — минуты, недели, месяцы, после чего слух восстанавливается почти полностью. Наиболее вредны для слуха длительные периоды непрерывного воздействия шума большой интенсивности. Если человек подвергается несколько минут воздействию звука средней или высокой частоты с уровнем около 90 дБ, то у него наступает временный сдвиг порога слышимости. С увеличением времени воздействия и ростом уровня шума повышается временной сдвиг порога и удлиняется период восстановления.

Люди неодинаково реагируют на шум. Одна и та же доза шумового воздействия у одних вызывает повреждение слуха, у других — нет, у одних эти повреждения могут быть тяжелее, чем у других. Шум — это разновидность звука. Звук представляет собой колебания среды (твердой, жидкой или газообразной), в которой он распространяется. К доступным для измерения характеристикам звука относятся: интенсивность — I ,

звуковое давление — p и скорость - v . Интенсивность звука (Вт/м^2) характеризуется потоком энергии, которую несет звук, приходящейся на единичную площадку.

Соотношение между интенсивностью звука I и звуковым давлением p таково:

$$I = p^2 / (\rho c)$$

где p — звуковое давление (разность между мгновенным значением полного давления и средним значением давления, которое наблюдается в среде при отсутствии звукового поля), Па; ρ — плотность среды, кг/м^3 ; c — скорость звука в среде, м/с.

Интенсивность самого слабого (10 Вт/м^2) слышимого звука равна 10^{-12} Вт/м^2 . Наибольшая интенсивность звука, с которой мы сталкиваемся без риска для жизни, — это шум реактивного самолета. Сравнивать приведенные величины сложно из-за огромной разницы. Поэтому для измерения интенсивности звука и таких параметров, как давление и мощность звука, вводится относительная логарифмическая единица, называемая уровнем звукового давления или уровнем интенсивности.

Уровень интенсивности звука

$$L_I = 10 \lg I / I_0$$

где I_0 — интенсивность звука, соответствующая пороговому уровню ($I_0 = 10^{-12} \text{ Вт/м}^2$).

Уровень звука измеряется в децибелах (дБ). Так как уровень звука — логарифмическая относительная величина, то при удвоении интенсивности звука уровень интенсивности увеличивается на 3 дБ. Если же имеется n одинаковых источников шума, общий уровень интенсивности

$$L_{I_n} = L_I + 10 \lg n$$

Человеческое ухо и многие акустические приборы реагируют не на интенсивность звука, а на звуковое давление. Уровень звукового давления

$$L_p = 10 \lg p^2 / p_0^2 = 20 \lg p / p_0$$

где p_0 — пороговое звуковое давление ($p_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ Па}$).

Связь между уровнем интенсивности и уровнем звукового давления следует из формулы

$$L_I = 10 \lg I / I_0 = 10 \lg p^2 \rho_0 c_0 / (p_0^2 \rho c) = 10 \lg p^2 / p_0^2 + \\ + 10 \lg \rho_0 c_0 / (\rho c) = L_p + 10 \lg \rho_0 c_0 / (\rho c)$$

где ρ_0 и C_0 — плотность среды и скорость звука при нормальных атмосферных условиях, т. е. при $t=20^\circ\text{C}$, $\rho_0=10^5$ Па. При распространении шума в нормальных атмосферных условиях $L_i=L_p$. Значения уровней шума приводятся в табл. 4.3.

Одним из самых существенных вопросов исследования шума является поведение звука в зависимости от частоты. Нижняя граница восприятия человеком звука составляет около 20 Гц, а верхняя около 20 000 Гц. Зависимость уровня звука от частоты называется частотным спектром шума. Определение интенсивности звука для каждой частоты потребовало бы бесконечного числа измерений, поэтому весь возможный диапазон частот разделяют на октавы и для каждой октавы подсчитывают среднегеометрическое значение частоты.

Таблица 4.3. Уровни различных звуков в зависимости от источника шума и расстояния

Источник шума	На расстоянии, м	Уровень, дБ
Жилая комната	-	35
Речь средней громкости	1	60
Машинописное бюро	-	65
Металлорежущие станки	На рабочем месте	80...96
Дизельный грузовик	7	90
Пневмоперфоратор	1	100
Реактивный двигатель	25	140

Граничные и среднегеометрические (в этих границах) частоты приведены ниже:

Граничные частоты октавных полос, Гц	45...90	90...180	180...355	355...710	710...1410	1400...2800	2800...5600	5600...11200
Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000

В зависимости от того, на какой частоте находится максимум звукового давления, характер спектра может быть низкочастотным (максимум ниже 300 Гц), средне-частотным (максимум в области 300. 800 Гц) и высокочастотным (максимум выше 800 Гц).

По характеру спектры шума можно подразделить также на широкополосные и тональные. Широкополосный шум имеет непрерывный спектр шириной более одной октавы, это означает, что каждой частоте октавы соответствует некоторый уровень шума.

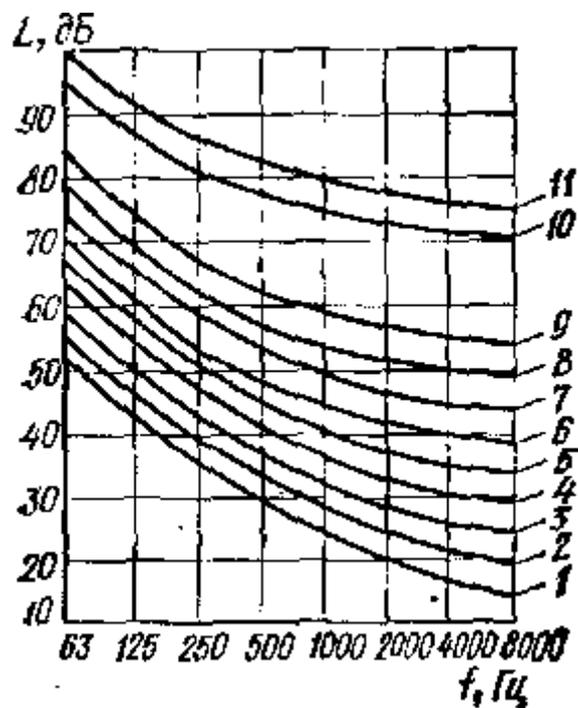


Рис. 1. Предельные спектры шума

Такой тип шума характерен для работы вентиляторов. В спектре тонального шума имеются отдельные дискретные составляющие. Подобный спектр имеет, например, шум, создаваемый при работе дисковой пилой. Распределение нормативных уровней звукового давления по частотам представляет собой предельный спектр. На рис. 1 приведены предельные спектры для помещений различного типа: 1 — палаты жилые помещения; 3 — территории больниц, кабинеты врачей, номера гостиниц; 4 — учебные помещения; 5 — территории жилых домов, детских и школьных площадок; 6 — помещения конструкторских, проектных и научно-исследовательских организаций; 7 — фойе театров, залы ресторанов; 8 — рабочие места управлений, вычислительные центры; 11 — постоянные рабочие места в производственных помещениях, в кабинах дорожно-строительных, землеройно-транспортных и других аналогичных машин.

Время действия шума в смену (непрерывно или прерывисто), ч	Характер шума	
	широкополосный	тональный или импульсный
≤4	0	-5
1,5	+5	0
0,75	+10	+5
0,5	+15	+10
0,25	+20	+15

В нормативные уровни шума следует вводить поправки, зависящие от характера шума и длительности его воздействия (табл. 2), Уровень шума, полученный с учетом

поправок, называют допустимым.

В проектах по строительству того или иного объекта должны быть отражены все мероприятия по снижению шума, подтвержденные соответствующими акустическими расчетами, которые производят на стадии технического проекта по комплексу сооружений или по отдельному объекту.

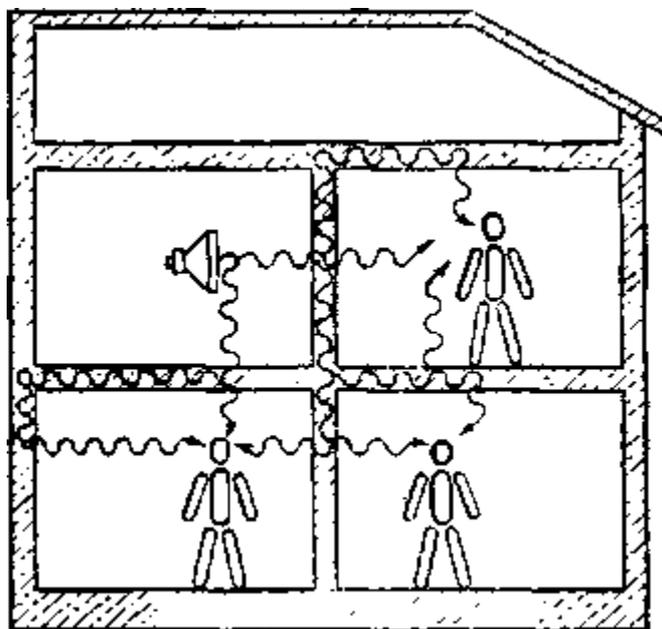


Рис. 2. Пути распространения шума в здании

Акустический расчет заключается в следующем: выявляют источники шума и определяют их шумовые характеристики; выбирают точки в помещениях и на территории, для которых должен производиться акустический расчет; определяют допустимые уровни звукового давления для этих точек; выявляют пути распространения шума от источников до расчетных точек; определяют ожидаемые уровни звукового давления в расчетных точках до осуществления мероприятий по снижению шума; определяют требуемое снижение шума; выбирают и рассчитывают конструкции для обеспечения требуемого снижения уровня шума.

Требуемое снижение уровня $\Delta L_{\text{тр}}$ звукового давления в расчетной точке

$$\Delta L_{\text{тр}} = L_i - L_{\text{доп}} + 10 \lg n$$

где L_i — ожидаемый уровень звукового давления, создаваемый источником, дБ; $L_{\text{доп}}$ — допустимый уровень звукового давления, дБ; n — количество принимаемых в расчет источников шума.

Пути распространения шумов в зданиях разнообразны (рис. 2). Шум проникает через ограждающие конструкции, звук, многократно отражаясь от стен, потолка, предметов, значительно усиливается и увеличивает общий уровень шума в помещении.

Причиной возникновения шумов могут быть механические, аэродинамические и

электромагнитные явления. Механические шумы вызваны ударными процессами, трением в деталях машин и др. Аэродинамические шумы возникают при течении жидкости или газа, а электромагнитные при работе электрических машин и оборудования.

Борьба с шумом осуществляется: техническими средствами, уменьшающими шум машин и оборудования в источнике его образования, изменяющими технологические процессы; строительно-акустическими мероприятиями; устройством дистанционного управления шумными агрегатами; организационными мероприятиями; применением средств индивидуальной защиты.

Уменьшение шума в источнике его образования наиболее рационально и достигается улучшением конструкции машин, применением материалов для деталей машин, не издающих сильных звуков, обеспечением минимальных допусков в сочленениях деталей, использованием смазки и др. Эффективность таких мероприятий по уменьшению уровня шума (дБ) приведена ниже:

Ликвидации погрешностей в зацеплении шестерен	5...10
Замена прямозубых шестерен шевронными	5
Замена зубчатой передачи на клиноременную	10...15
Замена одной из стальных шестерен на капроновую или текстолитовую	10...12
Замена металлических корпусов на пластмассовые: для высоких частот » средних »	7...15 2...6
Ликвидация перекоса внутреннего кольца подшипника	10

Строительно-акустические мероприятия заключаются в рациональной планировке помещений и застройки, уменьшении шума на пути его распространения и обработке внутренних поверхностей помещений звукопоглощающими материалами. При рациональной планировке, помещений наиболее шумные цехи следует концентрировать в одном-двух местах и отделять от тихих помещений разрывами или помещениями, в которых люди находятся непродолжительное время. В цехах с шумным оборудованием необходимо правильное размещение станков. Их следует располагать таким образом, чтобы повышенные уровни шума наблюдались на минимально возможной площади. Между участками с разным уровнем шума устраивают перегородки или размещают подсобные помещения, склады сырья, готовых изделий и т. д. Для предприятий, расположенных в черте города, наиболее шумные помещения располагают в глубине территории. Уменьшение шума на территории жилой застройки проводится и архитектурно-планировочными решениями (разрывы, приемы застройки), и устройством шумозащитных сооружений (экранов, шумозащитных полос озеленения). Профили улиц с сооружениями, экранирующими шум, показаны на рис. 3.

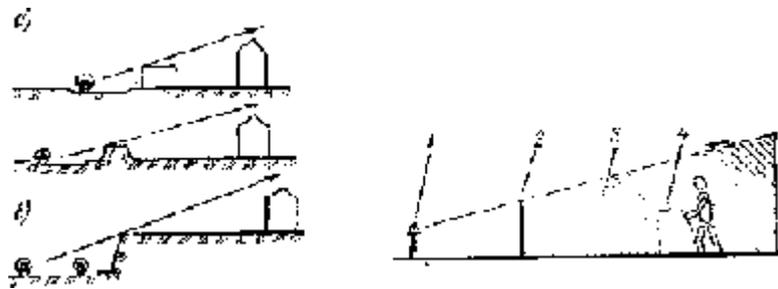


Рис. 3. Защита от транспортного шума с помощью:

а — здания; б — насыпи; в — откоса

Значительное уменьшение шума наблюдается, когда на пути его распространения устанавливают экран. При этом за экраном возникает звуковая тень.

В производственных помещениях уровень звука значительно повышается за счет отражения его от строительных конструкций и оборудования. Для уменьшения доли отраженного звука применяют специальную акустическую обработку помещения, заключающуюся в облицовке внутренних поверхностей звукопоглощающими материалами.

При падении звуковой энергии $E_{пад}$ на какую-либо поверхность часть звуковой энергии поглощается — $E_{пог}$, а часть отражается — $E_{отр}$. Отношение поглощенной энергии к падающей есть коэффициент звукопоглощения этой поверхности:

$$\alpha = E_{пог} / E_{пад} = (E_{пад} - E_{отр}) / E_{пад}$$

Поглощение звука материалов обусловлено внутренним трением в материале и переходом энергии звука в тепловую энергию. Звукопоглощающие свойства материала зависят от толщины поглощающего слоя, частоты падающего на него звука и типа материала. Звукопоглощающими считают конструкции, у которых α больше 0,2. Звукопоглощающие конструкции делят на три группы: пористые звукопоглощающие; резонансные; штучные звукопоглотители. В практике строительства наиболее часто применяют пористые звукопоглощающие материалы (рис. 4, а). Конструкции из них выполняют в виде слоя необходимой толщины, укрепленного на ограждении или с отступом от него. Резонансные конструкции представляют собой перфорированные экраны, оклеенные с обратной стороны тканью. Они имеют максимальное звукопоглощение в определенной полосе частот, поэтому для них должны быть точно рассчитаны необходимые параметры звукопоглощения (рис. 4, б).

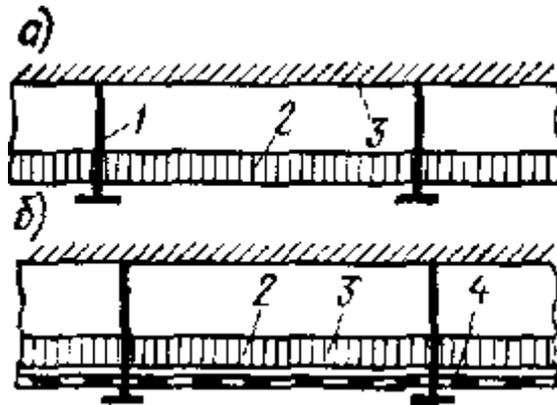


Рис. 4. Звукопоглощающие облицовки:

а — пористые; б — резонансные; 1 — крепление; 2 — звукопоглотитель; 3 — ограждающая конструкция; 4 — перфорированный экран

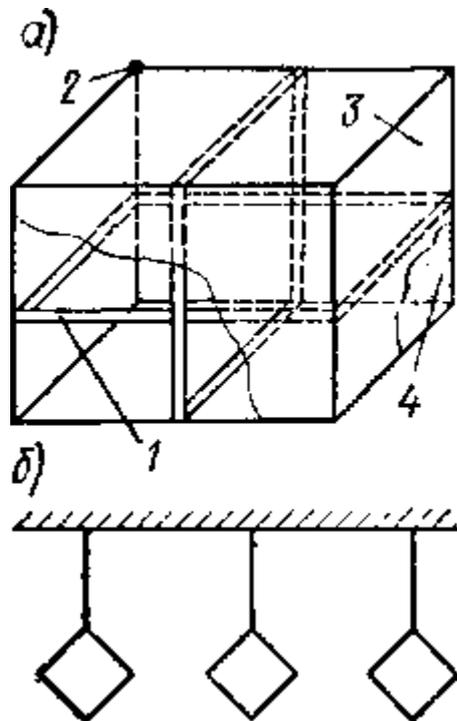


Рис. 5. Объемные звукопоглотители:

а — конструкция; б — схема размещения; 1 — каркас; 2 — точка подвеса; 3 — оболочка; 4 — звукопоглотитель

Штучные звукопоглотители представляют собой объемные звукопоглощающие тела, например конусы, призмы, параллелепипеды, подвешиваемые к потолку (рис. 5).

Величина снижения уровня шума при применении звукопоглощающих облицовок составляет 6...8 дБ, что соответствует снижению громкости в 1,5 раза.

Одним из методов уменьшения шума является устройство звукопоглощающих ограждений (рис. 6). Механизм передачи звука через такое ограждение состоит в том, что звуковая волна, падающая на ограждение, приводит его в колебательное движение

с той же частотой. В результате этого ограждающая конструкция сама становится источником звука. Но величина излучаемой звуковой мощности гораздо меньше звуковой мощности, падающей на ограждение со стороны источника шума, так как большая часть звуковой энергии отражается от ограждения.

Звукоизолирующие качества ограждений характеризуются коэффициентом звукопроницаемости

$$\tau = I_{\text{пр}} / I_{\text{пад}} = p_{\text{пр}}^2 / p_{\text{пад}}^2$$

где $I_{\text{пр}}$, $p_{\text{пр}}$ — интенсивность и звуковое давление прошедшего звука; $I_{\text{пад}}$, $p_{\text{пад}}$ — интенсивность и звуковое давление падающего звука.

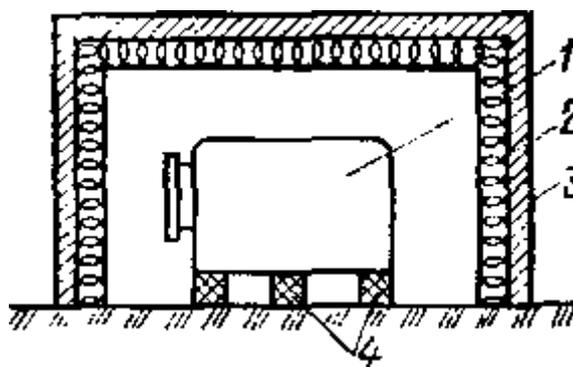


Рис. 6. Звукоизолирующий кожух:

1 — шумный агрегат; 2 — звукопоглотитель; 3 — звукоизолирующее ограждение; 4 — амортизаторы

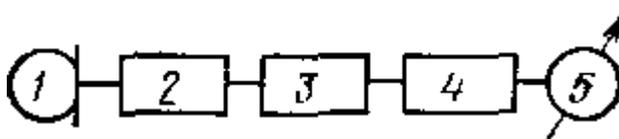


Рис. 7. Схема-измерении шума:

1 — измерительный микрофон; 2 — усилитель; 3 — анализатор частоты (фильтр); 4 — детектор; 5 — индикатор

На практике удобнее пользоваться величиной звукоизолирующей способности ограждения

$$R = 10 \lg (1/\tau)$$

Для однослойной однородной перегородки

$$R = 20 \lg (mf) - 47,5$$

где t — масса 1 м² ограждения, кг; f — частота звука, Гц.

Однако эта зависимость справедлива только для определенной области частот.

Часто бывает невозможно уменьшить шум до допустимых пределов. В этих случаях необходимо пользоваться средствами индивидуальной защиты — наушниками, шлемами или специальными вкладышами, перекрывающими ушные раковины.

Основным прибором для измерения шума служит шум