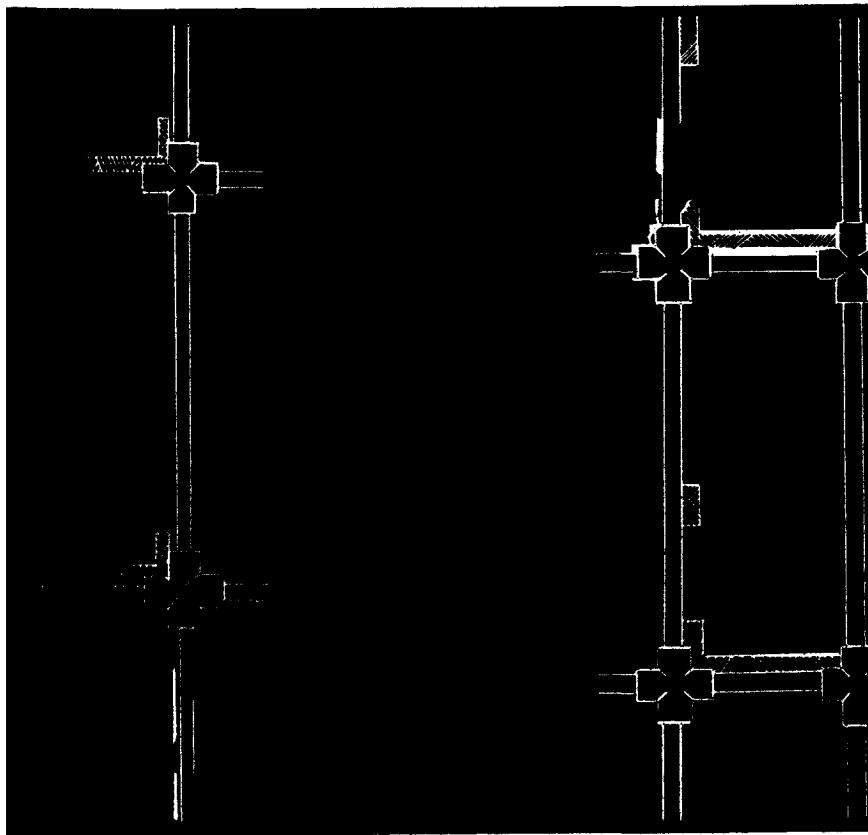
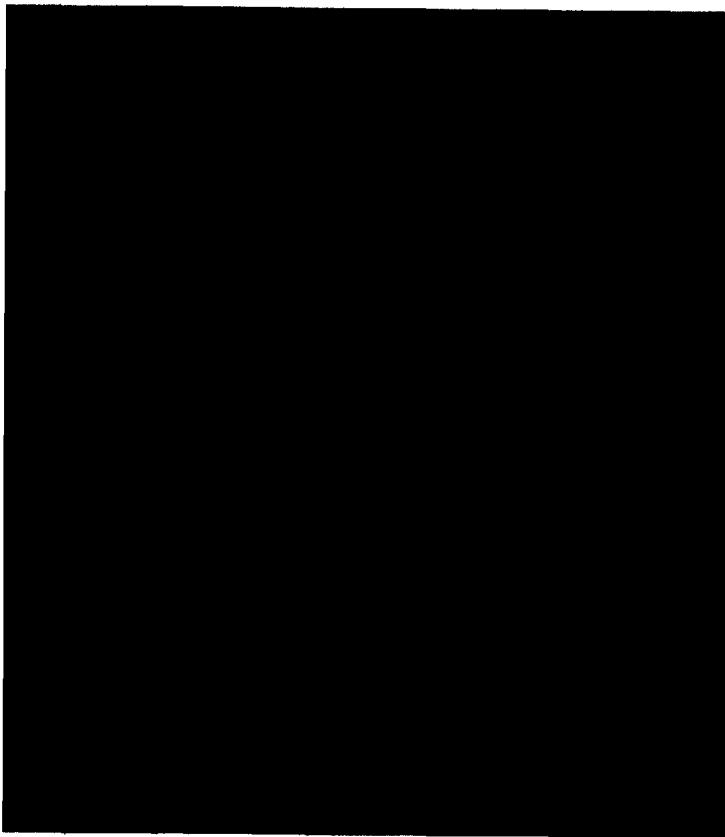


**С. Г. СТАШЕВСКАЯ**



# **БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ НА ЛЕСАХ И ПОДМОСТЯХ**

**Цена 21 коп.**



С. Г. СТАШЕВСКАЯ

# БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ НА ЛЕСАХ И ПОДМОСТЯХ

(Издание второе)



ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ  
Москва — 1971

6C6.04

С 78

УДК 69.057.6 : 658.382.3

**С78 Сташевская С. Г.**

Безопасность работ на лесах и подмостях.  
Изд. 2-е. М., Стройиздат, 1970.  
80 с. с илл.

В брошюре рассмотрены конструкции лесов и подмостей, применяемые в нашей стране и за рубежом. Изложены материалы по анализу причин их аварий и повреждений во время эксплуатации на стройках. Приведены безопасные методы монтажа эксплуатации и демонтажа лесов и подмостей.

Брошюра предназначена для рабочих, техников и инженеров, связанных с монтажом, эксплуатацией, изготовлением и проектированием лесов и подмостей, применяемых при различных видах строительно-монтажных работ.

6C6.04

## В В Е Д Е Н И Е

В нашей стране забота о благе народа, об улучшении условий труда, производственной санитарии и техники безопасности на предприятиях и стройках является общегосударственной задачей. Большое внимание уделяется оснащению строительства современными машинами и механизмами, облегчающими труд рабочих и повышающими его производительность. Одновременно разрабатываются и совершенствуются конструкции временных и вспомогательных сооружений, к которым относятся и строительные леса.

Леса и подмости используют в промышленном и гражданском строительстве, при ремонтных и реставрационных работах.

В большинстве случаев применяют металлические леса и подмости различных конструкций. Каждый тип лесов предназначен для определенных видов работ (каменных, отделочных, монтажных), поэтому при расчете лесов нагрузки на них принимают в зависимости от вида выполняемой работы.

Известны случаи аварий и даже жертв при неисправном использовании лесов и подмостей. Поэтому рабочим и инженерно-техническим работникам, связанным с изготавлением, монтажом и эксплуатацией лесов и подмостей, очень важно знать характерные причины аварий и повреждений лесов и подмостей, а также особенности их расчета и конструирования, обеспечивающие безопасный труд рабочих.

## *Глава I*

# **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ И КОНСТРУКЦИЙ УЗЛОВЫХ СОПРЯЖЕНИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В НАШЕЙ СТРАНЕ И ЗА РУБЕЖОМ**

### **1. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЛЕСОВ**

Леса и подмости, обеспечивающие безопасные условия труда рабочих, являются необходимыми устройствами при выполнении различных видов строительно-монтажных работ.

В современном строительстве применяют большое количество различных типов лесов и подмостей, отличающихся одни от других своими конструктивными и эксплуатационными качествами.

В основном такие различия заключаются прежде всего в многообразии схем узловых сопряжений.

Существенные различия бывают в общей схеме лесов. Наиболее широкое распространение получила прямоугольная сетка лесов, представляющая конструкцию, состоящую из вертикальных (стойки) и горизонтальных (ригели, поперечины) элементов. Такой тип лесов применяют в нашей стране и во многих зарубежных странах (рис. 1).

Кроме того, существует тип лесов, конструктивная схема которых существенно отличается от лесов с прямоугольной сеткой (рис. 2). Такие леса разработаны и успешно применяют в Италии. Эту конструкцию собирают из отдельных трубчатых элементов при помощи X-образных и У-образных хомутов-фасонок, образующих треугольную сетку лесов. Такая структура лесов является очень жесткой в эксплуатации. Однако для правильной и наиболее эффективной работы конструкции требу-

ется высокая точность изготовления и точность сборки, возможная только при наличии квалифицированной рабочей силы.

В строительных и проектных организациях нашей страны имеется свыше ста разновидностей лесов и подмостей. Несмотря на то что многие из них и при-

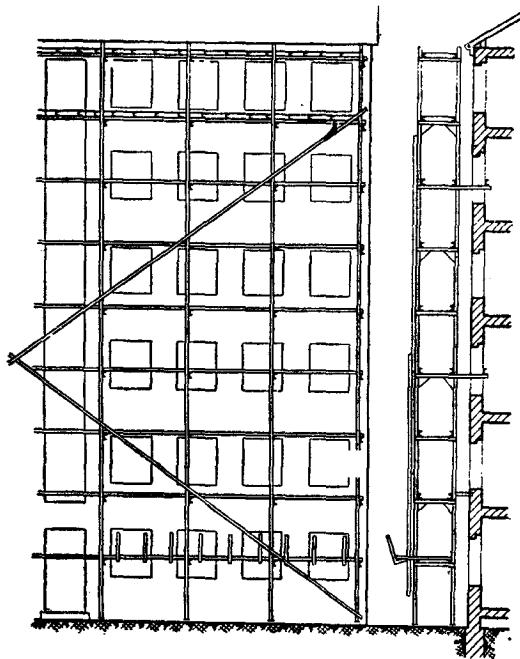


Рис. 1. Прямоугольная сетка лесов (фасад и разрез)

меняют на стройках, они не отвечают требованиям безопасности при строительно-монтажных работах и не соответствуют новой технологии в строительстве.

Типы лесов можно классифицировать следующим образом: стоечные (из металлических труб, из алюминиевых труб, из деревянных стоек и деревянных лестниц), рамные, подвесные струнные, подъемно-подвесные, катучие, передвижные, выпускные.

Подмости можно разделить на сборно-разборные, блочные, с механизированным подъемом рабочих настилов, передвижные.

Металлические трубчатые леса в СССР начали широко применять с 1938 г., в основном для наружных штукатурных и других отделочных работ.

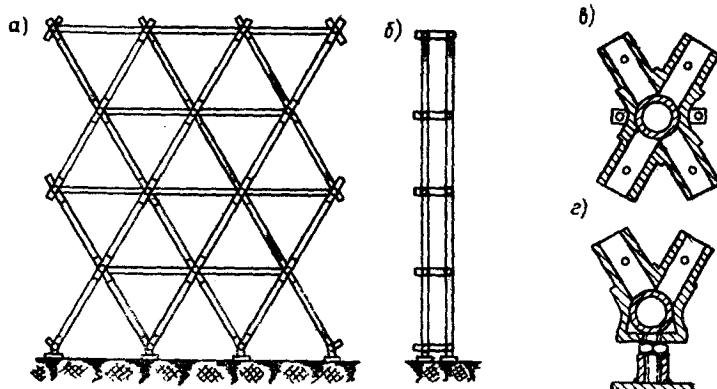


Рис. 2. Треугольная сетка лесов

а — фасад лесов; б — разрез; в — Х-образный хомут-фасонка для соединения элементов; г — У-образный хомут-фасонка для соединения элементов в опорном узле

В 1940 г. было известно около тридцати систем трубчатых лесов, которые отличались одна от другой как по схеме каркаса, так и по соединительным узловым и стыковым деталям.

Однако многие из этих типов лесов теперь не соответствуют требованиям техники безопасности и современной технологии производства работ (применение контейнеризации стеновых материалов, подачи их башенным краном и т. д.).

В 1953 г. по предложению некоторых министерств и ведомств было рассмотрено одиннадцать типов и систем металлических трубчатых лесов.

В результате предварительного отбора было выделено для анализа шесть типов металлических лесов, по которым даны характеристики и сравнительные таблицы показателей стоимости, расхода материала, трудоемкости монтажа и демонтажа и т. д.

Анализ отобранных типов лесов был произведен разработниками Центрального научно-исследовательского института организации, механизации и технической помощи строительству (ЦНИИОМТП) с целью рекомендации лучших из них к широкому применению. При этом в первую очередь учитывали такие их качества, как высокую надежность, универсальность, пригодность для применения в самых различных условиях, монтажные качества и технологичность изготовления, а также стоимость, трудоемкость монтажа и демонтажа, расход материалов на единицу площади и т. д.

Предложенные к отбору леса относились к двум основным типам:

- а) с фиксированным расположением элементов в каркасе лесов, т. е. с неизменяемой схемой и габаритами;
- б) с изменяемой (универсальной) схемой каркаса и изменяемыми габаритами.

К первому типу относятся:

трубчатые леса Ленпромстроя по проекту серии Э-507 Промстройпроекта (рис. 3);

трубчатые леса треста № 4 Министерства нефтяной промышленности (конструкция Шефера);

универсальные леса-подмости (трубчато-уголковые) системы Козлова;

унифицированные леса-подмости из уголковой стали ГУЖВ МПС.

Ко второму типу относятся:

трубчатые леса ВНИОМС (рис. 4);

трубчатые леса системы Ершова.

Анализ показал, что трубчатые леса ВНИОМС и Ленпромстроя являются лучшими из применявшихся на стройках, так как при их разработке был учтен опыт конструирования и применения многих разновидностей и систем трубчатых лесов.

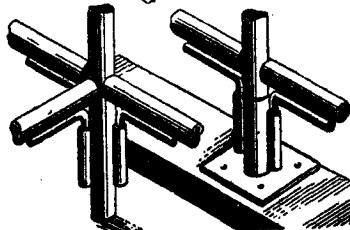
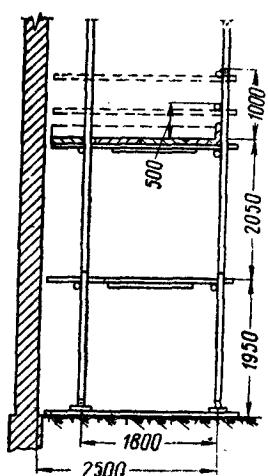
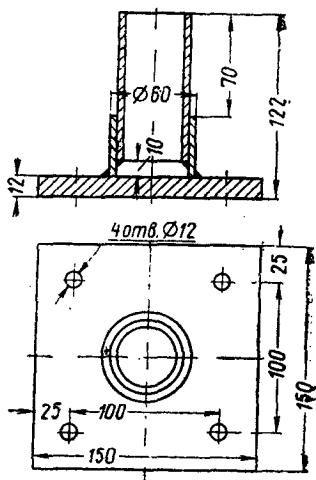


Рис. 3. Металлические трубчатые леса Ленпромстроя по проекту серии Э-507 Промстройпроекта. Детали сопряжения элементов

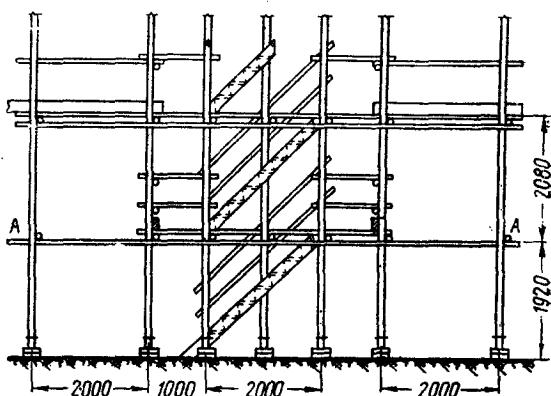
a)



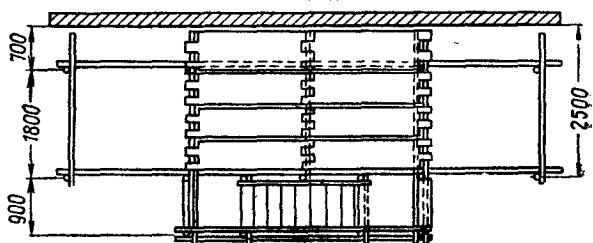
б)



в)



A-A



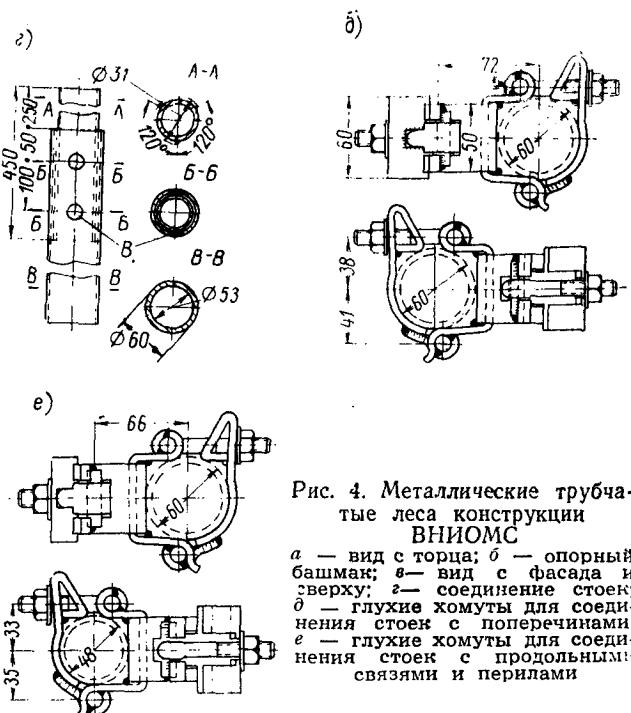


Рис. 4. Металлические трубчатые леса конструкции  
ВНИОМС

*a* — вид с торца; *b* — опорный башмак; *c* — вид с фасада и сверху; *d* — соединение стоек; *e* — глухие хомуты для соединения стоек с поперечинами; *f* — глухие хомуты для соединения стоек с продольными связями и перилами

На основе обобщения результатов технико-экономического анализа лесов каждого типа можно сделать следующие выводы.

Ни один из рассмотренных типов металлических лесов не удовлетворяет полностью предъявляемым требованиям техники безопасности и современной технологии производства работ.

Более полно требованиям техники безопасности и технологии производства каменных и отделочных работ отвечают металлические трубчатые леса по проекту ВНИОМСа и трубчатые леса Ленпромстроя по проекту серии Э-507 Промстройпроекта.

Анализ данных об удельном расходе металла двух типов лесов — Ленпромстроя и ВНИОМСа — и сравнительное сопоставление стоимости изготовления их показывают, что существенного различия по этим показателям для указанных типов лесов нет.

Металлические трубчатые леса ВНИОМСа для каменной кладки стен промышленных зданий высотой до 40 м и отделочных работ для зданий высотой до 60 м представляют собой конструкцию из расчлененных элементов, сопрягаемых между собой в процессе монтажа при помощи соединительных хомутов и обладающих значительной универсальностью и самыми широкими возможностями их применения в строительстве.

Каркас лесов состоит из двух рядов стоек, устанавливаемых на опорные башмаки и соединяемых поперечинами, продольными диагональными связями и перилами. Продольные горизонтальные связи, перила, устанавливаемые по наружному ряду стоек в крайних пролетах лесов, и диагональные связи обеспечивают жесткость лесов в продольном направлении.

Обеспечение поперечной устойчивости лесов достигается креплением их к возводимой стене, а также надежным устройством основания лесов.

Металлические трубчатые безболтовые леса конструкции Ленпромстроя (серия Э-507) для кладки стен и для отделочных работ на фасадах зданий высотой до 40 м относятся к разряду инвентарных лесов, собираемых из расчлененных элементов по фиксированной, т. е. неизменяемой, схеме.

Леса представляют собой каркасную пространственную систему, состоящую из стоек и ригелей, соединяемых при помощи крюков и патрубков без применения болтов. Лесам конструкции Ленпромстроя, а также другим лесам, собираемым на безболтовых сочленениях по фиксированной схеме, присущи такие положительные качества, как относительно меньшая трудоемкость сборки и разборки, возможность использования на монтаже лесов рабочих относительно невысокой квалификации и отсутствие необходимости применения при выполнении монтажных работ каких-либо монтажных инструментов (за исключением молотков).

Леса конструкции Ленпромстроя с фиксированным расположением узлов сопряжений уступают получившим широкое распространение в практике строительных организаций трубчатым лесам на соединительных хомутах типа ВНИОМС или подобным им.

Леса конструкции Ленпромстроя отличаются простотой сборки и в основном удовлетворяют требованиям строительно-монтажных работ. Однако в случаях уста-

жновки их на фасадах зданий, имеющих ступенчатую форму по высоте или в плане, конструкция Ленпромстроя с ее фиксированным шагом расстановки стоек и фиксированным расположением узлов сопряжений элементов, образующих ярусы, не всегда может обеспечить полную безопасность работ и удобства эксплуатации лесов.

Таким образом, леса Ленпромстроя, как это можно заключить из рассмотрения и оценки их эксплуатационных качеств, не могут вполне удовлетворить всем необходимым требованиям.

Обладая достаточно высокими монтажными качествами, эти леса уступают лесам на соединительных хомутах в универсальности применения, в технологичности изготовления их при массовом способе производства.

Поэтому при отборе типов, рекомендуемых к широкому применению металлических лесов, первое место занимают трубчатые леса типа ВНИОМСа на соединительных хомутах штампованной или литой конструкции (см. рис. 4, *д*, *е*).

Эти леса наиболее отвечают разнообразным условиям применения их в строительстве.

Учитывая, что леса Ленпромстроя выгодно отличаются простотой сборки и во многих случаях по своей фиксированной монтажной схеме удовлетворяют требованиям производства кладочных или отделочных работ, их также можно рекомендовать для распространения в практике строительных организаций наряду с трубчатыми лесами на соединительных хомутах.

## 2. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПОДМОСТЕЙ

В настоящее время применяют большое количество подмостей разнообразных конструкций, устанавливаемых на перекрытиях при высоте этажа до 3 м и больше. Эти подмости можно разделить на две основные группы:

1) подмости, состоящие из отдельных элементов, в число которых входят: опоры в виде рам (конвертов) или стоек, прогоны, перекрывающие пролеты между опорами подмостей, и щиты, настилаемые по прогонам,

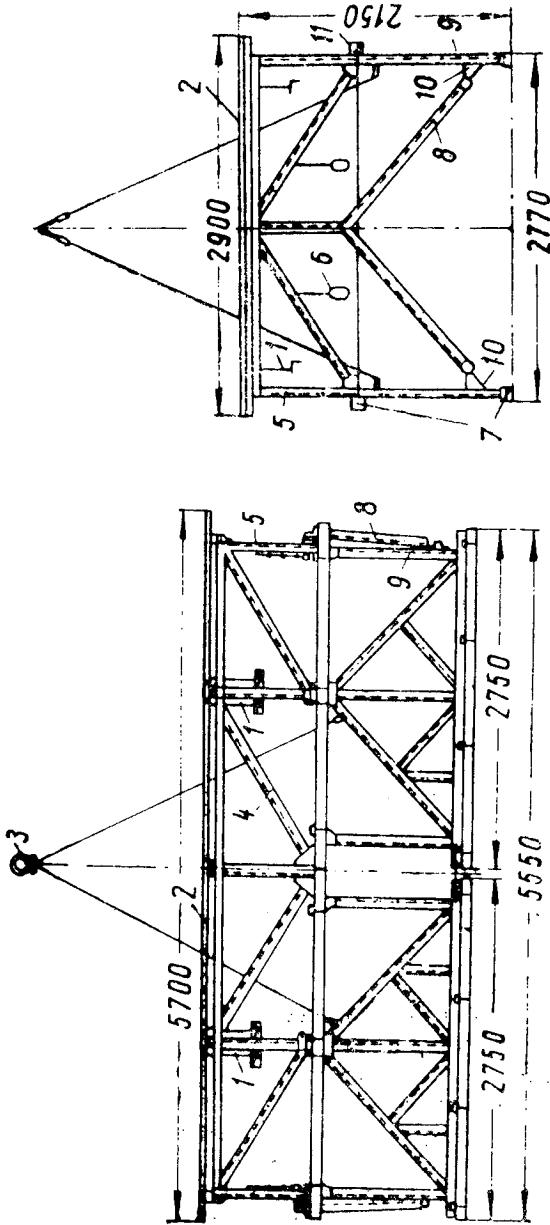


Рис. 5. Конструкция панельных подмостей  
 1 — подъемные съబы; 2 — съебы; 3 — деревянный настый; 4 — стропы опор; 5 — металлическая рама; 6 — крючки;  
 6 — гибкие поперечки; 7 — деревянные брусья; 8 — съемные раскосы; 9 — складывающиеся опоры; 10 —  
 кронштейны; 11 — оси шарниров

К этим подмостям относятся следующие системы:

а) Н. А. Руффеля — Гипрооргстроя из металлических грубчатых телескопических раздвижных стоек, деревянных прогонов и щитового настила;

б) Г. П. Масленникова, конструктивно похожие на предыдущие;

в) И. П. Ширкова из металлических стоек и прогонов, деревянного настила и подлесков;

г) СКО КВО (на конвертах);

2) подмости, состоящие из укрупненных блоков (крупнопанельные):

а) панельные Главмосстроя (Карабаровского механического завода) — наиболее распространенные (рис. 5);

б) крупнопанельные треста «Строитель» (рис. 6);

в) шарнирно-панельные треста 94 б. Владимирского СНХ (рис. 7);

г) крупнопанельные выдвижные конструкции

Ф. И. Крота (рис. 8) и др.

В строительстве применяют также подмости непрерывного подъема. Настилы этих подмостей в пределах одного этажа можно при помощи простых приспособлений поднимать постепенно по мере возвышения уровня кладки. Переменная высота рабочих настилов дает возможность улучшать и облегчать условия труда каменщиков. К этим подмостям следует отнести следующие системы:

а) В. Н. Першина (рис. 9), подъемные из трубчатых стоек, опорных башмаков, подкосов, соединенных со стойками при помощи болтов, скользящих по стойкам муфт, зацепов, металлических прутковых прогонов, по перечных балочек, щитов настила и рычажных домкратов. К стойкам по всей высоте приварены зубчатые рейки из полосовой стали, служащие для подъема подмостей;

б) Ф. И. Мальцева, подъемные из стоек, штоков, деревянных или металлических прогонов, щитового настила и подъемных лебедок;

в) Ф. М. Пецка (рис. 10), подъемные, состоящие из стоек с башмаками, вставных штоков скользящих муфт, шпренгельных прогонов, продольного настила, переносных лебедок и тросов к ним.

По данным ЦНИИОМТП, расход металла на 1 м<sup>2</sup> настила в подмостях Пецка значительно меньше, чем в подмостях Першина и Мальцева. Подмости Пецка требу-

ют меньшей затраты труда при монтаже, демонтаже и подъеме настилов по сравнению с другими типами подмостей.

В результате анализа конструкций подмостей можно сделать следующие выводы.

Подмости, состоящие из отдельных элементов, уступают крупнопанельным подмостям по технико-экономическим показателям, так как наличие укрупненных мон-

тажных элементов пакетных подмостей с установкой и перестановкой их башенным краном позволяет снизить трудоемкость работ.

Рассмотрение примеров организации кладки с различных поярусных подмостей показывает, что технология каменных работ находится в большой зависимости от конструкции подмостей и лесов.

Анализ этой зависимости показывает, что поярусный способ возведения стен не дает возможности существенно влиять на увеличение производительности труда.

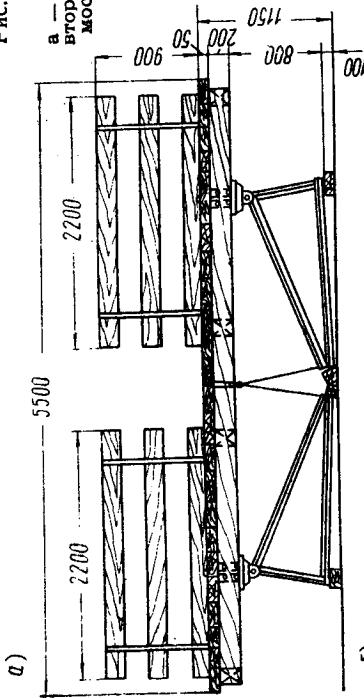
Рис. 6. Пакетные подмости треста «Строитель»  
а — для второго яруса; б — для третьего яруса; 1 — стойка; 2 — прогон; 3 — настил; 4 — подкос

да и сокращение сроков строительства. Поярусный порядок кладки стен препятствует широкому распространению передовых, высокопроизводительных методов кирпичной кладки. Существенным недостатком работы с поярусных подмостей является также и то, что, укладывая первые от настила ряды яруса, каменщики вынуждены работать в неудобном положении, согнувшись или стоя на колене.

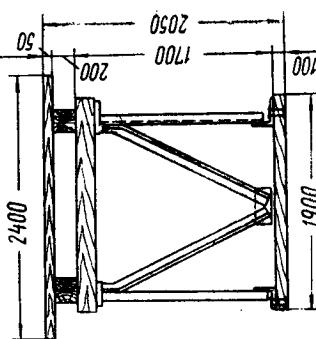
Трудно работать каменщику и при окончании кладки яруса, когда он вынужден привстать на носки и класть кирпичи вытянутыми руками.

Рис. 7. Шарнирно-панельные ПДА-мости

а — положение подмостей для кладки второго яруса; б — положение подмостей для кладки третьего яруса



а)



б)  
Удержание условно не показано

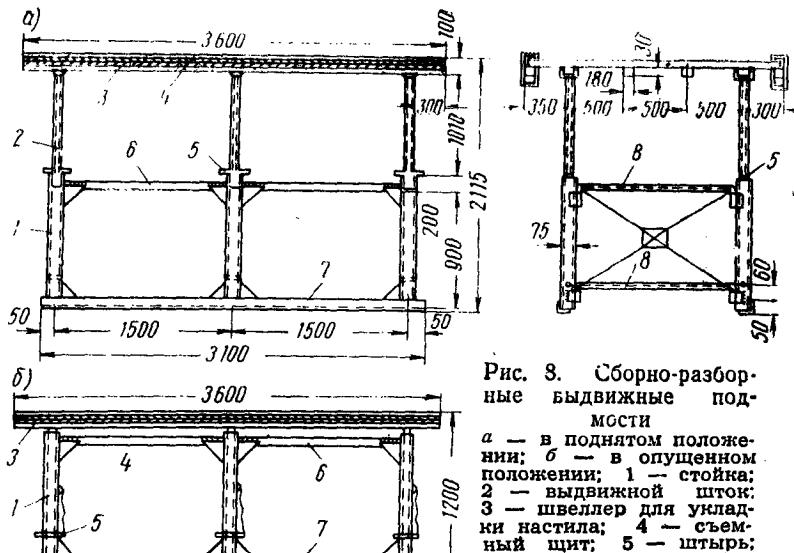


Рис. 8. Сборно-разборные выдвижные подмости

*a* — в поднятом положении; *б* — в опущенном положении; 1 — стойка; 2 — выдвижной шток; 3 — швеллер для укладки настила; 4 — съемный щит; 5 — штырь; 6 — верхнее крепление стоек звена; 7 — нижнее крепление стоек звена; 8 — скобы

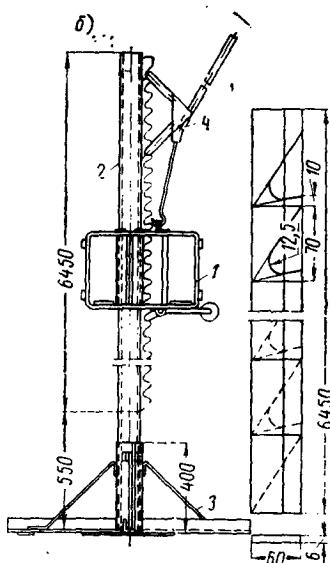


Рис. 9. Подъемные подмости конструкции В. Н. Першина  
*а* — поперечный разрез; *б* — конструкция стойки; 1 — хомут; 2 — стойка; 3 — башмак; 4 — домкрат

Конструкции подъемных подмостей устраниют недостатки поярусных подмостей, обеспечивая возможность сохранять наиболее удобное для работы положение каменщика относительно уровня кладки, и следовательно, вести кладку с максимальной производительностью труда.

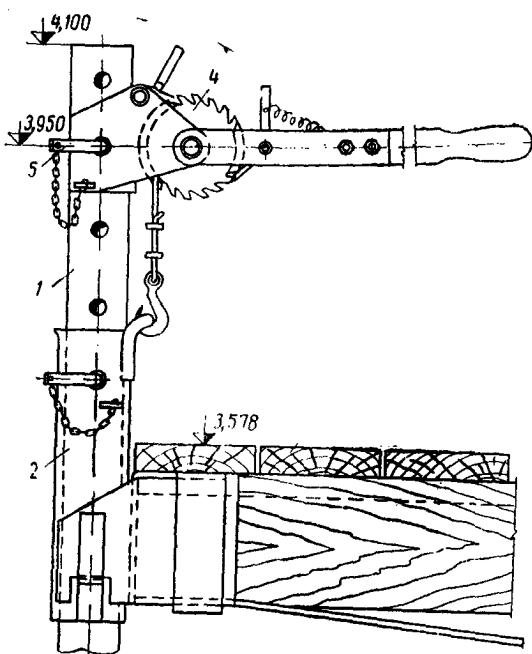


Рис. 10. Подъемные подмости конструкции

Ф. М. Пецка

1 — стойка; 2 — муфта; 3 — настил; 4 — лебедка;  
5 — штырь

Эти подмости названы подмостями непрерывного подъема, так как конструкция их позволяет непрерывно перемещать настил подмостей по всей высоте здания независимо от числа этажей, без разборки настила и укладки его вновь после переноса на каждый следующий этаж. Возможность такого непрерывного перемещения настила позволяет не только ~~бесперебойную~~ ~~плиточную~~

высоту уровня кладки относительно поверхности настила, но и значительно лучше организовать рабочие места каменщиков, расставить инвентарь, проложить на настиле каталльные ходы и пути для горизонтального транспорта.

Таким образом, подмости непрерывного подъема, перемещающиеся по всей высоте здания без перерыва в кладке, позволяют создать наиболее выгодные условия труда кладчиков.

### 3. АНАЛИЗ ПОДВЕСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЛЕСОВ

В строительстве промышленных и гражданских зданий с металлическими и железобетонными каркасами применяют различные типы подвесных лесов, разработанные отдельными организациями исходя из разных расчетных и эксплуатационных данных. Эти разновидности подвесных конструкций лесов можно классифицировать следующим образом: подвесные струнные леса, подвесные подъемные леса, подвесные катучие леса.

В 1953 г. ВНИОМС произвел технико-экономический и конструктивный анализ и отбор подвесных струенных лесов для каменной кладки и отделочных работ в каркасных зданиях.

В результате технико-экономического анализа ни одна из указанных конструкций подвесных струенных лесов не была отобрана (ввиду наличия в них отдельных конструктивных и технических недостатков).

Была разработана новая схема подвесных струенных лесов системы ВНИОМС с использованием отдельных решений лесов, подвергнутых анализу.

Инвентарные подвесные струнные леса (рис. 11) используют для каменной кладки стен и при отделочных работах в зданиях каркасного типа высотой до 50 м.

Леса применяют в основном для производства работ снаружи здания; при необходимости они могут быть применены для внутренних работ с подвеской струн к строильным фермам промышленных цехов, зданий театрального типа и т. п.

Конструкция лесов предусматривает выполнение кладки стен ярусами высотой по 1 м и отделочных работ высотой по 2 м.

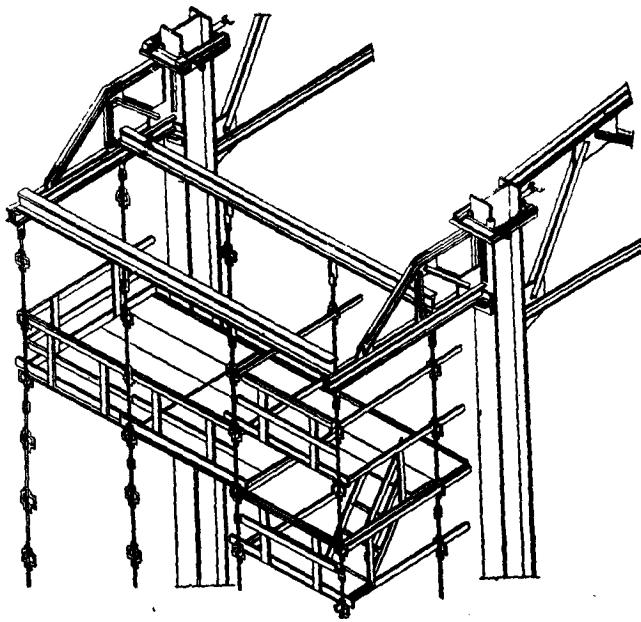


Рис. 11. Подвесные струнные леса

Леса состоят из элементов поддерживающей конструкции и элементов подвесной конструкции. Основные элементы лесов — поддерживающие конструкции (кронштейны, хомуты для закрепления кронштейна к колоннам каркаса здания, балки для подвешивания струн, связи для передачи горизонтальных ветровых усилий) и струны (подвески) — запроектированы из прокатной стали. Щиты настила и ограждения предусмотрены из досок, прогоны запроектированы в двух вариантах — из досок и проката швеллерного профиля.

Струны лесов представляют собой цепи из отдельных звеньев, изготовленных из круглой стали диаметром 19 мм.

Отдельные звенья струн соединяются между собой при помощи карабинов, что по сравнению с другими применяемыми в настоящее время конструкциями (например, лесами Н. З. Тюленева) улучшает работу стру-

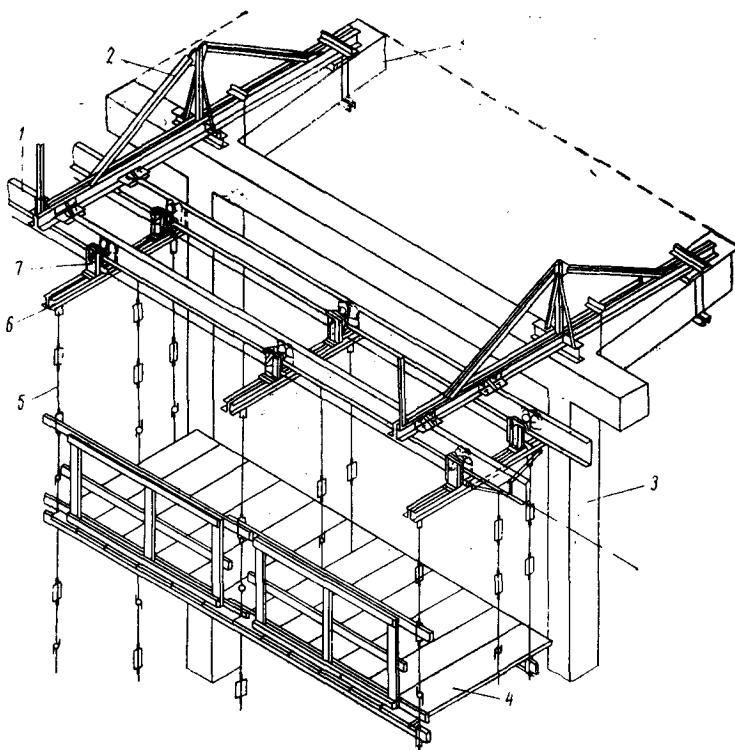


Рис. 12. Катучие подвесные струнные леса, прикрепленные к железобетонному каркасу здания

1 — монорельсы; 2 — поддерживающие кронштейны; 3 — железобетонный каркас здания; 4 — настилы с ограждением; 5 — струны; 6 — грузовые траверсы; 7 — каретка

ны, обеспечивая центральную передачу усилия. Подобное соединение не вызывает дополнительного изгиба и уменьшает трудоемкость монтажа и демонтажа лесов. Принятое соединение отдельных звеньев дает возможность складывать струну в пакеты при транспортировании, хранении и монтаже.

Катучие подвесные струнные леса (рис. 12) используются для кладки стен каркасных зданий и для отделочных работ при строительстве каркасных зданий высотой до 80 м и значительной протяженности (прокатные и мартеновские цехи, ангары и т. п.).

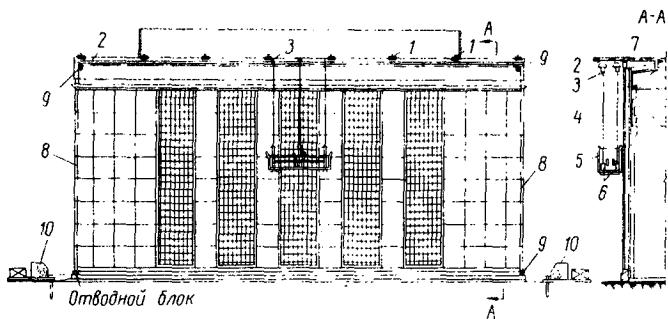


Рис. 13. Катучие подъемно-подвесные леса

1 — консольные балки; 2 — монорельсы; 3 — каретка; 4 — тросы; 5 — люлька; 6 — лебедки; 7 — тяговая цепь; 8 — трос с тяговой траверсой; 9 — отводной блок; 10 — лебедки

Леса состоят из поддерживающей и подвесной передвижной конструкций. Элементами поддерживающей конструкции являются кронштейны, прогоны и монорельсы, предназначенные для перемещения лесов вдоль строящегося здания.

К элементам подвесной конструкции относятся каретки, грузовые траверсы, струны, настилы с ограждением и стремянки для подъема рабочих на настил.

Леса можно применять как с наружной, так и с внутренней стороны здания. Струны являются несущими элементами лесов, воспринимающими нагрузки, действующие на настил. Леса перемещают при помощи троса, прикрепленного одним концом к траверсе, а другим — к лебедке.

Катучие подъемно-подвесные леса (рис. 13) предназначены для производства наружных отделочных работ на строительстве каркасных и бескаркасных зданий, а также для заполнения каркасов. Подъемно-подвесные леса перемещают вдоль фронта работ при помощи картек.

Леса рассчитаны на временную нагрузку 200 кГ/м<sup>2</sup>. Они состоят из элементов поддерживающей и подъемно-подвесной передвижной конструкций.

К первой относятся консольные балки с прикрепленными к ним монорельсами, ко второй — каретки, тросы, рамки или металлические люльки с двумя ручными лебедками. Люльки подвешивают на тросах диаметром 14 мм к грузовым траверсам, которые в свою очередь прикреплены к кареткам. Подъем и спуск лесов осуществляют лебедками непосредственно с настила.

#### 4. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ УЗЛОВЫХ СОПРЯЖЕНИЙ

Анализ конструкций узловых сопряжений, произведенный на основе патентных материалов наиболее развитых стран мира (СССР, США, Англии, Франции, Италии, ФРГ, ГДР, Чехословакии, Австралии, Бельгии, Дании, Норвегии, Румынии и Швейцарии), позволил все существующие конструктивные формы узловых соединений разделить на следующие основные группы:

- клиновые конструкции узлов (хомутов);
- болтовые конструкции узлов (хомутов);
- сборные конструкции узлов (без специальных элементов — хомутов).

Болтовые конструкции хомутов в свою очередь подразделяют на одноболтовые, двухболтовые и т. д. конструкции узлов.

При рассмотрении общих требований, предъявляемых к металлическим трубчатым лесам, необходимо выделить основные: пространственная жесткость конструкции, минимально допустимый собственный вес, транспортируемость и большая обрачиваемость, минимальное количество типовых элементов, минимум затрат по времени на монтаж и демонтаж, простота изготовления элементов лесов, надежность работы узловых соединений, жесткое сопряжение пересекающихся элементов (труб), простота конструкции узловых сопряжений. Чтобы дать характеристику какого-то конструктивного решения, следует учсть все необходимые требования.

Рассмотрим некоторые варианты клиновых конструкций узловых сопряжений.

На рис. 14 показан одноклиновой хомут (Швейцария), предназначенный для соединения двух пересекаю-

щихся труб. Такая конструкция хомута обеспечивает частичное защемление сопрягаемых элементов труб. Недостатком этого хомута является то, что при сборке ригель необходимо вводить в отверстие хомута.

Для соединения трех труб в один узел необходимо использовать два хомута и два клина.

Другая конструкция двухклинового хомута, применяемого в ФРГ, изображена на рис. 15. Такое решение сопряжения для соединения двух пересекающихся труб представляет собой узел с двумя хомутами в виде пространственных гнутых скоб и с двумя клиньями. Соединение ригеля со стойкой и с поперечиной осуществляется на самостоятельных хомутах. Хомуты дают только шарнирное соединение пересекаемых труб. Для соединения трех труб в один узел необходимы два хомута 4, 6 и два клина 5.

Эта конструкция довольно трудоемка при монтаже и не вполне надежна в эксплуатации.

Сложное по своей конструктивной форме решение узлового соединения применяют в Бельгии (рис. 16). Такой двухклиновой хомут для соединения двух пересекающихся под прямым углом труб, обеспечивающий только шарнирное сопряжение элементов, относительно сложен в изготовлении.

В этом случае для соединения трех труб в один узел необходимо использовать два хомута, что усложняет сборку и не является экономичным решением.

Лучшим по сравнению с рассмотренным выше примером является двухклиновой хомут, используемый во Франции (рис. 17). Такая конструкция обеспечивает соединение трех пересекающихся под прямым углом труб в один узел. Этот хомут обеспечивает шарнирное сопряжение соединяемых элементов. Однако некоторым не-

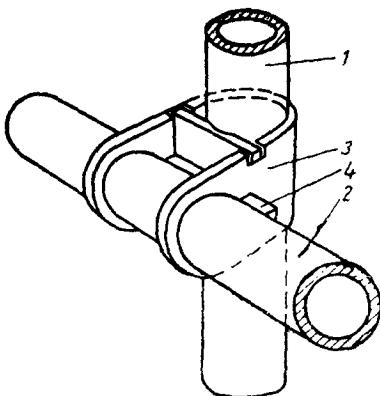


Рис. 14. Одноклиновой хомут для соединения двух пересекающихся труб [Швейцария]  
1 — стойка; 2 — горизонтальный элемент; 3 — хомут; 4 — клин

удобством при монтаже является то, что одна из труб должна вводиться в отверстие хомута.

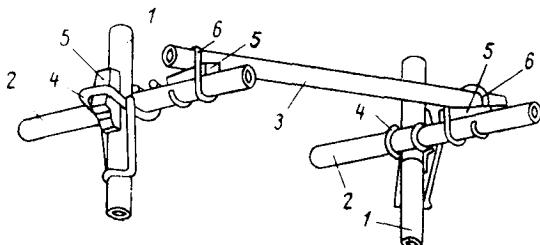


Рис. 15. Хомуты для соединения двух пересекающихся труб при помощи двух клиньев (ФРГ)

1 — стойка; 2 — ригель; 3 — поперечина; 4 — хомут для соединения стойки с ригелем; 5 — клин; 6 — хомут для соединения ригеля с перечиной

Рассмотренные примеры применяемых в настоящее время клиновых конструкций узловых соединений показывают, что такие конструкции сложны в изготовлении

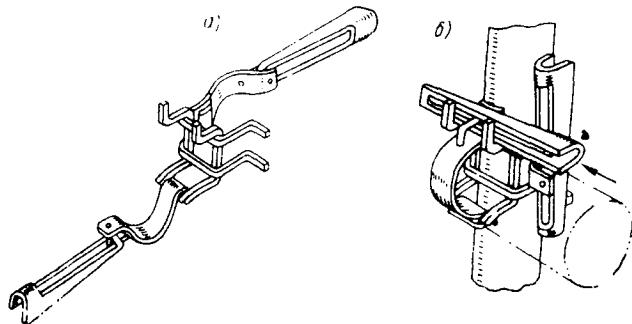


Рис. 16. Двухклиновой хомут для соединения пересекающихся под прямым углом труб (Бельгия)  
а — конструкция хомута; б — узел сопряжения двух труб

и монтаже, что ведет к большой трудоемкости и ненадежности работы лесов в целом. Этим и объясняется то обстоятельство, что во всех странах наибольшее распространение и развитие получили болтовые хомуты. Одна-

ко и здесь нельзя все существующие решения отнести к рациональным конструкциям.

Рассмотрим некоторые примеры конструкций болтовых хомутов.

Среди них наиболее простая в изготовлении и сборке конструкция одноболтового хомута (Англия) для соединения двух пересекающихся под прямым углом труб (рис. 18), обеспечивающая частичное защемление сопрягаемых элементов. При соединении трех труб необходимо применять два хомута.

Существует целый ряд конструкций болтовых хомутов для соединения двух труб, пересекающихся под углом  $90^\circ$ . Среди них можно отметить конструкцию, показанную на рис. 19 (Чехословакия).

Интересна конструкция хомута, позволяющего обеспечить соединение двух труб под любым углом, как это видно из рис. 20 (Дания).

Во Франции нашла применение оригинальная конструкция одноболтового хомута для соединения двух пересекающихся труб в один узел (рис. 21).

Рассмотренные конструкции болтовых соединений обладают общим недостатком — необходимостью применения двух и более хомутов при соединении трех (и более) элементов в один узел.

Подобных недостатков не имеют хомуты, разработанные специально для соединения многих элементов. Например, конструкция болтового хомута для соединения трех пересекающихся труб (ФРГ) (рис. 22).

Применяемый в Италии четырехболтовой узел соединения четырех и более труб (рис. 23) обеспечивает защемление соединяемых стержней, однако является слож-

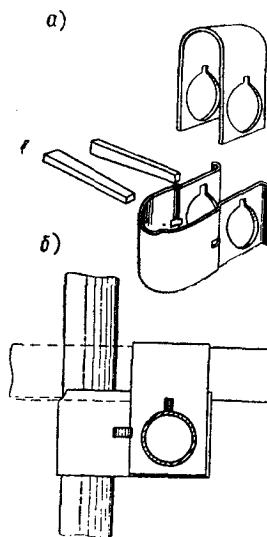


Рис. 17. Двухклиновой хомут для соединения трех пересекающихся труб в один узел (Франция)  
а — элементы конструкции хомута; б — узел в сборке

ным. Этот узел собирается из двух штампованных дисков на четырех болтах.

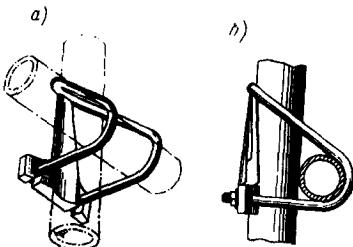


Рис. 18. Одноболтовой хомут для соединения двух пересекающихся под прямым углом труб (Англия)  
а — конструкция хомута; б — узел в сборке

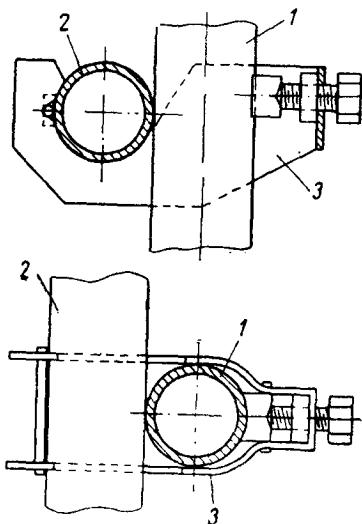


Рис. 19. Одноболтовой хомут для соединения двух пересекающихся под прямым углом труб (Чехословакия)

1 — стойка; 2 — горизонтальный элемент; 3 — хомут

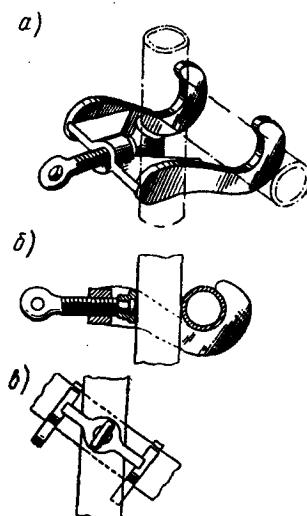


Рис. 20. Одноболтовой хомут для соединения двух труб (Дания)

а — конструкция хомута;  
б — соединение стойки с горизонтальным элементом;  
в — соединение стойки с наклонным элементом

Клиновые, так же как и болтовые сопряжения, как правило, имеют общий недостаток — при монтаже и демонтаже лесов значительная часть рабочего времени тратится на операции по закреплению хомутов и проверке надежности их работы.

Кроме того, все клиновые и болтовые хомуты обладают еще одним недостатком — они не исключают возможности скольжения настила лесов вместе с хомутом

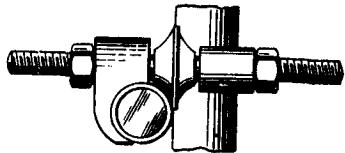


Рис. 21. Двухболтовой хомут для соединения двух пересекающихся труб (Франция)

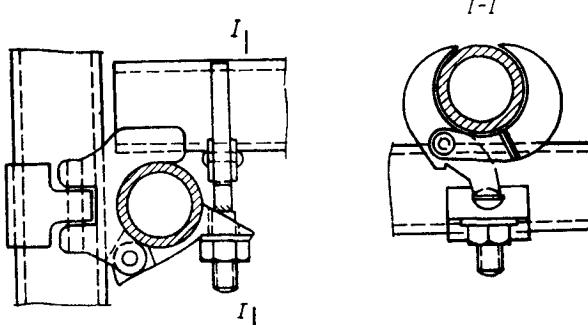


Рис. 22. Болтовой хомут для соединения трех пересекающихся труб (ФРГ)

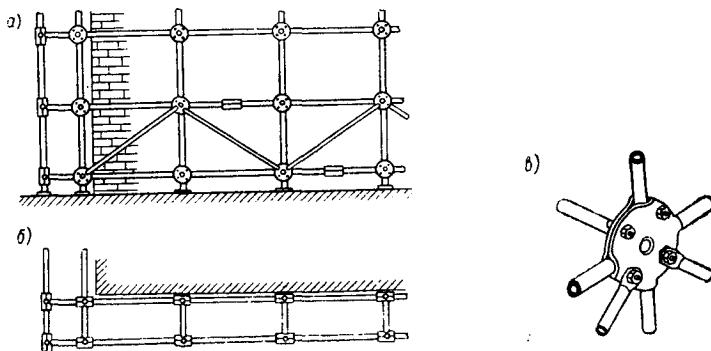


Рис. 23. Четырехболтовой узел соединения четырех и более труб в один узел (Италия)  
а — фасад лесов; б — план; в — конструкция узла

вниз по стойкам лесов. Поэтому приходится тщательно проверять работу хомута, а также сильно закручивать болты.

Сборные конструкции лесов лишены этих недостатков. Однако разработка их еще не получила нужного развития. Существующие конструкции сборных лесов или относятся к легким лесам (рис. 24, 25), или сборные элементы являются очень сложными в изготовлении (рис. 26, 27)

В конструкции лесов из Н-образных сборных элементов (см.

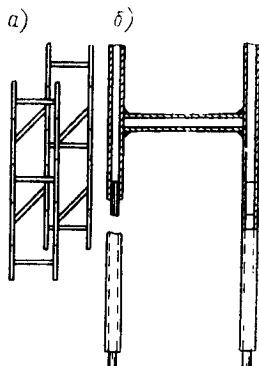


Рис. 24. Конструкция лесов из Н-образных сборных элементов (Бельгия)

а — схема соединения сборных элементов; б — конструкция Н-образного элемента

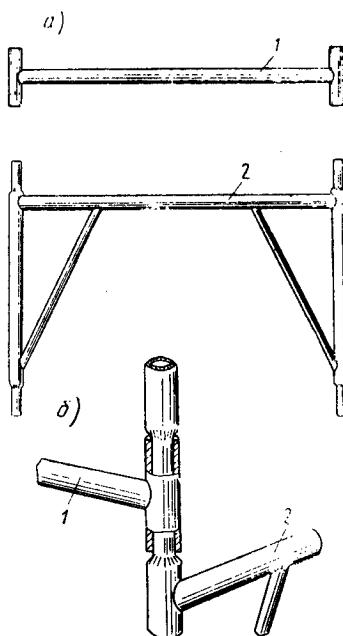


Рис. 25. Бесхомутовые леса из П- и Н-образных плоских сборных элементов (Австрия)

а — конструкции сборных элементов; б — узел сопряжения; 1 — Н-образный сборный элемент; 2 — П-образный сборный элемент

рис. 24) отсутствуют специальные соединительные элементы (хомуты). Наличие двух стыков по высоте стоек значительно снижает жесткость лесов. Кроме того, сборные элементы обладают худшей транспортабельностью, чем одноосные элементы, так как они наиболее подвергнуты деформированию. Вследствие этого соответственно снижается оборачиваемость сборных элементов.

На рис. 25 показаны бесхомутовые леса из П- и Н-образных плоских сборных элементов (Австрия). В этой конструкции введение частичных шарниров в двух ме-

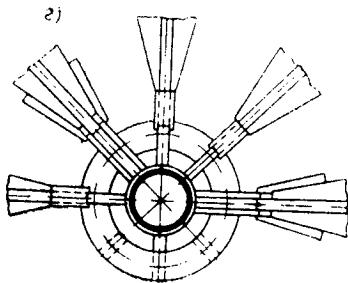
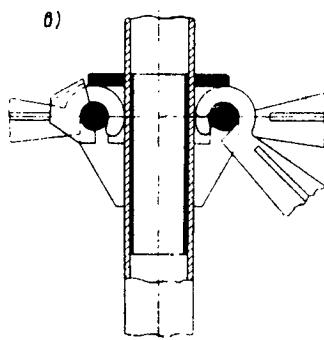
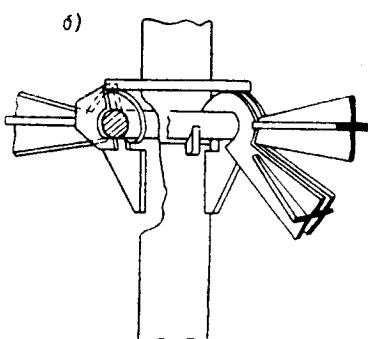
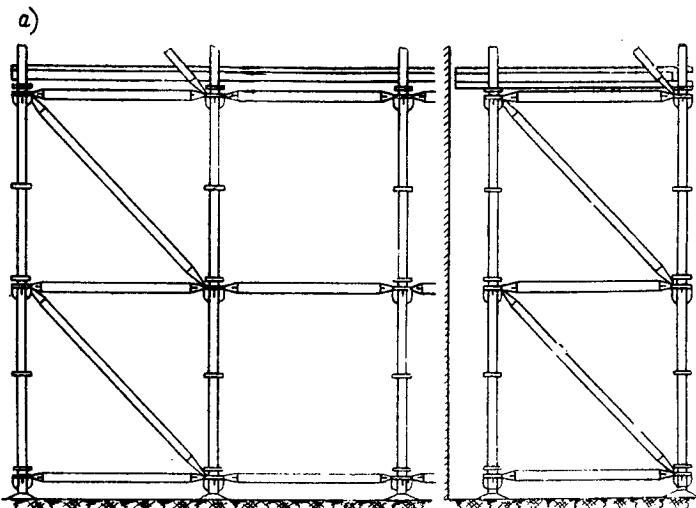


Рис. 26. Сборная конструкция узла (ФРГ)  
 а — схема лесов; б — конструкция узла; в — разрез узла; г — план узла

стах стойки значительно ухудшает работу стоек. Эти леса применяют преимущественно для малярных работ.

Сборная конструкция узла, изображенная на рис. 26, требует высокой точности изготовления сборных элементов, так как стержни имеют специальную сложную

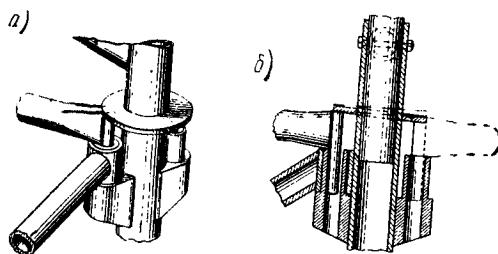


Рис. 27. Сборная конструкция узла (США)  
а — узел сопряжения, б — разрез по узлу

обработку концов, заканчивающихся крючьями и кольцом, приваренным к стойке.

Другая сборная конструкция узла (см. рис. 27) также сложна в изготовлении; стержни ее, заканчивающиеся штырями, требуют значительных затрат по обработке концов.

В настоящее время в нашей стране разрабатывают наиболее эффективные конструкции узловых сопряжений лесов. Решение этой задачи позволит предоставить в распоряжение строительных организаций надежные леса, отвечающие всем необходимым требованиям по изготовлению, монтажу и эксплуатации их.

---

## **АНАЛИЗ ПРИЧИН АВАРИЙ ЛЕСОВ И ПОДМОСТЕЙ**

При эксплуатации металлических лесов и подмостей бывают случаи их дефектной работы, которые могут привести к обрушению отдельных элементов или всей конструкции.

Леса и подмости представляют собой сооружения временного типа. После завершения работ на каком-либо строительном объекте их демонтируют и затем многократно используют на других работах и стройках.

Недостаточный учет особенностей применяемых лесов является причиной того, что часто существующие методы расчета, проектирования, изготовления и эксплуатации лесов и подмостей не обеспечивают надежности их работы.

Из-за недостаточного изучения характерных случаев обрушения лесов и подмостей часто происходят аварии, которые можно предотвратить, если знать причины их возникновения.

Кроме того, глубокий анализ причин повреждения или обрушения лесов помогает выявить ошибки, допущенные при проектировании или возведении этих конструкций, и устраниТЬ возможность повторения их в дальнейшем. Это также помогает оценить технические качества конструкции, способствует выявлению недостатков ее, помогает разработать наиболее совершенные варианты узловых сопряжений, креплений и т. д.

Аварии лесов могут привести к большим материальным убыткам и человеческим жертвам. При этом может возникнуть опасность тяжелого группового несчастного случая, так как на лесах, как правило, работают бригады рабочих.

Чтобы исключить возможность трагического исхода в

результате обрушений и повреждений лесов, необходимо всесторонне изучить причины, вызывающие их аварии. Только на основании такого анализа можно разработать мероприятия по их дальнейшему устраниению.

При анализе материалов некоторых аварий удается вскрыть новые стороны работы конструкции, которые не были учтены ранее при проектировании, при установке лесов и при их эксплуатации. В этих случаях можно получить новые данные о работе таких конструкций и после соответствующей экспериментальной проверки и обобщения полученного опыта вносить уточнения в нормы и технические условия проектирования и производства работ.

Произведенный анализ ряда аварийных случаев показал, что обрушения лесов происходят главным образом вследствие потери устойчивости стоек, вызванной различными факторами:

а) потерей общей устойчивости лесов, вызванной недостаточным или неправильным креплением всей конструкции к стене, ветровой нагрузкой, неравномерным опиранием стоек на грунт, а также другими факторами (размытие основания дождевыми осадками и пр.);

б) перегрузкой в результате скопления материалов и строительных деталей на настилах рабочих ярусов лесов, превышающих допускаемые величины;

в) различного рода динамическими воздействиями на элементы конструкции;

г) потерей прочности отдельных элементов лесов (стоец, поперечин, ригелей).

Однако по материалам исследовательской работы, проведенной в Центральном научно-исследовательском институте строительных конструкций (ЦНИИСК), установлено, что для лесов системы Ленпромстроя наиболее слабым звеном являются поперечные ригели, а не стойки.

При загружении трех ярусов лесов нагрузкой, превышающей расчетную более чем в полтора раза (принятую по данным Промстройпроекта), напряжения в наиболее загруженных стойках не превышали  $1200 \text{ кГ}/\text{см}^2$ , тогда как в загруженных ригелях они были более  $2000 \text{ кГ}/\text{см}^2$ , а в некоторых случаях даже достигали предела текучести.

Такое увеличение напряжений может привести к нарушению нормальной работы всех элементов конструк-

ции, что неизбежно повлечет за собой потерю прочности и устойчивости лесов и может привести к аварии.

Причины, приводящие к несчастным случаям и авариям лесов, можно классифицировать с целью их дальнейшего устранения.

В основном причины аварий подразделяют на три класса:

первый — неудовлетворительные проектирование и расчет;

второй — некачественное изготовление и монтаж;

третий — неправильная эксплуатация лесов и недостаточный технический надзор.

Первый класс причин аварий — это комплекс причин, вызванный неудовлетворительным проектированием лесов без учета действительных условий работы конструкций.

Аналитический учет влияния условий эксплуатации на несущую способность таких конструктивных сооружений, как леса, подмости, эстакады, в настоящее время по существу отсутствует.

Существующие расчеты (например, на температурные воздействия) не учитывают всех многообразных воздействий условий эксплуатации на несущую способность.

Условия эксплуатации конструкции могут значительно влиять на изменение свойств и состояние материалов конструкций, а также и на напряженное состояние самой конструкции. Особенности условий эксплуатации при проектировании лесов учитывают ориентировочно в виде ряда конструктивных мероприятий (например, защитная окраска металлических элементов лесов, промазка хомутов и стыков маслом и т. д.) или совсем не учитывают.

Проектирование лесов не всегда удовлетворяет требованиям их использования. Например, крепление лесов к вертикальной поверхности строительного объекта осуществляется при помощи анкерных пробок различных конструкций, расположенных в шахматном порядке через два яруса по высоте и через два пролета по длине здания.

Однако осуществить таким образом крепления не всегда возможно ввиду различных особенностей сооружений, к которым эти леса должны крепиться. При изменении же схемы крепления лесов к зданию изменя-

ются условия работы лесов на различные виды нагрузки (например, ветровую), изменяется статическая схема конструкций, что может вызвать аварию последней.

В проектах отсутствуют варианты изменения схемы крепления лесов к сооружению. В проектах должны быть заранее разработаны различные мероприятия по устройству креплений для тех объектов, где не могут быть использованы стандартные, рекомендуемые типовым проектом. Это было, например, сделано при установке лесов на здании «Детского мира» в Москве или при реконструкции Ярославского вокзала (в Москве).

Выбор неверной статической схемы конструкции лесов, расчетных нагрузок, не соответствующих фактическим величинам, а часто и просто отсутствие полного расчета приводят к ошибкам, которые являются причинами аварий и травматизма.

Несовершенство методики расчета, кроме того, заключается в применении коэффициента запаса прочности, не соответствующего фактическим условиям работы конструкции и материала, принятого без строгого теоретического обоснования.

При рассмотрении аварий возникает необходимость уточнения действующих норм расчета, так как нужно стремиться к тому, чтобы аварии и связанный с ними травматизм сокращались бы даже в тех случаях, когда вследствие нарушений была перегрузка.

Второй класс причин аварий лесов составляют причины, обнаруженные на стадии изготовления и монтажа лесов.

Инвентарные леса должны быть изготовлены индустриальными методами. Однако на практике это не всегда выполняется. Очень часто леса изготавливают непосредственно на строительной площадке кустарными методами, без соответствующего проекта или с резкими отклонениями от проектных величин и размеров. При совпадении нескольких неблагоприятных обстоятельств периода изготовления и установки конструкций лесов могут появляться различные признаки разрушения, приводящие в некоторых случаях к обрушениям.

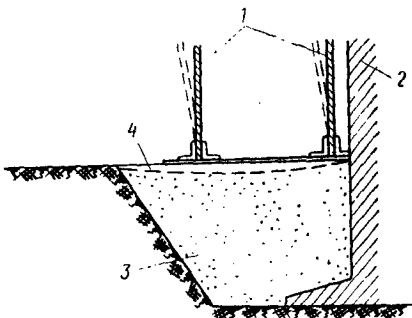
Перед монтажом конструкций лесов необходимо тщательно подготавливать основания для их дальнейшей установки, так как от состояния опоры зависит устойчивость всей конструкции. Известен случай обрушения лесов, вызванный просадкой внешнего ряда стоек ввиду

установки их на насыпной грунт без предварительного уплотнения (рис. 28).

Обследование многих случаев аварий лесов показало, что при монтаже не всегда бывает соответствие фактических размеров пролетов и высоты ярусов проектным размерам. Например, при выявлении причин обрушения лесов на строительстве жилого дома в г. Тбилиси было обнаружено, что размеры пролетов лесов абсолютно не соответствовали проектным величинам: при проектном

Рис. 28. Неравномерная просадка внешнего ряда стоек лесов при установке их на насыпной грунт

1 — строительные леса; 2 — стена строящегося объекта; 3 — насыпной грунт; 4 — просадка грунта



размере пролета 2 м его фактическая величина составила 3,2 м. Такие нарушения вызывают перегрузки отдельных элементов лесов, следствием чего являются перенапряжения и, наконец, потеря прочности этих элементов. Это в свою очередь приводит к общему перераспределению усилий в конструкции, завершающемуся потерей прочности и устойчивости ее, т. е. обрушением и аварией.

При установке лесов необходимо обеспечить нужный отвод поверхностных и грунтовых вод, невыполнение которого грозит нарушением основания под лесами.

Такой случай возник при постройке жилого дома в Ленинграде, когда грунтовыми водами был размыт грунт под некоторыми стойками, что вызвало их неравномерную просадку и привело к обрушению всей конструкции лесов.

Часто при монтаже лесов строители заменяют недостающие элементы другими без расчетного и теоретического обоснования такой замены, а иногда даже установленные конструкции сдаются в эксплуатацию при отсутствии целого ряда элементов (например, элементов

крепления прогонов и ригелей, крепления лесов к верти-  
кальной поверхности строящегося объекта, ограждения,  
некомплекта щитов настила и т. д.). Все это прямо или  
косвенно влияет на работу сооружения и отдельно или в  
совокупности с другими факторами является причиной  
аварии и несчастных случаев.

Третий класс с причин обрушений лесов относит-  
ся к стадии их эксплуатации.

Эти причины очень часто являются следствием недо-  
статочного технического руководства и надзора или от-  
сутствием надзора при монтаже и при эксплуатации ле-  
сов.

Постоянный инженерный контроль за состоянием кон-  
струкции лесов во время ее работы, за обеспечением  
требуемых условий труда рабочих, выполнением основ-  
ных условий безопасности является залогом успешной  
эксплуатации лесов.

Качество и состояние элементов лесов в процессе их  
использования при производстве различных строительно-  
монтажных работ нужно постоянно проверять и поддер-  
живать в хорошем состоянии.

Требования к подобным конструкциям временного  
типа, предусмотренные проектом, обусловливают много-  
кратность их использования, поэтому сохранение лесов  
и необходимость поддерживать элементы их в хорошем  
состоянии являются важным условием их дальнейшей  
благоприятной работы.

По имеющимся данным в нашей стране и за рубе-  
жом значительное количество аварий лесов происходит  
из-за перегрузки, т. е. из-за увеличения внешних экс-  
плуатационных нагрузок: от веса материала, находяще-  
гося на рабочих настилах, от возможных динамических  
воздействий, величины которых превышают принятые в  
расчете значения.

Наиболее опасной причиной потери устойчивости ле-  
сов и прочности отдельных элементов их являются усло-  
вия загружения рабочих настилов. Леса рассчитаны на  
определенный вид нагрузки по заранее предусмотренной  
схеме расположения этой нагрузки. Нарушение или из-  
менение схемы нагружения может привести к обруше-  
нию лесов.

Однако возможная небольшая статическая перегруз-  
ка сама не приводит к разрушению конструкции и ава-  
риям. Аварии происходят при большой перегрузке (до-

стигающей более 50% от расчетной) или при совместном воздействии перегрузки и других причин (некачественный монтаж, недостаточное или неправильное крепление лесов к стене здания и т. д.). Кроме того, перегрузка часто не сразу вызывает обрушение, а только при дополнительном воздействии динамических нагрузок.

Перегрузка рассматривается как грубое нарушение правил эксплуатации, поэтому особенно важно, чтобы производители работ не допускали беспорядочного загружения настилов лесов, так как перегрузка секций строительными материалами и строительным мусором неблагоприятно сказывается на работе всей конструкции.

Очень большая перегрузка может возникнуть при случайном задевании крюком крана или проходящими мимо транспортными средствами за неподвижные конструкции лесов.

Все лица, связанные с эксплуатацией лесов, должны всегда помнить о тяжелых последствиях перегрузки и не допускать ее.

Существенное значение имеет также тщательный выбор запаса прочности. Несмотря на то что в некоторых случаях статическая перегрузка может достигать очень больших значений и предотвратить обрушение лесов невозможно, все же некоторое увеличение запасов прочности будет целесообразно ввиду того, что большинство аварий происходит все же при сравнительно небольших перегрузках.

Возможность восприятия лесами динамической перегрузки учитывается в расчете введением коэффициента динамичности  $K=1,5$ . Эта величина характеризует, как правило, какое-то среднее значение динамической нагрузки. Действительные же значения ее могут изменяться в широких пределах. Практически имеют значение не только абсолютные величины нагрузок, но чаще всего вероятность совпадения нагрузок при эксплуатации конструкций.

При эксплуатации лесов динамические нагрузки представляют значительную опасность, которая может возникнуть при быстром снятии грузов с крюка крана вследствие, например, скольжения или обрыва стропов, в результате обрыва монтажных петель, за которые захватывают крюки стропов, а также при неисправности тормозной системы крана, а также подмостей, подставок

и других приспособлений, на которые укладывают груз.

Все это доказывает необходимость тщательной проверки состояния стропов и других грузозахватных приспособлений, монтажных петель грузов, состояния подмостей и правильной укладки грузов, осуществления плавной, без рывков, работы кранов.

При работе на лесах и подмостях необходимо тщательно следить за состоянием креплений и узловых соединений, которые в процессе эксплуатации могут быть расшатаны и ослаблены. Кроме того, состояние настилов, их непрерывность имеют большое значение для обеспечения безопасных условий труда на рабочих ярусах.

Известен случай неправильной укладки настилов на подмостях при строительстве жилого дома в г. Казани, закончившийся обрушением настила и тяжелым случаем травматизма.

Таким образом, ошибки эксплуатационного периода являются непосредственной причиной многих поломок и аварий.

Поэтому соблюдение правил эксплуатации лесов и подмостей при строгом техническом контроле является обязательным.

Вероятность возникновения аварии появляется наиболее часто при воздействии совокупности причин, относящихся как к стадии проектирования и монтажа лесов, так и к стадии их эксплуатации. Примером этого может служить аварийный случай обрушения лесов, приведенный ниже<sup>1</sup>.

Типовая секция лесов ВНИОМСа на хомутах была смонтирована для смены витражей и остекления восьмиэтажного здания. Длина секции по фасаду 98 м. высота 28,4 м в 16 ярусов. Шаг стоек по фасаду 2,25 м (вместо 2,5), расстояние между рядами стоек 1,63 м (вместо 1,4). При монтаже секции вместо требуемых 268 креплений к конструктивным элементам здания было поставлено только 98. Многие стойки оказались не раскрепленными на всю высоту секции на участке, примыкавшем к месту установки консольного подъемника, предназначенного для спуска снятого остекления и подъема нового стекла.

---

<sup>1</sup> Приведенный пример с анализом причин аварий заимствован из книги Н. Д. Золотницкого, А. Н. Огольцова и М. Я. Ройтмана «Охрана труда в строительстве». «Высшая школа», 1969.

Именно эти стоики первыми потеряли устойчивость от перегрузки, так как их расчетная длина была равна высоте секции, т. е.  $l=2840$  см.

В этих условиях совместно работающие две стоики, связанные поперечинами, могли выдерживать нагрузку только до достижения ею критической величины, равной:

$$P_{kp} = \frac{\pi^2 E J}{l^2} \approx \frac{10^6 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 25}{2840^2} \approx 125 \text{ кГ}$$

без учета веса стоек, а с учетом упругого отпора продольных связей при условии закрепления соседних стоек к стене по расчету получим

$$P_{kp} = 125 \cdot 3,35 \approx 445 \text{ кГ}$$

что близко к нагрузке на нижний ярус стоек, составляющей около 400 кГ (только от собственного веса конструкции лесов).

Кроме того, на участке рабочего настила (вблизи подъемника), опирающегося на рассматриваемые стоики, находилось до аварии оконное стекло с общим весом витражей 3600 кг, что создало равномерно распределенную (или близкую к равномерной) нагрузку около 360 кГ/см<sup>2</sup> настила, т. е. прибавило еще около 730 кГ временной нагрузки на стойку ближнего к стене ряда, не считая веса рабочих.

Таким образом, авария была неизбежной, но ее можно было предотвратить и предвидеть.

Леса некоторое время удерживались за счет не учитываемой в расчетах жесткости узловых соединений (хомутов) до перехода нарастающих деформаций из упругой стадии в пластическую. Следует отметить, что, отказавшись от применения инвентарных анкерных креплений (из-за особенностей фасада с обилием витражей), строители применили в качестве анкеров стальную проволоку и привязали ее концы (98 из 268) к колоннам, укрытым за витражом. Очевидно, что такое крепление не обеспечивало несмещаемости узлов в плоскости, параллельной стене, а только препятствовало связанным с колоннами узлам перемещаться в направлении от стены, что в известной мере способствовало аварии.

В данном случае требовались индивидуальный проект металлических лесов и разработка специальной конструкции, жестко связанной с колоннами здания и предназначеннной для устройства крепления лесов в соответ-

## Классификация причин обрушений лесов и подмостей

Класс причин	Наиболее характерные причины обрушений лесов и подмостей
I класс—неудовлетворительное проектирование	<p>Выбор несферной статической схемы Выбор расчетных нагрузок, не соответствующих фактическим величинам Отсутствие расчетной проверки работы конструкции лесов при различных вариантах креплений их к сооружению Отсутствие в расчетах воздействия условий эксплуатации на несущую способность лесов</p> <p>Несовершенство методики расчета ввиду применения коэффициента запаса, принятого без строгого теоретического обоснования</p>
II класс — некачественное изготовление и монтаж	<p>Изготовление лесов вручную, кустарными методами Несоответствие фактических размеров элементов лесов их проектным величинам Установка лесов на насыпной грунт без предварительного уплотнения его Отсутствие отвода воды с поверхности грунта, на который должны устанавливаться леса</p> <p>Изготовление лесов из элементов низкого качества при наличии искривлений, вмятин и других дефектов</p>
III класс - неправильная эксплуатация лесов и подмостей	<p>Допуск к работе на лесах и подмостях без технической приемки конструкций к эксплуатации</p> <p>Отсутствие технического надзора при работе на лесах и подмостях</p> <p>Увеличение внешних эксплуатационных нагрузок:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) статическая перегрузка (следствие скопления строительных материалов или строительного мусора на рабочих настилах, другого рода перегрузки)</li> <li>б) динамические воздействия</li> </ul> <p>Отсутствие проверки качества и состояния конструкции в период эксплуатации</p>

ствии с требованиями к порядку установки последних и их качеству.

Глубокий анализ причин обрушений лесов и подмостей дает возможность строго классифицировать эти причины с целью разработки мероприятий по созданию условий для предотвращения аварий.

Такая классификация проведена на основе изучения большого количества несчастных случаев по материалам ЦК профсоюза рабочих строительства и промышленности стройматериалов.

Сводная таблица причин аварий лесов наглядно показывает характер произведенной классификации.

Ознакомление с авариями и их причинами указывает на необходимость пересмотра методов расчета на основе систематического изучения действующих на леса нагрузок при их изготовлении, монтаже и эксплуатации. Особое внимание следует уделить расчету применяемых в нашей стране металлических трубчатых лесов, в котором должны быть вопросы, отражающие различные условия работы конструкции и материала, соответствующие фактическим величинам.

Аварии, происходящие из-за плохого качества изготовления и монтажа, могут быть предотвращены за счет усиления контроля, более тщательного проведения приемки и ремонта. Очень многое зависит и от эксплуатационников.

Обязательно должен быть усилен контроль за работой на лесах и подмостях со стороны инженерно-технических работников. Регулярно должен проводиться инструктаж рабочих.

---

## **РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕСОВ И ПОДМОСТЕЙ**

### **1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ЛЕСАМ И ПОДМОСТЯМ**

К общим требованиям техники безопасности, предъявляемым к металлическим лесам и подмостям, относятся следующие:

- а) прочность конструкций и надежность их во время сборки и эксплуатации;
- б) устойчивость во время монтажа и в процессе их использования при производстве различного вида строительно-монтажных работ;
- в) соблюдение безопасных условий труда на лесах во время сборки и эксплуатации;
- г) выделение опасных зон во время монтажа и эксплуатации лесов;
- д) обеспечение безопасного транспорта материалов во время эксплуатации лесов;
- е) наличие ограждений, исключающих возможность падения с высоты рабочих и отдельных предметов.

Качество лесоматериалов, применяемых на устройстве деревянных настилов, должно быть проверено инженерно-техническими работниками строительства; при этом применяется только лес хвойных пород второго сорта.

Для основных элементов металлических трубчатых лесов используют водогазопроводные трубы без резьбы и муфт наружным диаметром 60 и 48 мм; другие металлические элементы и детали изготавливают из сталей марок Ст. 3 и Ст. Ос.

Правила техники безопасности строительно-монтаж-

ных работ требуют, чтобы леса, применяемые на строительных работах, были инвентарными и изготавливались по типовым проектам. Неинвентарные леса и подмости допускаются только в исключительных случаях, с разрешения главного инженера строительства, а при высоте их более 4 м — должны осуществляться по утвержденному им проекту.

Состояние лесов ежедневно проверяется перед началом работ строительным мастером или производителем работ.

Рабочие, собирающие и разбирающие леса, должны получить специальный инструктаж по технике безопасности, а при работе на лесах высотой более 15 м получить также медицинское освидетельствование для подтверждения возможности работы на высоте.

Все работы на наружных лесах прекращаются во время грозы, сильного ветра (более 6 баллов, когда скорость ветра достигает 12 м/сек) и при наступлении темноты, если место производства работ недостаточно освещено.

Механизмы для подъема материалов и грузоприемные площадки для них располагают таким образом, чтобы они не передавали на леса дополнительных нагрузок.

Леса трубчатые, передвижные, подвесные, стационарные, а также подвесные подъемные люльки должны быть снабжены паспортом предприятия, изготавлившего их.

Трубы для изготовления элементов металлических лесов должны быть прямыми, без вмятин, раскрытых швов, трещин и других дефектов, нарушающих прочность элементов, а качество сварки в элементах и деталях лесов должно удовлетворять требованиям соответствующих технических условий.

Подниматься на леса рабочие должны по лестницам. Угол подъема лестниц не должен превышать 45°.

Лестницу пристраивают к каркасу лесов за счет добавления к основному каркасу лесов дополнительных стоек и удлиненных поперечин. Перила лестницы устраивают из труб диаметром 48 мм. Пологая лестница предусматривает сообщение по основным (четным) ярусам лесов, расположенным через 2 м. Для прохода рабочих на промежуточные (нечетные) ярусы лесов, т. е. на высоту 1 м, служит легкая приставная лестница (весом

около 8 кг) из круглой или уголковой стали; на верхнем конце лестницы имеются крюки, при помощи которых ее крепят к поперечинам лесов; нижним своим концом лестница опирается на настил нижележащего яруса.

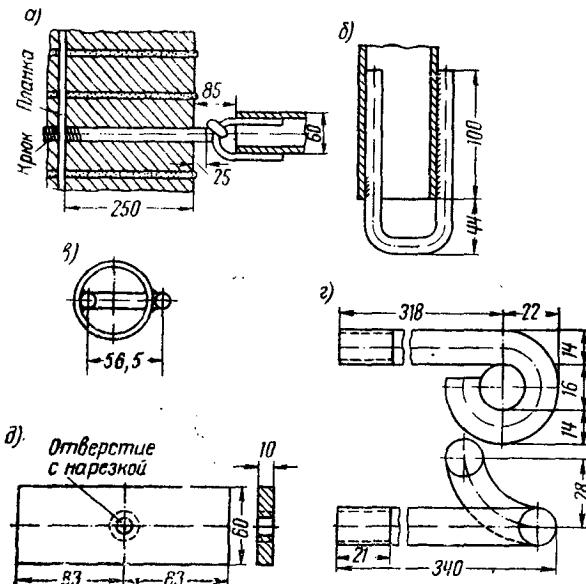


Рис. 29. Крепление лесов к возводимой стене  
а — разрез по стене и оси поперечины; б — разрез по  
трубе; в — вид с торца; г — детали крюка; д — планка

Трубчатые стойки устанавливают по отвесу на башмаки, прикрепляемые к опорным брусьям (подкладкам). Металлические трубчатые леса нужно крепить к стенам в местах узловых сопряжений при помощи анкеров, заделанных в кладку, или через проемы (рис. 29, 30, 31).

Пробки надежно забивают или закладывают в гнезда в стенах либо закрепляют через проемы (рис. 32).

Количество закрепляющих устройств должно быть установлено расчетом. В качестве внешней силы, на которую ведется расчет закрепляющих устройств, применяют ветровое давление. Для верхних участков лесов, расположенных выше обслуживаемого объекта, величи-

На ветрового давления (давление активное и отсос) определяют следующим образом.

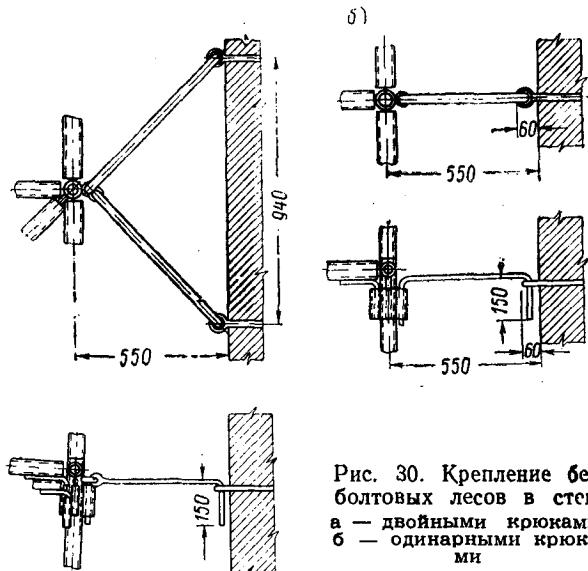


Рис. 30. Крепление без болтовых лесов в стене  
а — двойными крюками;  
б — одинарными крюка-  
ми

1. Для открытых участков лесов, не защищенных строящимися или возведенными зданиями, у которых установлены леса, по формуле

$$P_v = 1,4qW(1+m),$$

где  $P_v$  — расчетная нагрузка от ветра в  $\text{kG}/\text{m}^2$ , относи-  
мая к площади фасада лесов;

1,4 — аэродинамический коэффициент;

$q$  — величина скоростного напора ветра в  $\text{kG}/\text{m}^2$ ;  
принимается для первого географического рай-  
она  $40 \text{ kG}/\text{m}^2$  (территория СССР, за исключе-  
нием береговой полосы океанов и морей);

$W$  — коэффициент заполнения, представляющий со-  
бой отношение суммы площадей вертикаль-  
ных проекций отдельных элементов лесов ко  
всей площади фасада лесов;

$m$  — коэффициент пространственности, зависящий  
от геометрических размеров элементов лесов.  
В лесах обычной конструкции этот коэффици-  
ент может не учитываться ввиду его малой  
величины.

2. Для участков лесов, предназначенных для ремонта фасадов зданий, величина ветровой нагрузки (отсос) определяется по формуле

$$P_b = 0,4q W (1+m).$$

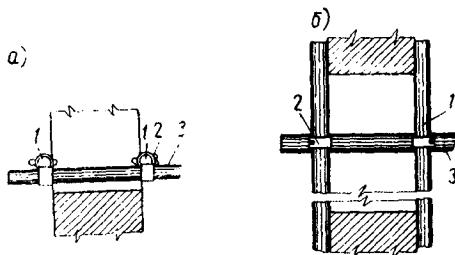


Рис. 31. Крепление трубчатых лесов в проеме  
а — разрез; б — план; 1 — закладная труба;  
2 — соединительный хомут; 3 — поперечина  
лесов

При расчете свободно стоящих лесов (до выкладки стен зданий и прикрепления к ним лесов и в других случаях установки лесов при отсутствии стен зданий) ко-

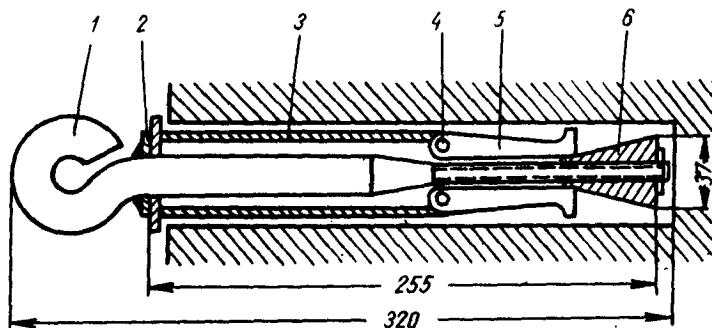


Рис. 32. Инвентарная пробка КБ-3 для крепления лесов к стене здания

1 — крюк стержня; 2 — упорная шайба; 3 — корпус пробки;  
4 — конус-ось; 5 — лепестки; 6 — конусообразная гайка

коэффициент устойчивости конструкции в целом на опрокидывание от ветровой нагрузки принимается 1,3—1,4.

Вес основных элементов лесов составляет:

Стойка длиной 4 м . . . . .	21,3 кг
Продольная связь и перила длиной 5 м . . . . .	19,6 "
Поперечина . . . . .	12,5 "
Щит настила . . . . .	28 и 33 "

## 2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ПРОИЗВОДСТВУ РАБОТ НА ЛЕСАХ И ПОДМОСТЯХ

Безопасное ведение работ зависит от правильности решений, принятых в проектах, рабочих чертежах, и от выполнения требований действующих правил по технике безопасности при производстве работ по монтажу лесов и эксплуатации их (СНиП III-А.11-70).

Применение лесов и подмостей возможно при наличии утвержденной проектно-сметной документации. Основной документацией являются проектное задание, рабочие чертежи лесов или подмостей, а также сметно-финансовый расчет. При этом для неинвентарных лесов и подмостей проект должен включать статический расчет этих конструкций. Поэтому большое значение имеет проектное задание, являющееся основным документом для разработки проекта лесов. Такое проектное задание должно содержать следующие данные:

- а) назначение лесов (для производства различных видов работ: каменных, штукатурных, ремонтных, монтажных и т. д.);
- б) тип лесов и материал, из которого намечается их изготовление;
- в) схема каркаса лесов с основными размерами (ширина настила, высота яруса, полная высота лесов и т. д.);
- г) производственные нагрузки и условия эксплуатации;
- д) требования в отношении несущих элементов и элементов сопряжения.

Проекты лесов необходимо разрабатывать в следующем составе:

- а) чертежи общих видов (планы, разрезы, фасады) с исчерпывающим представлением о конструкции в собранном виде;
- б) рабочие чертежи отдельных узлов, элементов и деталей, позволяющие изготовить их;
- в) монтажные схемы;
- г) спецификация элементов и деталей на условный участок и определение показателей расхода материалов на 1  $m^2$  обслуживаемой стены;
- д) расчеты прочности и устойчивости отдельных элементов, а также и конструкций в целом;
- е) пояснительная записка, описывающая конструк-

ции и дающая основные указания по изготовлению, монтажу, эксплуатации и демонтажу лесов;

ж) технико-экономическое обоснование запроектированной конструкции.

При использовании лесов для зданий, имеющих по фасаду выступы, эркеры или впадины, предварительно составляют схемы расположения элементов лесов (стоеч, поперечин, продольных связей и т. д. с соблюдением основных монтажных размеров, указанных в чертежах проекта).

Для составления технико-экономических показателей различных типов лесов спецификации к ним необходимо составлять, придерживаясь следующей методики:

а) количество элементов и деталей определяется для условно принятого участка;

б) учитываются все стойки, включая и крайние, ограничивающие условно принятый участок;

в) включаются дополнительные устройства к лесам (грузоподъемные площадки, лестницы для подъема рабочих на леса, устройства для крепления к зданию, защитные настилы и т. д.);

г) показатели даются на 1  $m^2$  фасада, на конструктивный элемент и на весь условно принятый участок лесов;

д) расход материалов на изготовление лесов определяется на 1  $m^2$  обслуживаемой стены;

е) дополнительные элементы, необходимые для удобства работ при монтаже и перемещивании, а также запасные элементы и детали показываются за итоговой чертой спецификации.

Прежде чем приступить к монтажу конструкций лесов, у здания тщательно планируют и уплотняют грунт на всю ширину лесов от стены здания, а в месте установки лестничной клетки — дополнительно на ширину клетки. В продольном направлении планировка может следовать естественному уклону местности (если он небольшой), в случае же больших уклонов (более 10%) под опорные подкладки целесообразно выбирать уступы в грунте.

От площадки под лесами должен быть обеспечен отвод поверхностных вод.

Размеры опорных подкладок под стойки определяют в зависимости от допускаемого давления на грунт. При установке стоек лесов на бетонные или каменные осно-

вания (тротуары и т. п.) размеры подкладок могут быть уменьшены.

До начала монтажа необходимо, чтобы рабочие, выделенные для этой работы, были предварительно проинструктированы, т. е. ознакомлены с конструкцией лесов, порядком, способами и приемами монтажных работ.

К монтажу и демонтажу лесов на высоте (свыше 7 м) могут быть допущены рабочие, прошедшие медицинский осмотр; подростки к этим работам не допускаются.

### 3. МОНТАЖ И ДЕМОНТАЖ ЛЕСОВ

Леса монтируют под руководством ответственного лица, назначаемого из инженерно-технических работников стройки.

Руководитель монтажа и демонтажа должен быть хорошо знаком с проектом лесов и правилами техники безопасности, изложенными в СНиП III-А.11-70.

Для работы на высоте, пока еще нет уложенных настилов, рабочих снабжают предохранительными поясами с веревками, которые прочно привязывают к надежным частям здания или, когда это невозможно, к стойкам лесов с перекидкой веревки через установленную поперечину монтируемого яруса. Кроме того, должен быть устроен монтажный настил из нескольких досок.

Монтажные работы следует прекращать во время грозы, сильного ветра (более 6 баллов) и при наступлении темноты, если место работы недостаточно освещено.

Место монтажных работ должно быть ограждено и должны быть вывешены на видном месте надписи о запрещении прохода.

Прежде чем приступить к монтажу лесов, уточняют в соответствии с принятой схемой их установки спецификацию элементов и деталей лесов на весь объем установки и поясрусо. Руководитель монтажа принимает комплект лесов со склада по уточненной спецификации. Элементы отбирают и раскладывают по ярусам лесов, при этом забракованные элементы и детали заменяют из имеющегося в каждом комплекте лесов запаса, а в случае возможности исправления дефектов передают в мастерскую для ремонта.

Одновременно с подготовкой площадки под леса в землю закапывают или забивают трубы (по расчету), используемые в качестве заземлителей.

Монтируют леса последовательно по ярусам и на всю длину монтируемой секции лесов. Последовательность монтажа элементов металлических стоечных лесов приводится ниже.

Первый этап. Монтаж начинают с разметки мест для опорных подкладок в соответствии со схемой и с учетом контура здания, с укладки прокладок на выверенное основание.

Подкладки укладывают точно в соответствии со схемой на определенном расстоянии одна от другой (по осям). Применять какие-либо другие подкладки (кирпичи, камни, обрезки досок и т. п.) под опорные подкладки не допускается.

После укладки подкладок начинают устанавливать на них опорные башмаки, пришивая их гвоздями (с загибанием шляпок) или костылями и предварительно разбивая места установки.

Расстояние от стены до оси внутреннего ряда башмаков и между рядами башмаков должно быть проверено на месте в соответствии с проектом.

От правильной первоначальной разбивки и укладки башмаков зависит точность последующего монтажа лесов. Поэтому эту работу следует выполнять особенно тщательно, проверяя правильность установки.

Для упрощения и ускорения разметки и установки элементов лесов следует пользоваться шаблонами.

Разметка мест крепления и закладка в стену планок должны выполняться особо тщательно. В противном случае может получиться несовпадение поставленных крюков с проушинами поперечин.

Второй этап. Его начинают с установки стоек на опорные башмаки. При установке стоек первого яруса необходимо соблюдать чередование элементов по длине в отношении наружного и внутреннего рядов, а также и вдоль фасада, чтобы во всех последующих ярусах стыки стоек располагались вразбежку в шахматном порядке.

Стойки устанавливают строго вертикально; на нижний конец стойки надевают патрубок опорного башмака.

Сборку каркаса лесов первого яруса рекомендуется начинать от лестничной клетки и вести одновременно в обе стороны двумя звеньями монтажников.

Хомуты (см. рис. 4) для крепления поперечин первого яруса закрепляют на стойках на высоте около 90 см

от верха опорной плиты до верха хомута. Эта отметка получается при условии, когда поверхность площадки под леса горизонтальна в продольном направлении. В противном случае высоту установки этих хомутов определяют в зависимости от уклона вдоль фасада, чтобы все хомуты были на одном уровне по горизонтали и совпадали с крюками крепления лесов к стене.

После установки хомутов на наружной и внутренней стойках один из монтажников укладывает поперечину на открытые крышки хомутов и закрепляет ее при помощи закрытия крышки хомута и полной затяжки открученного болта гаечным ключом сначала на одной стойке, а затем на другой. В месте крепления лесов к стене поперечину предварительно надевают проушиной на крюк и потом зажимают хомутом.

При установке каждой пары стоек монтажники должны выверять их вертикальность и только после этого приступать к установке следующей пары стоек.

Вслед за установкой стоек и закреплением на них поперечин, продольных связей и перил звено плотников укладывает щиты настила по поперечинам, начиная от стены. Между щитами в настиле не должно быть прозоров более 1 см. По ходу устройства настила устанавливают и бортовую доску, укрепляя ее к стойке скобами.

При установке стоек первого яруса в необходимых местах к ним приваривают стальные полосы от электродов (труб) заземления. Молниеприемники устанавливают после установки стоек на высоту 8 м и затем, по мере наращивания стоек лесов, их переставляют на вышележащие ярусы каждый раз, плотно прикрепляя к стойкам.

Для обеспечения поперечной устойчивости лесов при их установке на высоту первого яруса (для кладки второго яруса стены) поперечины крепят к крюкам, заложенным в кладку стены. Крепления на этом уровне являются временными, и снимают их при перестановке поперечин первого яруса на третий. Постоянные крепления к стене осуществляют по четным ярусам и по верхнему ярусу, если он нечетный.

Установка поперечин, продольных связей и хомутов для соединения этих элементов со стойками выполняется в том же порядке и в такой же последовательности, как и по первому ярусу. Поперечины, совпадающие с места-

ми крепления в стене, до прикрепления их хомутами к стойкам должны быть надеты проушинами на крюки.

При установке поперечин и продольных связей щиты настила перемещают с первого яруса на второй. Затем наращивают стойки наружного ряда и временно раскрепляют поперечинами или связями со стойками внутреннего ряда. После этого по стойкам наружного ряда устанавливают перила и бортовые доски, которые снимают с первого яруса.

Монтаж второго яруса лесов заканчивают установкой перил и бортовых досок с торцов лесов.

Для прохода рабочих на леса одновременно с монтажом основного каркаса лесов необходимо монтировать лестницы.

Монтаж элементов третьего яруса лесов начинают с наращивания коротких стоек внутреннего ряда. При наращивании этих стоек устанавливают поперечины, продольные связи и хомуты для них в том же порядке, как и по первому ярусу лесов, сняв эти элементы с первого яруса.

Хомуты для поперечин третьего яруса устанавливают на расстоянии около 1000 мм от хомутов поперечин второго яруса.

Сразу после установки поперечин и продольных связей переставляют перила, перемещают щиты настила и бортовые доски со второго яруса лесов (кроме двух пролетов, расположенных против лестничной клетки, где настилы не снимаются и они служат для прохода людей при подъеме их по лестнице). Поперечины, продольные связи и крепление лесов к стене, установленные по второму ярусу лесов, не снимаются и оставляются на месте на все время работ.

При монтаже лесов третьего яруса лестницу не монтируют, а для перехода рабочих со второго яруса на третий устанавливают легкую приставную лесенку.

Монтаж четвертого яруса лесов начинают с наращивания стоек по наружному ряду (через одну) и временного скрепления их со стойками внутреннего ряда поперечинами или связями.

Затем в описанном выше порядке устанавливают поперечины, продольные связи, перила, щиты настила и бортовые доски ограждения, все эти элементы снимаются с третьего яруса и переставляются в четвертый. Параллельно с монтажом лесов монтируют лестничную клетку.

Начиная с четвертого яруса, в крайних пролетах устанавливают диагональные связи-раскосы.

При монтаже элементов пятого яруса лесов поперечины, продольные связи и необходимые для их соединения со стойками глухие хомуты берут из комплекта элементов лесов, а остальные элементы снимают с четвертого яруса, где так же как и во втором ярусе, оставляют поперечины, продольные связи и крепления к стене, а также и настилы в двух пролетах против лестничной клетки.

Остальные ярусы лесов монтируют аналогично описанному выше.

В случае применения лесов высотой 30 м и более устраивают три настила, которые располагают по высоте следующим образом:

1) до 12 м применяют один рабочий настил, который переставляют из одного яруса в другой и оставляют в 12-м ярусе, где он служит в качестве защитного при работе на расположенных выше ярусах лесов;

2) начиная с 13-го яруса лесов (отметка +13 м) применяют второй комплект настила. Переставляя этот настил из одного яруса в другой, монтируют настилы лесов до 24-го яруса (включительно), где этот комплект настила также оставляют и он служит защитным при дальнейших работах;

3) выше 24-го яруса применяют третий комплект настила, который последовательно переставляют до верхнего яруса (отметка +29 м) \*.

Щиты настила в пролетах лесов против лестничной клетки (ряды 12—14) в четных ярусах не переставляют, и они служат для перехода рабочих во время производства работ.

Ветровые раскосы (диагональные связи) в крайних пролетах устанавливают при возведении лесов, раскосы крепят со стойками наружного ряда в каждом месте пересечения хомутами и соединяют между собой по длине так же, как и продольные связи.

Площадки лестницы на уровне рабочего настила с торцовых сторон ограждают короткими перилами, оставляемые же настилы двух пролетов лесов и площадок лестничной клетки в нерабочих ярусах ограждают с тор-

\* Отверстие у стены шириной 5 см в защитных настилах должно закрываться доской.

цовых сторон по ходу возведения лесов более длинными перилами.

При завертывании гаек на затяжных болтах хомутов вставлять в ключ прокладки запрещается, нельзя также наращивать ручку ключа отрезком трубы, так как излишние усилия зажима могут привести к деформации хомутов и соединяемых ими труб. Пользоваться ключами со сбитыми гранями, не обеспечивающими плотный обхват гайки, не разрешается. Следует избегать также применения ключей с раздвижными губками.

После окончания монтажа каждого яруса лесов до начала работ с него руководитель монтажа осматривают всю конструкцию данного яруса и проверяют достаточность затяжки болтов на хомутах пробной заверткой гаек ключом (на выдержку).

При небольшой высоте элементы и детали лесов можно поднимать вручную, а с увеличением высоты — при помощи блока и пенькового каната или при помощи ручной лебедки грузоподъемностью 250 кГ.

Трубчатые элементы и бортовые доски следует поднимать в вертикальном положении и тщательно застroppованными.

Рабочие, обслуживающие подъемные устройства, должны быть ознакомлены с правилами безопасности выполняемых работ.

При монтаже элементов трубчатых лесов необходимо пользоваться различными приспособлениями, ускоряющими процесс работ и увеличивающими точность их выполнения. Например, для ускорения и правильной установки элементов при монтаже рекомендуется пользоваться шаблонами. Для подачи, поддержания и снятия трубчатых элементов при монтаже и демонтаже целесообразно применять одинарные и двойные ухваты.

Количество необходимых приспособлений и инструментов определяется в зависимости от состава монтажной бригады.

Демонтаж (разборку) лесов следует осуществлять под наблюдением руководителя, ответственного за монтаж и демонтаж, который следит за правильностью работ, за соблюдением при этом правил техники безопасности и за сохранностью элементов лесов.

К демонтажу приступают только после того, как работы с лесов закончены и с настилов сняты все материалы, инвентарь, инструмент и транспортные средства. До

начала разборки ответственный руководитель по монтажу должен осмотреть леса и ознакомить рабочих с последовательностью и способами разборки, мерами безопасности работ и мерами против повреждения электросети.

Все дверные проемы первого этажа на участке разборки лесов должны быть заштыны, а проходы полностью ограждены. Демонтаж лесов начинают с верхнего яруса и ведут по ярусно, сверху вниз, в определенном порядке.

Сначала снимают бортовые доски и перила ограждения, затем стойки, стыковые соединения которых находятся выше настила разбираемого яруса лесов, и ветровые раскосы в пределах разбираемого яруса. Затем снимают щиты настила — сначала крайний к стене щит, а затем следующие за ним.

Лестничную клетку разбирают в такой последовательности: перила площадок, стойки (стыки которых расположены выше площадок в данном ярусе), щиты верхних площадок и марш лестницы.

Затем рабочие переходят на нижний ярус (временно подмащиваясь на нем) и заканчивают с него разборку каркаса вышележащего яруса: снимают поперечины и продольные связи с хомутами и вывертывают крюки крепления лесов из стены, заделывая отверстия в стене раствором.

При разборке трубчатых элементов хомуты освобождаются только от стоек, оставаясь закрепленными одной своей половиной на поперечинах и других элементах лесов.

Крепления лесов в проемах (если в каркасе лесов такие крепления имеются) разбирают одновременно со снятием поперечин.

Перила и бортовые доски, стойки и поперечины, продольные и диагональные связи разбирают монтажники, настил — плотники и подсобные рабочие.

Элементы лесов при разборке спускают вниз рабочие, применяя при этом блоки, пеньковые канаты. Сбрасывать отдельные элементы лесов с высоты запрещается. Мелкие элементы перед спуском вниз рекомендуется укладывать в специальные ящики.

Внизу элементы лесов раскладывают по маркам и перевозят на склад или к месту новой установки.

Руководитель монтажа должен тщательно осмотреть

после разборки все элементы лесов. При этом элементы, требующие ремонта или замены, немедленно откладывают или заменяют новыми (из имеющегося запаса на складе) или направляют в мастерские для ремонта.

При демонтаже не допускается соприкосновение трубчатых элементов с электропроводами.

При демонтаже лесов необходимо строго соблюдать меры предосторожности и правила техники безопасности.

#### 4. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЛЕСОВ

Леса допускаются в эксплуатацию после окончания всех монтажных работ по данному ярусу и приемки их производителем работ строящегося здания и руководителем по монтажу.

При приемке в эксплуатацию смонтированного яруса и лесов в целом проверяют: соответствие проектным размерам и правильность сборки элементов лесов, качество монтажных работ и поставленных элементов, надежность и правильность опирания лесов на основание, надежность крепления лесов к зданию, наличие и правильное заземление лесов и установление молниеприемников.

При проверке качества монтажных работ необходимо особое внимание обращать на вертикальность установки основных стоек и надежность крепления лесов к стене.

Перед началом работ на лесах после большого перерыва в работе их тщательно осматривают, руководствуясь при этом указаниями по приемке смонтированных лесов.

Акты о приемке лесов должны храниться в делах конторы стройки.

После приемки лесов выделяют квалифицированного слесаря, которому поручают следить во время эксплуатации лесов за исправностью всех элементов и ежедневно, до начала работ на лесах, проверять состояние их и устранять замеченные дефекты (подтяжка гаек на болтах и пр.).

#### 5. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ НА ЛЕСА

Вдоль фронта работ в определенном порядке располагают поддоны или контейнеры с кирпичом и ящики с раствором для каменных работ или только ящики с раствором для отделочных работ.

Кирпич и раствор для каменной кладки подают непосредственно на рабочий настил при помощи строительных кранов.

При отделочных или ремонтных работах одновременно с трех рабочих настилов подать материалы кран может только на верхний настил. Для подачи материалов на промежуточные настилы запроектированы специальные грузовые площадки, монтируемые из инвентарных элементов лесов в виде выносных секций. Эти грузовые площадки специально рассчитаны на усилия, создающиеся от веса подаваемых материалов.

## 6. ГРОЗОЗАЩИТА И ЗАЩИТНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБЧАТЫХ ЛЕСОВ

При работе в грозовой период для защиты от электрических разрядов находящихся на лесах людей в соответствии с требованиями техники безопасности предусматривают грозозащитные устройства.

Воздействия молнии разделяют на первичные и вторичные.

К первичным воздействиям относятся такие, при которых происходит непосредственный контакт молнии с лесами.

К вторичным проявлениям грозового разряда относятся: электростатическая индукция разряжающего облака, электромагнитное влияние тока грозового разряда и электромагнитные волны. Вторичное проявление грозового разряда приводит к возникновению на металлических лесах высоких потенциалов, опасных для людей, а также к образованию искрения между металлическими частями лесов.

С точки зрения защиты от грозовых разрядов леса характеризуются тем, что они могут воспринимать удары молнии или хорошо заземленными металлическими частями, или молниесоудами, установленными непосредственно на лесах.

Обычно защита обеспечивается стержневыми молниесоудами на верху лесов при условии, что расстояние между молниесоудами не более 20 м.

Молниесоуды имеют спуски, присоединяемые к заземлителям (рис. 33). Приведенный на рисунке способ заземления рассчитан на глинистые и суглинистые грунты нормальной влажности. При других грунтах тип за-

землителя определяется расчетом. В качестве заземлителей могут быть использованы зарытые в землю водопроводные трубы, стальные резервуары и т. п.

Сопротивление заземления для металлических трубчатых лесов не должно быть более 10—15 ом. В случае, если часть металлической поверхности лесов находится в земле и этим создается сопротивление заземления не более 15 ом, устройство специального заземления не требуется.

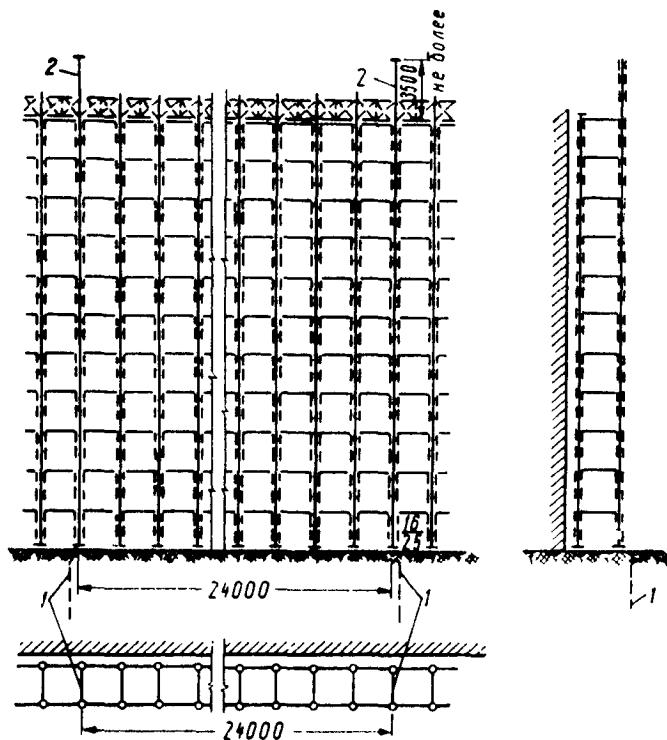


Рис. 33. Общий вид заземления  
1 — заземлитель; 2 — молниеприемник

Защита трубчатых лесов достигается прикреплением вверху молниеприемников в виде обрезка фасонной стали и созданием надежного соединения между трубами, так как они являются токоотводом. Внизу трубчатые ле-

Соединяют с заземлителем (рис. 34). В установках напряжением свыше 150 в по отношению к земле все доступные для прикосновения металлические части, которые нормально не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним вследствие повреждения изоляции, должны быть надежно заземлены.

Для установок с рабочим напряжением 1000 в достаточно иметь сопротивление заземления, не превышающее 4 ом. Для повторных заземлений величина сопротивления должна быть не более 10 ом.

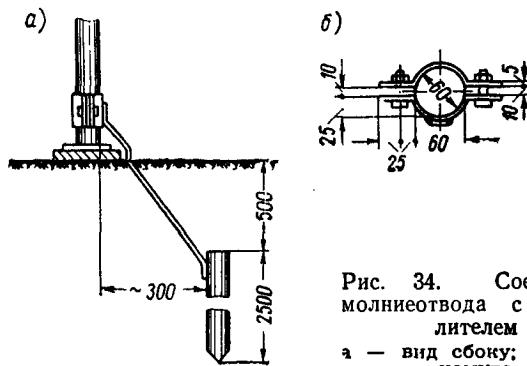


Рис. 34. Соединение молниеотвода с заземлителем  
а — вид сбоку; б — план  
хомута

Сопротивление заземления зависит от удельного сопротивления грунтов и от типов, количества и расположения заземлителей. Удельные сопротивления грунтов зависят не только от их структуры, но и от влажности и температуры.

В расчетах, если не известен характер грунта, условно его удельное сопротивление принимается для «средних» грунтов равным:

$$\rho = 1 \cdot 10^4 \text{ ом/см.}$$

Действительное сопротивление грунтов определяется замерами в летнее и зимнее время.

Наиболее просто расчеты заземляющих устройств производить по диаграммам, приводимым в справочниках.

## 7. ОСВЕЩЕНИЕ РАБОЧИХ МЕСТ

При работе в темное время суток на лесах требуется достаточное освещение рабочих мест.

В качестве источников света при работе на лесах допустимы исключительно лампы накаливания.

Осветительную арматуру подбирают так, чтобы она удовлетворяла двум основным требованиям: количественной стороне, которая для лесов составляет около 20 лк (люксов), и качественной, заключающейся в рациональном размещении светильников на плане (на рабочих местах) и выборе высоты их подвешивания.

Из выпускаемых нашими заводами типов светильников для наружного освещения применяются: арматура наружного освещения и арматура «коксосвет». Высота подвешивания светильников должна быть по возможности максимальной; оптимальная величина расстояния между светильниками 15—20 м.

Во время монтажа, а также во время эксплуатации лесов определяют опасные зоны, в которых запрещается выполнять работы, не связанные с монтажом или эксплуатацией лесов.

---

## *Глава IV*

# **РАСЧЕТ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБЧАТЫХ ЛЕСОВ НА ПРОЧНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ**

## **1. РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ ЛЕСОВ**

Вопрос безопасности работ на металлических лесах не должен сводиться только к выполнению требований и правил техники безопасности. Он должен быть связан прежде всего с проектированием лесов, расчет которых обуславливает прочность конструкции, надежность ее и устойчивость во время монтажа и в период эксплуатации лесов.

Расчет металлических трубчатых лесов выполняют, с одной стороны, с учетом наилучшего использования свойств материала и наименьших затрат его, с другой,— с учетом обеспечения эксплуатационной, а иногда и монтажной надежности конструкции.

Расчет металлических трубчатых лесов производят по методике допускаемых напряжений, которая является частным случаем методики расчета по первому предельному состоянию. При этом все коэффициенты перегрузки принимают одинаковыми.

Для расчета лесов системы ВНИОМС стойки лесов считают непрерывными по высоте, а стыки их — шарнирными.

Крепление лесов к стойке и постановка достаточного количества диагональных связей препятствуют смещению узлов в горизонтальной плоскости.

Усилие, передающееся на стойку через поперечины соответствующего яруса с помощью хомута, создает в стойках момент вследствие наличия эксцентричности приложения этой нагрузки, т. е. фиксируемого хомутом расстояния между осями соединяемых элементов.

При расчете металлических трубчатых лесов учитыва-

шайб методику определения расчетных нагрузок и подбор сечений основных конструктивных элементов.

Расчет поперечин, поддерживающих рабочий или защитный настилы лесов, производят подобно расчету балок на двух опорах с консолью, он не представляет сложности.

Стойки лесов подвергаются воздействию нормальной сжимающей силы  $N$  и опорных моментов  $M$ .

Подбор сечения стойки и проверку напряжения в ней, как внецентренно сжатого элемента, производят по формуле

$$\sigma = \frac{N}{F} + \frac{M}{W} \leq [\sigma].$$

Величину расчетной сжимающей силы  $N_{\text{расч}}$  для нижнего яруса стойки определяют по формуле

$$N_{\text{расч}} = K(nP_{\text{пост}} + mP_{\text{наст}} + sP_{\text{вр}}) \text{ кГ},$$

где  $K$  — коэффициент запаса, принятый равным 2;

$P_{\text{пост}}$  — постоянная нагрузка от собственного веса в каждом ярусе;

$P_{\text{наст}}$  — нагрузка от одного настила;

$P_{\text{вр}}$  — временная нагрузка на одном рабочем настиле;

$n$  — число ярусов;

$m$  — число всех настилов;

$s$  — число рабочих настилов.

В величину  $P_{\text{пост}}$  входит также вес приходящихся на одну стойку элементов ограждений и вертикальных диагональных связей, деленный на число ярусов,

$$\Delta P_{\text{пост}} = \frac{\Sigma P_t}{n},$$

где  $\Sigma P_t$  — суммарный вес элементов ограждения и вертикальных диагональных связей.

С учетом нормативных величин количества рабочих и защитных настилов для каменных работ формула примет следующий вид:

$$N_{\text{расч}} = K(nP_{\text{пост}} + 2P_{\text{наст}} + P_{\text{вр}}) \text{ кГ}.$$

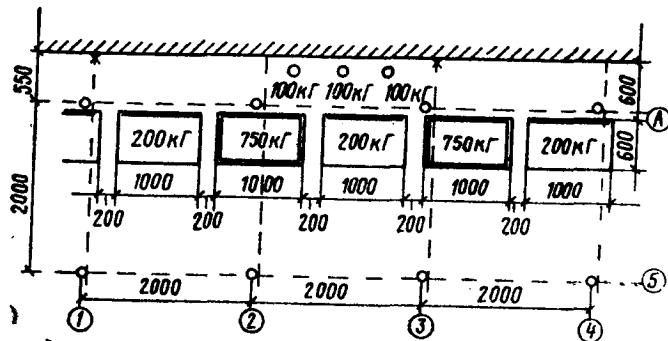
Для отделочных работ формула примет следующий вид:

$$N_{\text{расч}} = K(nP_{\text{пост}} + 6P_{\text{наст}} + 3P_{\text{вр}}) \text{ кГ}.$$

Воздействие горизонтальной ветровой нагрузки воспринимается в основном системой крепления лесов к вертикальной стене объекта и не влияет на работу стоек.

Временная нагрузка на рабочие настилы лесов соответствует тому или иному виду работ, что видно из схем расположения нагрузок, приведенных на рис. 35.

*a)*



*б)*

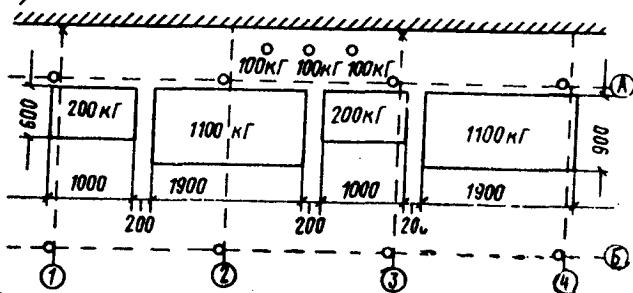


Рис. 35. Схемы расположения нагрузок на настилах металлических трубчатых лесов

*а* — для каменных работ; *б* — для каменных и облицовочных работ

Расчетная схема стойки лесов для каменных работ показана на рис. 36.

Стойки представляют собой конструкцию, собранную из отдельных элементов длиной 4 и 2 м с шарнирным соединением в стыках. Элемент стойки находится под воздействием временной и постоянной нагрузок.

Значения опорных моментов определяют отдельно для каждой из этих нагрузок.

Действие постоянной нагрузки соответствует воздействию момента  $M$ , равного единице, в верхнем узле эле-

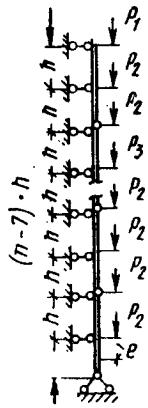


Рис. 36. Расчетная схема стойки лесов

\$P\_1\$ — усилие, передаваемое поперечиной от веса поперечины, рабочего настила и временной нагрузки на рабочем ярусе; \$P\_2\$ — усилие от веса поперечины и защитного настила; \$e\$ — эксцентриситет приложения нагрузок

Уравнение трех моментов для этого случая загружения имеет вид

$$M_0 l + 2M_1(l+l) + M_2 l = -6 \left( \frac{l}{2} \cdot \frac{l}{3} \cdot \frac{1}{l} \right).$$

Подставив в уравнение значение \$M\_0 = 0\$ после сокращения на \$l\$, получаем

$$4M_1 + M_2 = -1.$$

В соответствии с расчетной схемой момент в шарнире равен нулю, т. е. \$M\_2=0\$, тогда \$4M\_1=-1\$ и \$M\_1=-0,25\$. Если единичный момент приложен в среднем узле элемента стойки, то уравнение трех моментов после сокращения на \$l\$ будет:

$$M_0 + 4M_1 + M_2 = -6 \left( \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} \right).$$

Подставив значения \$M\_0=0\$ и \$M\_2=0\$, получим: \$4M\_1=-2\$, т. е. \$M\_1=-0,5\$.

Сложив величины опорных моментов с приложенными единичными моментами, получим эпюры от единичных моментов, показывающие распределение моментов в элементе стойки для двух рассмотренных случаев (рис.

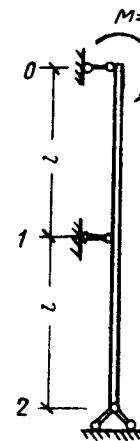


Рис. 37. Схема загружения элемента стойки единичным моментом

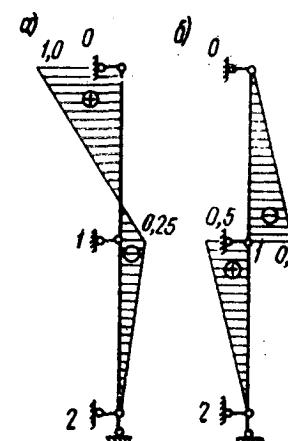


Рис. 38. Эпюры от единичных моментов  
а — единичный момент расположен в верхнем узле;  
б — то же, в среднем узле

В расчет принимают, как правило, сочетание эпюр, дающее самое невыгодное загружение, которое соответствует максимальным значениям величин опорных моментов или нормальных сил.

Для определения сечений стойки и проверки напряжений в них в расчет принимают значение \$M\_{max}\$ и соответствующее ему значение продольной сжимающей силы или значение \$N\_{max}\$ и соответствующее ей значение изгибающего момента.

Величина изгибающего момента в стойке равна:

$$M = Pe \text{ кГ} \cdot \text{см},$$

где \$P\$ — величина нагрузки в кГ, передаваемая на стойку с поперечины через узловую хомут;

\$e\$ — эксцентриситет приложения нагрузки в см;

\$e = 7,2\$ см для узлов соединения элементов \$d=60/53\$ и \$e=6,6\$ см для узлов соединения элементов \$d=48/41\$ и элементов \$d = 60/53\$.

Методика расчета лесов системы Ленпромстроя (по альбому Промстройпроекта) отличается от рассмотренной методики расчета лесов системы ВНИОМС лишь тем, что вертикальные нагрузки на стойку передаются не с одной, а с двух сторон:  $e=5,4$  см. В этом случае загружение узла стойки является симметричным, стойка центрально нагружена, а величина опорного момента в узле равна нулю. При расчете крайних стоек учитывается одностороннее приложение нагрузки.

## 2. РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕСОВ

Для лесов системы ВНИОМС, где принято шарнирное соединение стыков стоек, особо важное значение имеет рассмотрение вопроса устойчивости стоек, основанное на учете всех действительных факторов работы конструкции.

Как уже было рассмотрено выше, наиболее невыгодное приложение момента в элементе лесов для каменных работ — в верхнем узле.

Потеря устойчивости стоек для лесов системы ВНИОМС может произойти в плоскости действия момента и из плоскости действия момента.

На рис. 39 показан общий случай работы одного яруса стойки лесов, который находится под действием продольной сжимающей силы и опорных моментов, приложенных к его концам. При этом предположим, что оба конца выгибают стойку в одном направлении.

В соответствии с принятой на рис. 39 схемой величина изгибающего момента в произвольном сечении  $x$  данного яруса стойки будет равна:

$$M_x = M_1 + Qx + Py,$$

где  $M_1$  — момент, приложенный в нижнем узле;

$Q$  — поперечная сила от моментов как реакция продольных связей;

$P$  — продольная сжимающая сила.

Из дифференциального уравнения упругой линии стержня записываем выражение для  $M_x$ :

$$EJy'' = -M_x,$$

где  $y''$  — вторая производная от прогиба  $y$  по длине стержня  $x$ .

Общее выражение для определения максимального изгибающего момента в опасном сечении какого-либо яруса стойки определяется в результате решения этого дифференциального уравнения:

$$M_{\max} = -\frac{M_1}{\sin th} \sqrt{1 + \alpha^2 - 2\alpha \cos th},$$

где

$$t = \sqrt{\frac{P}{EJ}};$$

$h$  — высота яруса;

$$\alpha = \frac{e_2}{e_1} = \frac{M_2}{M_1}.$$

В этом случае принято, что  $M_2$  меньший по абсолютной величине опорный момент;  $e_1$  и  $e_2$  — условные эксцентрикитеты продольной силы  $P$ , а  $-1 \leq \alpha \leq +1$ .

Для определения максимального изгибающего момента в нижнем ярусе стойки, когда  $M_2 = 0$  и, следовательно,  $\alpha = 0$ , формула преобразуется в следующую:

$$M_{\max} = \frac{M_{\text{оп}}}{\sin th} = \frac{Pe_{\text{оп}}}{\sin th},$$

где  $e_{\text{оп}} = 7,2 \text{ см}$ .

Кроме этого, анализ решения дифференциального уравнения  $EJy'' = M_x$  показывает, что изгибающий момент в любом сечении стойки данного яруса будет меньше величины опорного момента до тех пор, пока сжимающая сила будет иметь величину, не превышающую значения четверти критической силы:

$$\frac{P_s}{4} = \frac{\pi^2 E J}{4 h^2}.$$

Для лесов конструкции ВНИОМС с односторонней передачей нагрузки с поперечин на стойки  $\alpha$  изменяется от  $-1$  до  $0$ .

Эпюры моментов в ярусе стойки, представленные на рис. 40, соответствуют предельным отношениям опорных моментов ( $\alpha = -1$ ;  $\alpha = 0$ ). Пунктиром показано возможное возрастание моментов от продольной силы.

В результате решения дифференциального уравнения упругой линии получено уравнение

$$\alpha = \cos th.$$

Это уравнение определяет условие, при котором максимальный изгибающий момент становится равным

большему из опорных моментов и совпадает с опорным сечением стержня. Но от этого положения возможны два случая отклонения, когда  $\alpha \geqslant \cos th$  или  $\alpha < \cos th$ .

Если  $\alpha \geqslant \cos th$ , то  $M_{\max} \geqslant M_{\text{оп}}$ . При  $\alpha < \cos th$  наибольшим действительным значением изгибающего момента в сечении данного яруса является больший из опорных моментов.

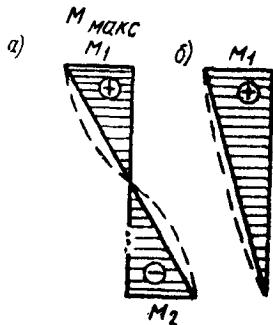


Рис. 40. Эпюры моментов при предельных случаях

отношения  
а — при равенстве абсолютных значений опорных моментов; б — при отсутствии опорного момента в нижнем ярусе

Подставив значения  $t = \sqrt{\frac{P}{EJ}}$  и  $th = \pi \sqrt{\frac{P_{\text{расч}}}{P_3}}$  в выражение  $\alpha \geqslant \cos th$ , получим следующее условие:

$$M_{\max} \geqslant M_{\text{оп}} \quad \text{при } \alpha \geqslant \cos \pi \sqrt{\frac{P_{\text{расч}}}{P_3}}.$$

Таким образом, устойчивость лесов определяется в основном следующими факторами: величиной действующих на леса вертикальных нагрузок, постановкой достаточного количества креплений лесов к объекту, определяющих условия работы стоек на продольный изгиб, характером опирания стоек на грунт.

Несущая способность стоек резко снижается при нарушении запроектированной системы крепления к стойке, что может привести к аварии.

## *Глава V*

### **УТОЧНЕНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЛЕСОВ И ПОДМОСТЕЙ**

При дальнейшем совершенствовании методики расчета лесов, повышении жесткости узловых соединений, облегчении конструкции, удешевлении ее, использований в будущем новых материалов (например, алюминиевых сплавов) временные сооружения подобного типа будут полностью отвечать требованиям, предъявляемым к ним: полной сборности, легкости, удобствам монтажа и транспортирования.

Широкое применение лесов требует рассмотрения эффективности такого рода конструкций с экономической точки зрения. Массовое использование трубчатых лесов обусловливает особую значимость наиболее полного использования несущей способности материала, из которого они изготовлены. Средством достижения этого является переход к более совершенному методу расчета, единому для всех строительных конструкций, по предельным состояниям. Существующие конструкции временного типа (леса, подмости, эстакады и пр.) рассчитывают по методике допускаемых напряжений, которая, имея ряд недостатков, не удовлетворяет действительным факторам работы конструкции и материала, что приводит к занижению расчетной несущей способности конструкции, а следовательно, и к излишним запасам прочности.

Урегулирование вопросов запаса прочности и выявление этих излишков может дать значительную экономию в металле (приблизительно 20%). Это подчеркивает всю важность и серьезное экономическое значение предстоящей работы.

Современные методы расчета на прочность и устойчивость основаны на предположении, что соответствую-

щим выбором расчетных нагрузок и их сочетаний, а также принятием различных коэффициентов запаса обеспечивается неразрушимость всей конструкции при самом невыгодном варианте загружения.

Однако изучение материалов аварий доказывает, что полная неразрушимость практически не может быть достигнута.

Из анализа аварий видно, что фактические нагрузки, действующие на конструкцию, могут значительно превышать расчетные их величины. Поэтому, если основываться на стремлении к неразрушимости конструкций, необходимо принимать за расчетные те нагрузки, которые превышают обычно берущиеся в расчет. Это привело бы к значительному увеличению собственного веса и стоимости лесов и в то же время не дало бы желаемых результатов.

На практике нельзя предусмотреть наиболее невыгодное загружение, так как всегда может возникнуть случай, когда нагрузка все же превысит расчетную, вследствие чего произойдет обрушение.

Указанное положение находит отражение в действующих нормах расчета и проектирования, где расчет конструкции на прочность ведется по принятым расчетным нагрузкам, величины которых значительно меньше наибольших возможных.

Однако приближенный метод построения норм, основанный главным образом на прошлом опыте, часто приводит к ошибкам, результатом которых являются многочисленные аварии.

Ряд исследований, проведенных за последние годы в области теории расчета строительных конструкций, в особенности работы проф. Н. С. Стрелецкого, привели к выводу о необходимости учитывать возможность разрушения.

Абсолютной неразрушимости добиться невозможно, в то время как можно и нужно предельно ограничить вероятность разрушения.

Целью инженерного расчета является обеспечение условия неразрушимости, т. е. выбор такой конструкций, разрушение которой было бы маловероятным.

Гарантия того, что за время эксплуатации конструкции не наступит ни одно из недопустимых предельных состояний (например, по прочности, устойчивости и т. д.), есть итог всего расчета.

Условие прочности можно выразить в следующем виде:

$$S \leq R,$$

определеня этим, что величина нагрузки  $S$ , действующей на конструкцию (или усилия в элементе конструкции, или напряжения в нем), не должна превышать величины несущей способности  $R$  материала, из которого изготовлена конструкция.

Внешняя нагрузка и несущая способность являются переменными, случайными величинами, характер распределения которых можно установить только при накоплении и наличии большого числа опытных данных. Эта изменчивость величин и случайный характер их проявления объясняют вероятностную трактовку инженерных расчетов на прочность, что выражается в преобразовании условия прочности:

$$\max S \leq \min R.$$

Однако в практических расчетах на прочность большое значение имеют расчетные (нормативные) величины нагрузки и несущей способности. Условие прочности тогда выражается в следующем виде:

$$S_n \leq \frac{R_n}{k},$$

где  $S_n$  — расчетная (нормативная) нагрузка;

$R_n$  — расчетная (нормативная) несущая способность;

$k$  — коэффициент запаса.

$S_n$  и  $R_n$  входят в условие прочности как вполне определенные величины. По отношению к реальным величинам, имеющим случайный характер, они играют роль некоторых средних или вероятных значений и являются условными величинами.

Величина расчетной (нормативной) нагрузки непосредственно зависит от выбора коэффициента запаса, чем и определяется его первенствующее значение в условии прочности.

Кроме того, коэффициент запаса является единственной величиной, выявляющей вероятностный характер работы конструкции.

Приведенные выше положения являются результатом многолетних исследований ученых. Эти исследования

способствовало выявлению и разъяснению вероятностной природы коэффициента запаса.

Первыми в этой области были работы М. Майера и Н. Ф. Хоциалова. Несмотря на то что ряд положений, выдвинутых в этих трудах, явился спорным и не нашел дальнейшего развития, основная идея о возможности применения вероятностных методов к расчету сооружений стала как бы исходным пунктом для будущих исследований по этим вопросам.

Инженер Н. Ф. Хоциалов отмечает, что решение задачи о запасах прочности, назначение экономически целесообразных запасов прочности являются одной из важнейших задач современной инженерной деятельности, так как классическая механика не дает удовлетворительного решения этой проблемы.

Решение проблемы должно заключаться в замене так называемого «коэффициента незнания» коэффициентом неравномерности.

Проблема рассмотрения фактических неравномерностей строительных процессов и выявляет изменчивую, вероятностную природу основных расчетных характеристик. Сюда относятся неравномерности свойств строительных материалов, неравномерности величин фактических напряжений в элементах конструкции.

Для обеспечения безаварийности сооружений, влекущей за собой групповой или массовый травматизм, необходимо обеспечение их необходимой надежности.

Последняя зависит от степени равномерности свойств материала и от прочности формул, которые применяют для расчета сооружения. Так как изучение свойств материалов и изучение законов распределения напряжений в работающем элементе конструкции осуществляется путем экспериментальных исследований, то в общий вопрос должен быть включен и вопрос о точности лабораторно-испытательной работы. Кроме того, особенно важным является выявление взаимосвязи между надежностью сооружения и его экономикой.

Дальнейшее изучение природы коэффициента запаса явилось предметом исследований проф. Н. С. Стрелецкого, который в своих работах выявил сущность и структуру коэффициента запаса прочности сооружений и дал методику статистического учета этого коэффициента. Целевое назначение коэффициента запаса вытекает непосредственно из условия неразрушимости конструкции.

Иначе говоря, коэффициент запаса должен дать такое возможное увеличение напряжений (или усилий), при котором сооружение еще сохраняет неразрушимость за время своей эксплуатации при наименьших затратах материала.

Структура коэффициента запаса выявляется благодаря расшифровке его, расчленению на отдельные составляющие и приданнию каждому из составляющих определенного физического смысла, связанного с изменчивостью каких-либо величин. Коэффициент запаса представляет собой систему расчетных коэффициентов (коэффициентов перегрузки, однородности материала и условий работы), учитывающих конкретные фактические условия возведения и эксплуатации конструкций, а также характер внешних воздействий на них.

Вычисление вероятности разрушения конструкций является сложной задачей. Безопасность сооружений определяется величиной гарантии неразрушимости, которая может быть получена только опытным путем на основании наблюдений и вычислений величин для сооружений, безопасность которых подтверждена в их эксплуатации.

В трудах Н. С. Стрелецкого проведен анализ изменения гарантии неразрушимости при изменении коэффициента запаса, а также при изменении расчетных нагрузок. При этом определено, что одинаковый коэффициент запаса в общем случае не характеризует равной прочности сооружений. Последняя определяется равной величиной гарантии неразрушимости. Например, было подсчитано, что для тяжелых металлических конструкций по сравнению с конструкциями легкого типа при постоянном коэффициенте запаса величина гарантии неразрушимости выше и сооружения являются более прочными и надежными в эксплуатации.

Важнейшие исследования в изучении статистической природы коэффициента запаса были продолжены трудами отечественных и зарубежных ученых.

В работах проф. А. Р. Ржаницына дан анализ методики расчета сооружений на прочность и безопасность и возможности использования методов математической статистики для подобных расчетов.

Известно, что для обеспечения нормальной и безопасной работы сооружения требуется введение поправки к полученным расчетным путем предельным величи-

нам. Эта корректива учитывается в виде коэффициента запаса.

Единственно правильной методикой определения необходимых запасов должен быть тщательный учет всех причин, которые могут вызвать существенные отклонения работы сооружения от принятой расчетной схемы. Анализ этих отклонений в расчетных величинах может иметь систематический или случайный характер. Систематические отклонения могут быть выявлены экспериментально (методом средних величин) или теоретически. Учет их в расчете не представляет сложности.

Однако анализ случайных отклонений не может быть выполнен путем изучения средних цифр опытных данных, так как эти отклонения в среднем равны нулю.

Выявление случайных отклонений может быть получено статистическим методом путем математической обработки материалов многочисленных экспериментов и выражения этих отклонений (разбросе) изучаемых величин в виде кривых или функций распределения.

Однако это не является единственным источником сведений об отклонениях случайных величин. Статистический материал требуется рассматривать как материал прикладного, иллюстративного характера, в то время как основой всегда является конкретное изучение явлений, вызывающих отклонения.

Расчет сооружений на безопасность (особенно таких, как леса) должен выполняться с учетом реальных факторов, составляющих какую-либо угрозу безопасности конструкции.

Такими факторами являются износ и различные повреждения, допустимость которых определяется стоимостью того ущерба, который они причиняют. Повреждения представляют собой разрушения случайного характера, и к ним полностью применимы методы статистического расчета сооружений на безопасность.

Кроме того, применение методов математической статистики для анализа аварий ненадесообразно, так как малая вероятность аварии не представляет возможным использование статистики, основанной на анализе массовых событий, т. е. событий, имеющих большую вероятность. С другой стороны, аварии часто являются следствием причин, вводимых извне.

Это также не должно служить препятствием в разработке мероприятий по предотвращению и ликвидации любых аварий. Однако эти мероприятия должны проводиться не за счет изменения коэффициента запаса, а главным образом конструктивными приемами.

Для металлических трубчатых лесов мероприятия по предотвращению аварий могут свестись к разработке новых конструкций узловых соединений, повышению жесткости всей конструкции (или отдельных частей ее), устойчивости ее во время монтажа и эксплуатации, условий ее крепления к зданию и опирания на основание.

Леса, как конструкции временного типа, обладают специфическими особенностями.

Наиболее существенной из этих особенностей является временный характер работы конструкции, обуславливающий особые требования надежности ее при монтаже и в эксплуатации. Временные сооружения отличаются от капитальных тем, что они имеют небольшой срок службы. Для металлических трубчатых лесов это обстоятельство дополняется еще и тем, что стоит вопрос о многократном использовании всех лесов в целом или отдельных секций, т. е. использование ранее бывших в употреблении конструктивных элементов.

Повторное применение конструкции выявляет необходимость знания и точного учета фактических условий работы сооружения, что выражается в конкретном определении коэффициента условия работы, являющегося одним из компонентов общего коэффициента запаса.

Леса выполняют из металлических труб диаметром 48 и 60 мм. При их монтаже возможны некоторые повреждения, выражющиеся в наличии начальных прогибов, различных местных нарушений формы сечения (вмятины, искривления и т. д.), особенно при многократном использовании.

Влияние местных повреждений на несущую способность конструкций может быть учтено при помощи определения случайных эксцентрикитетов, вызванных изменениями формы сечения элементов конструкции.

Решение этой задачи выполнимо только вследствие многократных исследований по определению коэффициентов условий работы сооружений временного типа, т. е. выявление основных факторов, влияющих на несущую способность. К ним относятся:

начальные прогибы;

случайные эксцентрикитеты вследствие местных повреждений и от приложения нагрузки;

пространственная работа узловых соединений и т. д.

Экспериментальные исследования работы строительных лесов показывают, что методика определения напряжений и усилий в элементах лесов в основном правильна.

Отклонения собственного веса лесов от его расчетного значения бывают небольшими ( $\pm 10\%$ ).

Однако часто бывают довольно значительные отклонения геометрических размеров и прочности материалов при многократном применении конструкций лесов.

Кроме того, большие отклонения от расчетных величин имеют нагрузки от веса груза, укладываемого на настилы лесов, от различного рода динамических воздействий, от воздействия ветра и т. д.

Все это в значительной степени влияет на несущую способность лесов и является причиной некоторых аварий.

Поэтому можно сделать вывод, что при расчете и проектировании лесов необходимо учитывать возможности рассмотренных отклонений путем принятия коэффициентов, соответствующих каждому виду нагрузки.

Такое расчленение единого коэффициента запаса прочности на составляющие его компоненты, переход к расчету лесов по предельным состояниям является необходимым условием для решения задачи о максимальном совпадении расчетных данных с их фактическими величинами.

При расчете металлических лесов берут величину полезной нагрузки на настил, которая в основном обуславливается назначением лесов (леса для отделочных работ, для каменной кладки, монтажных работ, остекления и т. д.). Как показала практика, леса определенного назначения очень часто применяют и для производства других видов строительно-монтажных работ. В этих случаях нагрузка на настил лесов не совпадает с величинами, на которые данные леса рассчитаны. В данном случае может быть недогрузка или перегрузка. Небольшая перегрузка не приводит к опасным последствиям, и поэтому чаще всего ее допускают при эксплуатации лесов.

Большие перегрузки, превышающие 30—40%, как правило, приводят к обрушению лесов и авариям.

При расчете изменчивость нагрузки обусловливается:

коэффициентом перегрузки, который зависит от различных причин, которые могут быть при эксплуатации лесов. Поэтому лучше всего его можно охарактеризовать при помощи статистического метода.

Для этой цели в результате статистической обработки сведений о нагружении настилов устанавливают, как часто при эксплуатации лесов осуществляют те или иные по величине нагрузки. Результаты этих наблюдений оформляют в виде графика или частотной кривой, на оси абсцисс которой наносят возможные значения величины нагрузки, а на оси ординат — число случаев действия нагрузки определенной величины.

Такая частотная кривая характеризует произведенные статистические наблюдения.

При увеличении числа наблюдений и уменьшении интервала частотная кривая стремится к плавной кривой, называемой кривой распределения (рис. 41).

На этой кривой (рис. 41, а) отмечены точки, соответствующие наиболее часто применяемым на практике нагрузкам, расчетным нагрузкам на настилы лесов и предельной расчетной нагрузке, определяемой принятыми в расчетах запасами прочности и устойчивости.

При рассмотрении кривой следует отметить, что при эксплуатации лесов величина нагрузки на настиле может превосходить предельное расчетное значение. Это важно знать, так как именно при таком загружении и возникают аварии.

Однако невозможно полностью предотвратить возможность перегрузок, ведущих к авариям. Это потребо-

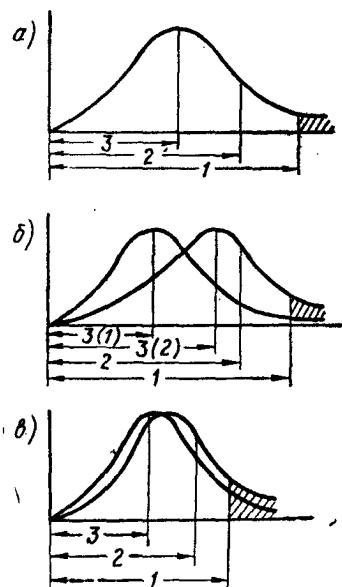


Рис. 41. Кривые распределения нагрузки

а — кривая распределения (повторяемости) нагрузки, действующей на леса; б — кривые распределения при различном использовании лесов; в — кривые распределения при различном качестве эксплуатации лесов; 1 — предельная нагрузка; 2 — расчетная нагрузка; 3 — средняя нагрузка (наиболее часто повторяющаяся); (1) — в первом случае; (2) — во втором случае

вало бы значительного увеличения расчетных нагрузок, что влечет за собой увеличение собственного веса конструкции и, следовательно, удорожание ее.

Как видно из рис. 41, число опасных случаев нагружения характеризуется заштрихованной площадью кривой, находящейся за предельным расчетным значением нагрузки.

Для обеспечения безопасности работы на лесах необходимо стремиться к уменьшению этой площади. Эта площадь будет увеличиваться при увеличении среднего значения наиболее часто повторяющейся нагрузки (рис. 41, б) и уменьшаться при увеличении крутизны кривой на участке между средним значением нагрузки и ее предельной расчетной величиной (рис. 41, в).

В первом случае возникает опасность перегрузки с ростом использования лесов по времени и по загруженности. Это свидетельствует о необходимости отказаться при расчете от применения единого коэффициента запаса прочности и перейти к расчленению этого коэффициента на различные его компоненты, наиболее полно характеризующие условия использования конструкции лесов.

Кроме того, при стремлении к увеличению крутизны кривой (см. рис. 41, в) на участке от номинальной полезной нагрузки в сторону перегрузки может быть решена задача обеспечения безопасности более экономичным путем. Эта крутизна определяет качество эксплуатации конструкций лесов.

Таким образом, кривые распределения отражают качество эксплуатации, а также и условия использования конструкций лесов.

При математической обработке описанных кривых можно будет установить зависимость между величиной нагрузки и условиями работы конструкции, что позволит определить теоретическим путем коэффициенты запаса прочности и устойчивости, которые заменяют принимаемые в настоящее время коэффициенты, основанные только на данных прошлого опыта, а не на расчетных обоснованиях.

Не менее важен такой подход при исследовании воздействия динамических нагрузок на конструкции лесов. Эта область остается еще недостаточно изученной, в то время как необходимо теоретическим путем установить, какие допускаемые перегрузки можно принимать в расчет.

То же самое касается и принципов расчета лесов на ветровую нагрузку.

Таким образом, цели исследования можно свести в основном к следующим положениям:

1. Необходимо выбрать такие расчетные нагрузки, при которых вероятность перегрузки будет ограничена определенными пределами.

2. Необходимо определить минимально допустимую вероятность опасной перегрузки, т. е. вероятность обрушения или аварии лесов.

Решение этих вопросов позволит подойти к расчету конструкций лесов с научной точки зрения при соблюдении также и экономических требований.

Решение в совокупности вопроса прочности и экономичности должно привести к снижению аварий металлических лесов и повышению сроков их эксплуатации.

Если принять во внимание все эти факторы, а также вычисление основных компонентов коэффициента запаса и определение общего коэффициента запаса для металлических трубчатых лесов, то можно уточнить методику расчета их, выявить значительные запасы прочности конструкции, разработать наиболее экономичные решения.

---

## ЛИТЕРАТУРА

Баранов Л. А. Основы техники безопасности и производственной санитарии в строительстве. Стройиздат, 1964.

Баранов Л. А., Федосеев Н. П. Типовые инвентарные устройства и приспособления по безопасному ведению строительно-монтажных работ. Стройиздат, 1965.

Болотин В. В. Статистические методы в строительной механике. Госстройиздат, 1961.

Золотницкий Н. Д., Дроздов П. Ф. Условия безопасности работы на металлических лесах. Изд. МКХ, 1951.

Золотницкий Н. Д., Ройтман Н. Я., Огольцов А. Ф. Охрана труда в строительстве. «Высшая школа», 1969.

Золотницкий Н. Д. и др. Инженерные решения по технике безопасности в строительстве. Стройиздат, 1969.

Ржаницын А. Р. Определение запаса прочности сооружений. «Строительная промышленность», 1947, № 8.

Ржаницын А. Р. К проблеме расчетов сооружений на безопасность. Сб. «Вопросы безопасности и прочности строительных конструкций». Госстройиздат, 1952.

Ржаницын А. Р. Необходимо совершенствовать нормы расчета строительных конструкций. «Строительная промышленность», 1957, № 8.

Справочное пособие по технике безопасности и производственной санитарии при строительно-монтажных работах. Под ред. Торопова А. С. Стройиздат, 1966.

Стрелецкий Н. С. Основы статистического учета коэффициента запаса прочности сооружений. Стройиздат, 1947.

Турчин Н. Я. Унифицировать инвентарные временные сооружения. «Промышленное строительство», 1962, № 10.

Ходиалов Н. Ф. Запасы прочности. «Строительная промышленность», 1929, № 10.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение . . . . .</b>	<b>3</b>
<b>Глава I. Общая характеристика конструктивных схем и конструкций узловых сопряжений, применяемых в нашей стране и за рубежом</b>	
1. Анализ существующих конструкций лесов . . . . .	4
2. Анализ существующих конструкций подмостей . . . . .	11
3. Анализ подвесных конструкций лесов . . . . .	18
4. Анализ конструкций узловых сопряжений . . . . .	22
<b>Глава II. Анализ причин аварий лесов и подмостей</b>	
<b>Глава III. Решение вопросов безопасности при монтаже и эксплуатации лесов и подмостей</b>	
1. Общие требования безопасности, предъявляемые к металлическим лесам и подмостям . . . . .	42
2. Требования безопасности при подготовке к производству работ на лесах и подмостях . . . . .	47
3. Монтаж и демонтаж лесов . . . . .	49
4. Эксплуатация лесов . . . . .	56
5. Транспортирование материалов на леса . . . . .	56
6. Грозозащита и защитное заземление металлических трубчатых лесов . . . . .	57
7. Освещение рабочих мест . . . . .	60
<b>Глава IV. Расчет металлических трубчатых лесов на прочность и устойчивость</b>	
1. Расчет прочности лесов . . . . .	61
2. Расчет устойчивости лесов . . . . .	66
<b>Глава V. Уточнение методов расчета металлических лесов и подмостей</b>	
<b>Литература . . . . .</b>	<b>80</b>

Сташевская Светлана Григорьевна

## БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ НА ЛЕСАХ И ПОДМОСТИХ

(Издание 2-е)

\* \* \*

Стройиздат. Москва, К-31, Кузнецкий мост, д. 9

\* \* \*

Редактор издательства М. И. Патеновская

Внешнее оформление Э. Д. Меджитовой

Технический редактор К. Е. Тархова

Корректор Л. С. Лялягина

---

Сдано в набор 2/XI 1970 г. Подписано к печати 17/II 1971 г.

Т-04118 Бумага 84×108 1/32 д. л. — 1,25 бум. л.

4,2 усл. печ. л. (уч.-изд. 4,10 л.) Тираж 80.000 экз.

Изд. № AVI-2211 Зак. № 227. Цена 21 коп