

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

**Кафедра «Строительное производство»**

**О. Е. ПАНТЮХОВ, В. М. ШАПОВАЛОВ**

# **МОНТАЖ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

**Часть I**

**ВЫБОР ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН  
И МЕХАНИЗМОВ**

**Учебно-методическое пособие  
по курсовому и дипломному проектированию**

**Гомель 2016**

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Строительное производство»

О. Е. ПАНТЮХОВ, В. М. ШАПОВАЛОВ

# МОНТАЖ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Часть I

ВЫБОР ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

*Одобрено методической комиссией факультета ПГС  
в качестве учебно-методического пособия  
по курсовому и дипломному проектированию*

Гомель 2016

УДК 624.011.04 (075.8)  
ББК 38.5  
П16

Рецензенты: ведущий научный сотрудник государственного научного учреждения «Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси» канд. техн. наук *В. В. Биран*; зав. кафедрой «Архитектура» д-р архитектуры, профессор *И. Г. Малков* (УО «БелГУТ»)

**Пантюхов, О. Е.**

П16 Монтаж строительных конструкций : учеб.-метод. пособие по курсовому и дипломному проектированию : в 2 ч. / О. Е. Пантюхов, В. М. Шаповалов; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2016. – Ч. 1 : Выбор грузоподъемных машин и механизмов. – 103 с.  
ISBN 978-985-554-403-7 (ч. I)

Изложено решение основных вопросов в области технологии возведения зданий: определение видов и объёмов монтажных и вспомогательных работ; теоретические положения и методика выбора средств механизации для монтажа конструкций; расчёт потребности в трудовых и материальных затратах; выбор наиболее эффективных способов производства работ; оценка эффективности принятых технологических решений; разработка технологии возведения зданий из сборных конструкций.

Предназначено для студентов специальности «Промышленное и гражданское строительство» и может быть использовано слушателями переподготовки «ИПК и ПК».

**УДК 624.011.04 (075.8)**  
**ББК 38.5**

**ISBN 978-985-554-403-7 (ч. I)**  
**ISBN 978-985-554-402-0**

© Пантюхов О. Е., Шаповалов В. М., 2016  
© Оформление. УО "БелГУТ", 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	4
<b>1 Исходные данные для проектирования</b> .....	4
<b>2 Состав, содержание и оформление курсового проекта</b> .....	5
2.1 Состав пояснительной записки .....	5
2.2 Состав графической части проекта .....	5
<b>3 Последовательность разработки курсового проекта</b> .....	6
3.1 Анализ объемно-планировочной и конструктивной схем зданий .....	7
3.2 Состав комплексного процесса монтажа зданий .....	7
3.3 Определение объемов монтажных работ .....	7
3.4 Выбор методов производства монтажных работ .....	8
3.5 Выбор монтажных приспособлений .....	10
<b>4 Выбор грузоподъемных машин и механизмов, транспортных средств</b> .....	10
4.1 Выбор грузоподъемных машин (кранов) .....	10
4.1.1 Указания к выбору .....	10
4.1.2 Выбор башенных кранов .....	12
4.1.3 Выбор самоходных стреловых кранов .....	15
4.1.4 Привязка грузоподъемных машин к зданиям и сооружениям .....	17
4.2 Выбор схемы механизации монтажных работ и вертикального транспорта на объектах реконструкции и ремонта .....	26
4.2.1 Указания к выбору схем механизации .....	26
4.3 Проектирование установки грузоподъемных машин .....	30
4.3.1 Проектирование установки башенных кранов .....	31
4.3.2 Проектирование установки стреловых самоходных кранов .....	35
4.3.3 Проектирование установки строительных подъемников .....	38
4.4 Определение опасных зон, образующихся при работе грузоподъемных машин (кранов) и механизмов .....	40
4.5 Ограничение зон обслуживания кранами при работе в стесненных условиях .....	49
4.6 Технично-экономическое сравнение грузоподъемных машин (кранов) .....	52
4.7 Выбор транспортных средств .....	57
<b>Список литературы</b> .....	61
<b>Приложения</b> .....	62
А Исходные данные для проектирования здания .....	62
Б Основные параметры сборных железобетонных колонн и других изделий .....	69
В Железобетонные фермы и балки .....	78
Г Грузовые характеристики самоходных стреловых кранов .....	84
Д Узлы сопряжения элементов каркаса .....	101
Е Среднестатистические расчетные данные среднемесячной температуры зимнего периода работ .....	99
Ж Относительная прочность бетона при изотермическом прогреве .....	103
И Относительная прочность бетона в зависимости от сроков и температуры твердения .....	104
К Относительная прочность бетона с противоморозными добавками при твердении при отрицательных температурах .....	105
Л Объем сопутствующих монтажу работ .....	106

## **ВВЕДЕНИЕ**

Эффективность монтажа конструкций в значительной мере зависит от применяемых монтажных кранов. Выбор крана для монтажа сборных конструкций зависит от геометрических размеров зданий, расположения и массы монтируемых конструкций, характеристики монтажной площадки, объема и продолжительности работ, технических и эксплуатационных характеристик монтажных кранов.

Цель курсового проекта по монтажу строительных конструкций – углубить теоретические знания студентов в области технологии возведения зданий с применением сборных конструкций и помочь им приобрести навыки самостоятельной работы по проектированию технологических процессов при решении конкретных инженерных задач.

Содержание курсового проекта предусматривает решение следующих задач: выбор сборных элементов здания в соответствии с конструктивной схемой и определение их габаритных и весовых характеристик; определение видов и объемов монтажных и вспомогательных работ; выбор средств механизации для монтажа сборных конструкций; расчет потребности в материальных и трудовых ресурсах; выбор наиболее эффективных способов производства работ; разработка технологии возведения зданий из сборных конструкций.

## **1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Темой курсового проекта является разработка технологии производства работ по монтажу несущих и ограждающих конструкций надземной части одноэтажного или многоэтажного здания, представляющих собой единый строительный объект. Условно принято, что подземные конструкции зданий возведены, подземные коммуникации уложены, а строительная площадка спланирована.

Варианты задания на проектирование принимаются согласно приложению А.

Приступая к разработке курсового проекта, необходимо детально изучить архитектурно-строительную часть задания на проектирование, обратив особое внимание на следующие характеристики объекта.

- 1 Строительный объем, этажность, количество и размер пролетов.
- 2 Конфигурация и размеры здания в плане и по высоте.
- 3 Материал основных конструктивных элементов (колонн, перекрытий, покрытий, стен).
- 4 Характеристика сборных элементов, их основные параметры (размеры, масса и т.п.).

## **2 СОСТАВ, СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Курсовой проект включает в себя пояснительную записку с необходимыми расчетами, схемами, чертежами, таблицами и графическую часть.

### **2.1 Состав пояснительной записки**

Пояснительная записка должна содержать следующие материалы:

- титульный лист стандартного образца;
- задание на выполнение курсового проекта;
- введение (цели проектирования);
- конструктивную характеристику здания и сборных элементов;
- определение объемов монтажных и вспомогательных работ;
- выбор монтажной оснастки и приспособлений;
- выбор методов монтажа и монтажных кранов;
- определение размера и количества монтажных участков;
- обоснование принятой технологии производства монтажных работ;
- описание организационно-технологических процессов монтажа сборных конструкций зданий;
- ведомость потребности в машинах, оборудовании, инструменте и приспособлениях для производства монтажных работ;
- указания по производству монтажных работ в зимних условиях;
- указания по контролю качества монтажных работ;
- перечень мероприятий по охране труда и технике безопасности;
- список использованной литературы, в том числе нормативных, проектных и справочных материалов.

Материал записки должен быть изложен технически грамотно, четко и сжато. Все расчеты и принятые решения должны основываться на действующих нормативных документах.

### **2.2 Состав графической части проекта**

В графической части проекта должны быть представлены следующие материалы:

- план строительного объекта с указанием разбивки зданий на захватки (монтажные участки), последовательности выполнения работ по захваткам (участкам), путей движения монтажных кранов и привязки путей башенных кранов к осям здания. На плане должны быть указаны площадки для складирования конструкций с раскладкой сборных элементов, а также площадки со схемой укрупнительной сборки конструкций (если предусматривается их предварительное укрупнение);
- разрез зданий с указанием всех высотных отметок и необходимых привязок к осям здания (крановых путей, складских площадок и т.п.);
- схемы раскладки сборных конструкций у мест монтажа;
- схемы строповки сборных конструкций и их временного закрепления;
- схемы монтажа основных конструкций зданий;
- схемы заделки монолитных стыков;
- характеристики монтажных кранов;
- календарный график производства монтажных работ;
- основные указания по производству работ и технике безопасности.

### **3 ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Разработку курсового проекта целесообразно выполнять в такой последовательности:

- проводится анализ объемно-планировочной и конструктивной схем здания и определяются тип, размеры, количество и масса сборных конструкций, способы соединения элементов;
- устанавливается состав комплексного процесса монтажа зданий и определяются входящие в него отдельные строительные процессы;
- определяются объемы работ и их трудоемкость;
- с учетом объемно-планировочного решения строительного объекта производится выбор методов производства монтажных работ, выбор монтажных приспособлений и определяются требуемые технические характеристики монтажных кранов, типы и их марка;
- на основе сравнительного технико-экономического анализа вариантов производства монтажных работ определяются размеры монтажных захваток (участков), количество монтажных кранов, состав бригады рабочих и другие показатели, необходимые для выполнения комплексного процесса монтажа конструкций зданий;
- определяется технологическая последовательность возведения отдельных частей объекта строительства;
- детально разрабатывается технология монтажа отдельных видов сборных конструкций зданий, в том числе в зимних условиях;

- разрабатывается календарный график производства работ;
- определяется потребность в материально-технических ресурсах;
- разрабатываются указания по контролю качества монтажных работ и мероприятия по охране труда и технике безопасности;
- определяются технико-экономические показатели проекта.

### **3.1 Анализ объемно-планировочной и конструктивной схем зданий**

В соответствии с заданием на проектирование определяются: размеры здания (длина, ширина, количество пролетов или этажей, высота); расположение и количество температурных швов; тип, размеры и вес сборных конструкций; способ соединения монтируемых элементов, т.е. вид стыков; потребность в предварительной укрупнительной сборке элементов; необходимость в усилении элементов на время монтажа (фермы и др.).

Решения, принятые на данном этапе выполнения курсового проекта, служат основой для подсчета объемов работ и предварительного выбора способов производства работ.

### **3.2 Состав комплексного процесса монтажа зданий**

Монтаж сборных конструкций зданий может быть представлен отдельными, самостоятельно выполненными в определенной технологической последовательности процессами: транспортно-складскими, подготовительными, основными, дополнительными и вспомогательными.

В транспортно-складские процессы входят доставка сборных конструкций на строительную площадку, разгрузка, складирование и подача конструкций в зону действия монтажного крана.

Подготовительные процессы включают укрупнение конструкций и усиление их на период монтажа, обустройство конструкций монтажными лестницами, люльками и т.п.

В основные процессы входят подъем, подача и установка в проектное положение монтируемого элемента с выверкой и последующим постоянным или временным закреплением.

Дополнительные процессы состоят из сварки стыковых соединений, замоноличивания стыков и швов, офактуривания швов и стыков и т.п.

Вспомогательные процессы предусматривают работы по устройству и перемещению монтажных лесов, подмостей и т.п.

Разбивка комплексного монтажного процесса на составные части позволяет четко определить номенклатуру работ, а также организовать выполнение работ поточным методом.

### **3.3 Определение объемов монтажных работ**



Для определения объемов работ на основании конструктивных схем зданий и приложений Б, В составляется спецификация элементов сборных конструкций зданий (таблица 3.1).

*Таблица 3.1 – Спецификация элементов сборных конструкций*

Наименование элементов	Марка элемента	Эскиз	Размеры		Масса одного элемента, т	Количество элементов на все здание
			длина	ширина или высота		
1	2	3	4	5	6	7

При определении объемов работ следует учесть не только объем монтажных работ, но и объем сопутствующих монтажу работ: заделка стыков, электросварка, заливка швов плит перекрытий и покрытия, заделка стыков стеновых панелей и т.д. (приложение Л). Полученные результаты сводятся в таблицу 3.2.

*Таблица 3.2 – Ведомость объёмов работ*

Наименование работ	Единица измерения	Объём работ на все здание	Примечание
1	2	3	4

Единицы измерения объема работ следует принимать в соответствии со сборниками единичных расценок. При необходимости в графе 2 таблицы 3.2 следует привести формулу подсчета объемов работ или привести расчет в пояснительной записке.

### **3.4 Выбор методов производства монтажных работ**

Исходя из объемно-планировочной и конструктивной характеристик зданий анализируются возможные варианты производства монтажных работ. По каждому варианту рассматриваются принципиальные схемы монтажа конструкций, определяющие технологию возведения здания.

При выборе метода монтажа следует учитывать следующие основные принципы:

- обеспечение геометрической неизменяемости, устойчивости и прочности смонтированной части здания на всех стадиях монтажа;
- наиболее эффективное использование монтажных кранов, монтажных приспособлений и оснастки;
- выполнение монтажа поточными методами и обеспечение фронта для последующих общестроительных работ;

- обеспечение безопасности производства монтажных работ.

Кроме того, при выборе методов монтажа сборных железобетонных конструкций необходимо учитывать сроки набора требуемой прочности бетона в стыках.

В зависимости от последовательности установки конструкций при возведении зданий могут применяться три метода монтажа: дифференцированный (раздельный), комплексный (совмещенный) и комбинированный (смешанный).

При дифференцированном (раздельном) методе монтажа за каждую проходку кран устанавливает конструкции определенного типа.

Преимущества такого метода: возможность применения различных типов кранов для разноименных элементов, повышение производительности труда монтажников в результате специализации выполняемых работ; недостаток – большое число проходов крана.

Комплексный (совмещенный) метод предусматривает монтаж всех конструкций в пределах каждой монтажной ячейки за одну проходку крана.

Преимущество такого метода – возможность совместно с монтажом каркаса вести работы по навеске стеновых ограждений, устройству кровли и монтажу технологического оборудования; недостаток – частая смена монтажной оснастки и монтаж элементов различной массы конструкций одним краном.

Комбинированный метод отличается тем, что часть конструкций монтируют раздельно, часть – комплексно.

В зависимости от направления монтажных работ применяют схемы продольного и поперечного монтажа для одноэтажных зданий, горизонтальную поэтажную и вертикальную по частям здания на всю высоту – для многоэтажных зданий.

При продольной схеме монтаж конструкций одноэтажных зданий ведется по пролетам здания вдоль его длины, при поперечной – поперек здания, охватывая часть или все пролеты. Следует принимать схему с более коротким путем движения крана, меньшим количеством стоянок и меньшей протяженностью переходов с одной стоянки на другую, так как при этом повышается коэффициент использования крана по времени и сменная выработка. Для выбора оптимального варианта составляется схема движения крана при различных методах монтажа и принимается такая технологическая последовательность установки конструкций, при которой обеспечивалась бы устойчивость смонтированных элементов и возможно быстрое окончание выполнения процессов на отдельных ячейках, захватках и участках здания.

Горизонтальную поэтажную схему монтажа следует применять при монтаже многоэтажных зданий небольшой протяженности, вертикальную – для протяженных зданий. В последнем случае каждый участок здания возводится на всю высоту как самостоятельный объект, что позволяет быстрее приступать к работам по монтажу технологического оборудования и внутренней отделке здания и сократить общую продолжительность строительства.

### 3.5 Выбор монтажных приспособлений

Для монтажа сборных конструкций зданий необходимы грузозахватные приспособления, приспособления для установки, выверки и временного закрепления конструкций, а также приспособления, обеспечивающие безопасное производство работ.

К грузозахватным приспособлениям относятся стропы, траверсы и специальные захваты с полуавтоматическим устройством для расстроповки конструкций с земли.

К приспособлениям для установки, выверки и временного закрепления конструкций относятся кондукторы (одиночные и групповые) для установки колонн, клинья, расчалки, распорки, якоря и т.п.

К приспособлениям, обеспечивающим безопасное производство работ, относятся лестницы, площадки, подмости, вышки, люльки, временные ограждения и т.п.

Основными требованиями, предъявляемыми к вышеуказанным приспособлениям, являются надежность и безопасность в работе, равномерность в распределении монтажных усилий, небольшой вес и универсальность.

Монтажные приспособления выбирают в зависимости от веса и размеров монтируемых конструкций, а также исходя из конструктивной характеристики здания по специальным альбомам или справочникам.

Выбранные монтажные приспособления приводятся в пояснительной записке в виде таблицы (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Характеристика монтажных приспособлений

Наименование приспособлений, организация-разработчик	Эскиз	Технические характеристики			Назначение
		грузоподъемность, т	масса, кг	расчётная высота, м	
1	2	3	4	5	6

## 4 ВЫБОР ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ, ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

### 4.1 Выбор грузоподъемных машин (кранов)

#### 4.1.1 Указания к выбору

Монтаж зданий и сооружений связан с постоянным перемещением и подъемом на высоту грузов различной массы и установкой элементов конструкций в проектное положение с необходимой и достаточно высокой

точностью, а также безопасностью производства работ. Это достигается при помощи монтажных машин и механизмов, которые могут свободно перемещаться в зоне производства строительных работ.

Таковыми монтажными механизмами в строительстве являются краны, имеющие большую скорость передвижения без груза (транспортная скорость), небольшие трудоемкость и продолжительность монтажа и демонтажа на монтажной площадке, достаточно высокие скорости рабочих операций (подъема груза, передвижения крана и поворота) и в то же время безопасные и удобные для производства работ.

Монтаж зданий и сооружений в основном выполняют гусеничными, рельсовыми, пневмоколесными, автомобильными и башенными кранами различной грузоподъемности.

Выбор кранов для возведения зданий и сооружений проводят в два этапа:

- устанавливают техническую возможность использования кранов данного типа и типоразмера;

- выполняют технико-экономические расчеты и определяют экономическую целесообразность применения данного типа крана.

При выборе кранов исходными данными являются:

- габариты и конфигурация зданий и сооружений (подземной и надземной частей);

- параметры и расположение в здании монтируемых конструкций (масса, габариты);

- метод и технология монтажа;

- условия производства работ (степень сосредоточенности возводимых сооружений на площадке, грунтово-климатические факторы, конструктивные особенности подземной части здания).

Исходя из габаритов и конфигурации зданий и сооружений намечают возможные способы монтажа конструкций и зону обслуживания краном, причем учитывается требование о соблюдении заданного темпа монтажа.

При определении технических параметров монтажных кранов (грузоподъемности, вылета и высоты подъема крюка) рассматриваются базовые модели и их модификации со всеми типами рабочего оборудования: подъемными и балочными стрелами, башенно-стреловым оборудованием. Потребные параметры кранов определяют расчетом с использованием схем их расстановки.

Параметрами называются технические данные, характеризующие краны. К числу таких данных относятся:

- *грузоподъемность крана* – наибольшая масса груза, которая может быть поднята краном при условии сохранения устойчивости и прочности его конструкции;

- *длина стрелы* – расстояние между центром оси пяты стрелы и оси обоймы грузового полиспаста;

- *вылет крюка крана* – расстояние между вертикальной осью вращения поворотной платформы крана и вертикальной осью, проходящей через центр обоймы грузового крюка. При определении полезного вылета крюка расстояние принимают от наиболее выступающей части крана;

- *колея крана* – расстояние между центрами передних или задних колес пневмоколесных кранов или ширина гусеничного хода;

- *база крана* – расстояние между осями передних и задних колес пневмоколесных кранов. Для технической характеристики гусеничных кранов указывают длину гусеничного хода;

- *радиус поворота хвостовой части поворотной платформы башенных кранов* – расстояние между осью вращения крана и наиболее удаленной от нее точкой платформы или противовеса;

- *высота подъема крюка* – расстояние от уровня стоянки крана до центра грузового крюка в его верхнем положении;

- *скорость подъема* или опускания груза; передвижения крана, вращения поворотной платформы;

- *установленная мощность* – суммарная мощность силовой установки крана;

- *производительность крана* – количество груза, перемещаемого и монтируемого в единицу времени. Производительность монтажного крана может также измеряться количеством циклов, совершаемых в единицу времени.

Параметры крана учитывают при выборе типа крана и схемы механизации монтажных работ.

Так, грузоподъемность крана, высота подъема грузового крюка и его вылет определяют возможность использования данного крана для монтажа данного объекта с учетом его ширины, высоты, массы монтируемых элементов и их расположения на здании.

Размеры колеи и базы крана определяют такие эксплуатационные качества кранов, как радиус поворота и его устойчивость.

Скорость опускания грузов и вращения поворотной платформы определяет возможность применения крана для точного монтажа конструкций, при этом следует учитывать, что для плавной и точной «посадки» сборного элемента посадочная скорость опускания груза не должна превышать 5 м/мин, а скорость вращения крана – 1,5 м/мин.

#### 4.1.2 Выбор башенных кранов

Выбор типа башенного крана производят с учетом его параметров и монтажной характеристики здания.

Основными параметрами монтажных башенных кранов являются величина грузового момента  $M_{гр}^{тр}$  (или грузоподъемность  $Q^{тр}$ ), высота подъема крюка  $H_{гр}^{тр}$ , вылет стрелы крана  $B_{стр}$ .

Для башенных кранов требуемый грузовой момент будет равен наибольшему моменту, получаемому при умножении веса монтируемого элемента на расстояние между проекцией его центра тяжести и осью вращения монтажного крана (рисунок 4.1).

Величина *грузового момента* при монтаже данного элемента определяется по формуле

$$M_{\Gamma}^n = P_{\text{э}}^n l_{\text{к}}^n ; M_{\Gamma}^{\text{тп}} = M_{\Gamma, \text{тп}}^{\text{тп}} .$$

*Требуемая грузоподъемность*

$$Q^{\text{тп}} \geq P_{\text{э, тп}}^n ; P_{\text{э}}^n = P_{\text{к}}^n + P_{\text{о}}^n ,$$

где  $P_{\text{к}}^n$  – масса монтируемого конструктивного элемента;

$P_{\text{о}}^n$  – масса установленной на нем оснастки.

Требуемая высота подъема крюка определяется по формуле

$$H_{\text{кр}}^{\text{тп}} = H_0 + h_3 + h_3 + h_c ,$$

где  $H_0$  – превышение опоры монтируемого элемента над уровнем стоянки крана (для кранов, установленных на земле) или над уровнем, с которого осуществляется подъем элемента (для кранов, устанавливаемых на здании или сооружении), м;

$h_3$  – запас по высоте, требующийся по условиям монтажа для заводки конструкции к месту установки или переноса ее через ранее смонтированные конструкции (не менее 0,5 м), м;

$h_3$  – высота элемента в монтажном положении, м;

$h_c$  – высота строповки в рабочем положении от верха монтируемого элемента до низа крюка крана, м.

Для башенных кранов требуемый вылет стрелы

$$l_{\text{к}}^{\text{тп}} = \frac{a}{2} + b + c ,$$

где  $a$  – ширина кранового пути, м;

$b$  – расстояние от кранового пути до проекции наиболее выступающей части стены, м;

$c$  – расстояние от центра тяжести наиболее удаленного от крана элемента до выступающей части стены со стороны крана, м.

При этом расстояние от оси вращения крана до ближайшей выступающей части здания должно быть на 0,7 м больше радиуса габарита нижней части крана и на 0,5 м больше радиуса габарита верхней части крана (габарит контргруза стрелы, габарит кабины крана и т. п.):

$$\frac{a}{2} + b \geq r_{\Gamma}^H + 0,7 \text{ м}, \quad \frac{a}{2} + b \geq r_{\Gamma}^B + 0,5 \text{ м}.$$

Возле котлованов и зданий с подвалами башенные краны должны устанавливаться в зоне устойчивого расположения грунтов (за призмой обрушения). Максимальное приближение к откосу следует определять расчетом, учитывая вид грунта и его максимальную влажность в период работы крана.

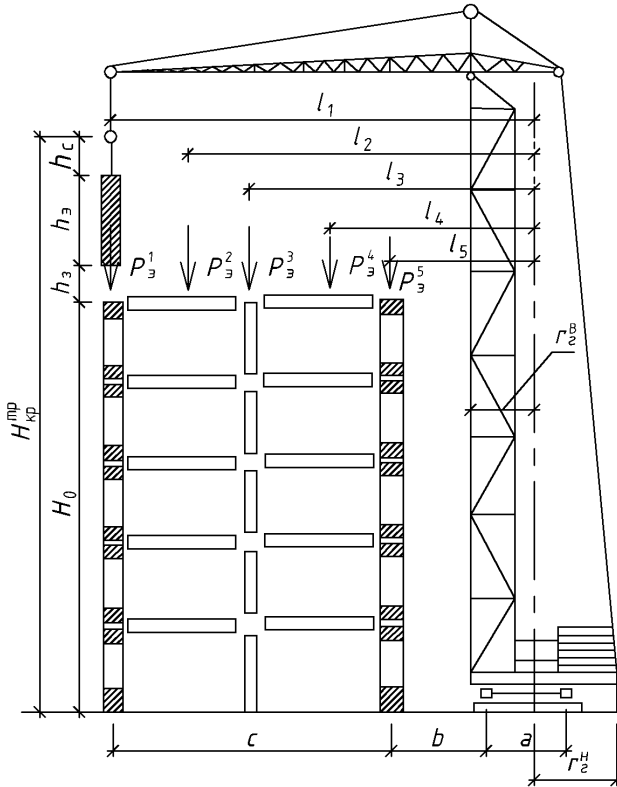


Рисунок 4.1 – Схема определения параметров башенного крана

Установив требуемые расчетные параметры башенного крана по технической характеристике, подбирают кран с величиной грузового момента, равной или несколько большей, чем расчетная. Проверяют, достаточны ли у этого крана высота подъема крюка и вылет стрелы. Если высота подъема крюка несколько меньше расчетной, то смотрят, нельзя ли изменить способ строповки (применив траверсу вместо стропа) или способ монтажа элемента.

### 4.1.3 Выбор самоходных стреловых кранов

Для самоходных стреловых кранов первоначально определяют минимально требуемое расстояние от уровня стоянки крана до верха стрелы (рисунок 4.2):

$$H_{\text{стр}}^{\text{тр}} = H_{\text{к}}^{\text{тр}} + h_{\text{п}},$$

где  $h_{\text{п}}$  – высота полиспаста в стянутом состоянии, м.

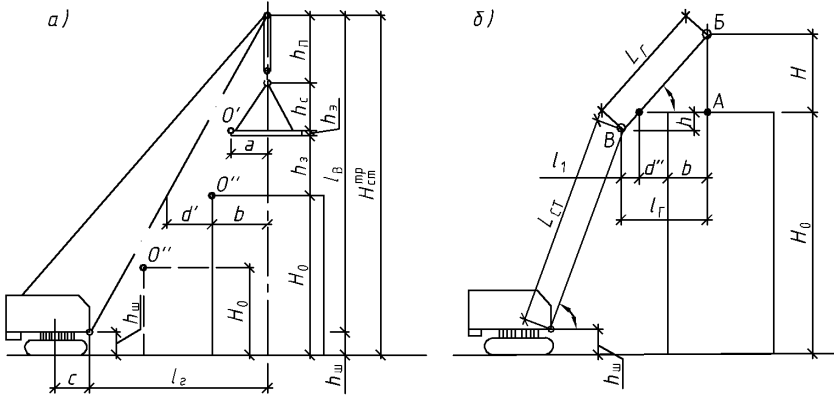


Рисунок 4.2 – Схема для определения параметров самоходных кранов, оснащенных: а – монтажной стрелой; б – гуськом

Требуемый вылет крюка, при котором обеспечиваются необходимые зазоры между стрелой крана и монтируемым элементом и между стрелой и монтируемыми конструкциями, находят по формулам:

$$l_{\text{к}}^{\text{тр}} = \frac{(a + d')(H_{\text{стр}}^{\text{тр}} - h_{\text{ш}})}{h_{\text{п}} + h_{\text{с}}} + c;$$

$$l_{\text{к}}^{\text{тр}} = \frac{(b + d'')(H_{\text{стр}}^{\text{тр}} - h_{\text{ш}})}{h_{\text{п}} + h_{\text{с}} + h_3 + h_3} + c,$$

где  $l_{\text{к}}^{\text{тр}}$  – требуемый вылет крюка для монтажа конкретного элемента при использовании крана, оборудованного допустимо короткой стрелой, м;

$h_{\text{ш}}$  – высота шарнира пяты стрелы от уровня стоянки крана, принимается равным 1,5 м;

$a$  – расстояние от центра строповки поднимаемого элемента до его точки ( $O'$ ), ближе всего расположенной к стреле крана, м;



- $b$  – расстояние от центра строповки элемента в проектном положении до точки здания, ближе всего расположенной к стреле крана (О"), м;
- $d'$  – расстояние от оси стрелы до точки О', включая зазор между стрелой и зданием (не менее 0,5 м), м;
- $d''$  – расстояние от оси стрелы до точки О", включая зазор между стрелой и зданием (0,5–1,0 м в зависимости от длины стрелы), м;
- $c$  – расстояние от оси вращения крана до оси шарнира пяты стрелы, принимается 1,5–2,0 м.

Определив значения  $l_k^{TP}$  для наиболее характерных элементов конструкций и выбрав среди них наибольший, по нему определяют требуемую длину стрелы

$$L_k^{TP} = \sqrt{(l_k^{TP} - c)^2 + (H_k^{TP} - h_{ш})^2},$$

где  $L_k^{TP}$  – требуемая длина стрелы, м;

$c$  – угол наклона стрелы к горизонту, при котором ее проекция будет наименьшей.

Если кран оборудован монтажным гуськом, то для этого случая наименьшая расчетная длина стрелы, м, может быть рассчитана по формуле

$$L_{ст} = \frac{H_0 - h_{ш}}{\sin \alpha} - \frac{l_1 \operatorname{tg} \beta}{\cos \alpha},$$

где  $H_0$  – высота монтируемого здания, м;

$h_{ш}$  – расстояние от уровня стоянки до центра пяты стрелы, м;

$l_1$  – длина горизонтальной проекции от точки В до точки пересечения на гуське и проекции точки А,

$$l_1 = l_r - d - b; \quad l_r = L_r \cos \beta,$$

$l_r$  – длина горизонтальной проекции гуська, м;

$L_r$  – длина гуська, принятая в соответствии со стандартным сортаментом, м;

$\beta$  – угол наклона гуська к горизонту.

После того как определены расчетные параметры монтажного механизма, по техническим характеристикам выбирают такие краны, рабочие параметры которых удовлетворяют расчетным. Иными словами, должны быть соблюдены следующие условия:

1 Грузовой момент выбираемого крана должен быть равен или больше максимальной величины требуемого грузового момента:

$$M_{гр} \geq M_{гр, \max}^{TP},$$

2 Длина стрелы крана должна быть равна или больше оптимальной требуемой длины стрелы:

$$L_{ст} \geq L_{ст, \max}^{тр} .$$

Требуемый вылет крюка может быть определен графическим путем; тогда по характеристикам крана находят такие, которые удовлетворяют требуемой грузоподъемности при данном вылете и высоте подъема крюка. Обычно по условиям возможного выполнения монтажных работ для одного объекта можно подобрать несколько различных кранов. Окончательное решение следует принимать на основании технико-экономического сравнения.

Данные по выбору крана заносятся в таблицу 4.1. Марки кранов подбирают по техническим характеристикам, приведенным в справочниках, удовлетворяющим расчетным данным.

Таблица 4.1 – Выбор крана по монтажным характеристикам

Монтируемые элементы	Масса элемента, м	Характеристики захватных приспособлений		Требуемые параметры			Марка принятого крана	Рабочие параметры	
		длина стропов, м	масса стропов, т	грузоподъемность, т	высота подъема, м	вылет стрелы, м		высота подъема крюка, м	длина стрелы, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

#### 4.1.4 Привязка грузоподъемных машин к зданиям и сооружениям

Краны для выполнения СМР должны использоваться в соответствии с проектом производства работ.

Привязка и установка кранов должна соответствовать условиям выполнения строительно-монтажных работ по грузоподъемности, вылету и высоте подъема, т. е. по грузовым характеристикам кранов.

Требуемая грузоподъемность крана на соответствующем вылете определяется по массе наиболее тяжелого груза со съёмными грузозахватными приспособлениями (электромагнит, стропы, траверсы и т. п.). В массу груза включаются также масса навесных монтажных приспособлений, закрепляемых на монтируемых конструкциях до ее подъема, и конструкций усиления жесткости груза.

Грузоподъемность крана определяется по следующей формуле:



части);

$n$  – габарит приближения;  $S$  – расстояние от оси крана до оси здания

Требуемая высота подъема  $h_a$  определяется от отметки установки грузоподъемных машин (кранов) по вертикали и складывается из следующих показателей: высоты здания (сооружения) от нулевой отметки здания с учетом отметок установки (стоянки) кранов до верхней отметки здания (сооружения) верхнего монтажного горизонта  $h_3$ , запаса высоты, равной 2,3 м, из условий безопасного производства работ на верхней отметке здания, где могут находиться люди, максимальной высоты перемещаемого груза  $h_{гр}$  (в положении, при котором производится его перемещение) с учетом навешенных на грузе монтажных приспособлений или конструкций усиления, длины (ширины) грузозахватного приспособления  $h_{гр.пр}$  в рабочем положении, как показано на рисунках 4.3, 4.4:

$$H_{п} = (h_3 \pm n) + h_{гр} + h_{гр.пр} + 2,3,$$

где  $n$  – разность отметок стоянки кранов и нулевой отметки здания или сооружения.

Расстояния между выступающими частями передвигающегося по наземным крановым путям башенного крана (его поворотной или другой наиболее выступающей частью) и ближайшим контуром здания (сооружения), включая его выступающие части (карнизы, пилястры, балконы и т. п.) или временные строительные приспособления, находящиеся на здании или у здания (строительные леса, выносные площадки, козырьки и т. п.), а также строениями, штабелями грузов и другими предметами должны составлять согласно ПБ 10-382-00: от земли или рабочих площадок на высоте до 2 м – не менее 0,7 м, а на высоте более 2,0 м – не менее 0,4 м соответственно (см. рисунок 4.3). Для кранов с поворотной башней и числом секций в башне более двух это расстояние принимается не менее 0,8 м по всей высоте из-за возможного отклонения башни от вертикали.

Расстояние по вертикали от консоли противовеса или от противовеса, расположенного под консолью башенного крана, до площадок, на которых могут находиться люди, должно быть не менее 2,0 м.

Приближение к зданию или сооружению приставного крана определяется минимальным вылетом, при котором обеспечивается монтаж ближайших к башне крана конструктивных элементов здания с учетом размеров фундамента крана и условий крепления крана к зданию. Конструкции фундамента приставного крана в каждом конкретном случае должны определяться расчетом.

Расстояние между поворотной частью стреловых самоходных кранов и конструкциями, штабелями грузов, лесами и другими предметами должно быть не менее 40 м.

Приближение кранов к неукрепленным откосам котлованов, траншей или выемок при ненасыщенном грунте разрешается только за пределами призмы обрушения грунта и определяется расстоянием по горизонтали от основания откоса котлована (выемки):

- до нижнего края балластной призмы рельсового кранового пути согласно рисунку 4.5 и таблице 4.2;

- для стреловых кранов – до ближайших опор согласно рисунку 4.3 и таблице 4.2.

Наибольшую крутизну откосов котлованов, траншей и других временных выемок, устраиваемых без крепления в нескольких грунтах, находящихся выше уровня грунтовых вод, следует принимать согласно приложению Б.

Для определения характеристики грунта при установке крана у котлована (выемки) необходимо руководствоваться инженерно-геологическими изысканиями, при этом при наличии в откосе разнородных грунтов определение приближения крана производится по одному виду грунта с наихудшими показателями, т. е. по наиболее слабому грунту.

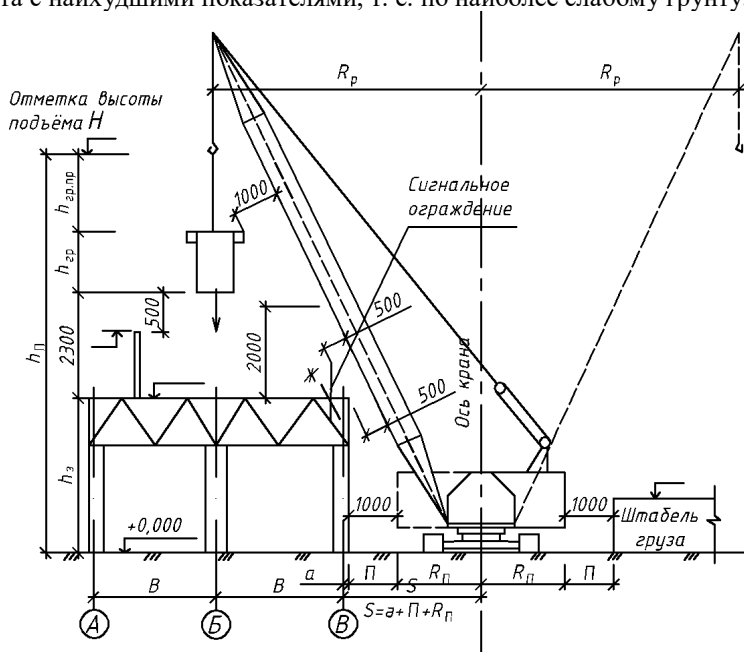


Рисунок 4.4 – Привязка стрелового крана к зданию:

$R_p$  – необходимый рабочий вылет;  $P_p$  – масса поднимаемого груза;  $R_{п}$  – наибольший радиус поворотной части крана;  $h_n$  – высота подъема;  $h_3$  – высота здания (сооружения);  $h_{сп}$  – высота

поднимаемого (перемещаемого) груза;  $h_{гр.пр.}$  – длина грузозахватного приспособления;  
 $S$  – расстояние от оси крана до оси здания;  $Ж$  – размер зоны, в которой запрещается  
нахождение людей;  $В$  – размеры между осями здания;  $a$  – расстояние от оси здания до его  
наружной грани (выступающей части);  $П$  – габарит приближения

**Таблица 4.2 – Минимальное расстояние по горизонтали от основания откоса и до ближайших опор крана**

Глубина выемки, м	Грунт ненасыпной			
	песчаный	супесчаный	суглинистый	глинистый
1,0	1,50	1,25	1,00	1,00
2,0	3,00	2,40	2,00	1,50
3,0	4,00	3,60	3,25	1,75
4,0	5,00	4,40	4,00	3,00
5,0	6,00	5,30	4,75	3,50

*Примечание* – При глубине выемки более 5 м расстояние от основания откоса выемки до ближайших опор крана определяется расчётом.

При установке кранов у зданий или сооружений, имеющих подвалы или другие подземные пустотные сооружения, должна быть рассчитана несущая способность стен указанных сооружений на крановые нагрузки (рисунок 4.5).

При выборе крана с подъемной стрелой необходимо, чтобы от габарита стрелы до выступающих частей здания соблюдалось расстояние не менее 0,5 м, а до перекрытия или покрытия здания и других площадок, на которых могут находиться люди, не менее 2 м по вертикали (см. рисунки 4.3 и 4.4). При наличии у стрелы крана предохранительного каната указанные расстояния от каната принимаются согласно рисунку 4.7.

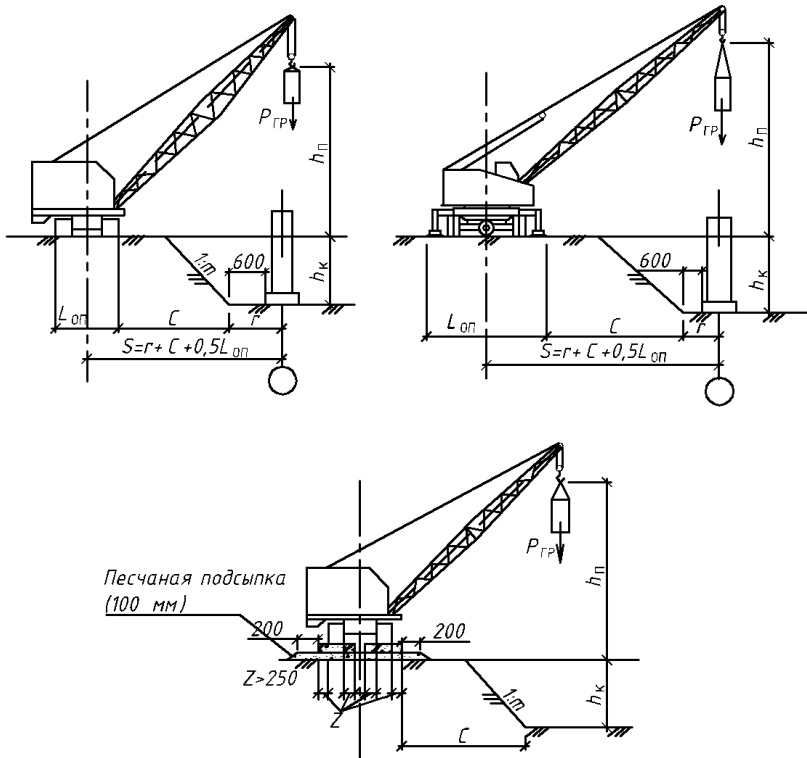


Рисунок 4.5 – Установка стреловых кранов у откосов выемок:

$P_{гр}$  – масса поднимаемого груза;  $h_к$  – глубина котлована;  $L_{оп}$  – размер колеи или базы гусеничного крана, или опорного контура для кранов с выносными опорами;  $Z$  – расстояние от опоры крана до края железобетонной опорной плиты;  $h_п$  – высота подъёма;  $S$  – расстояние от оси вращения крана до ближайшей оси здания;  $C$  – расстояние от основания откоса котлована до ближайшей опоры крана;  $1:m$  – крутизна откоса

При привязке к зданиям и сооружениям башенных и стреловых кранов, имеющих подъемную стрелу, необходимо учитывать возможность монтажа конструкций, ближайших к крану, при этом особое внимание следует обращать на случаи, когда работа кранов ограничена.

При привязке башенных кранов следует учитывать необходимость их монтажа и демонтажа, обратив при этом особое внимание на положение стрелы и расположенного сверху противовеса по отношению к возводимому зданию или сооружению. Во время монтажа и демонтажа этих кранов стрела и расположенный сверху противовес должны находиться над свободной территорией, т. е. не должны попадать на строящиеся или существующие здания и другие препятствия.

При строительстве или реконструкции грузоподъемные краны могут устанавливаться также внутри зданий или сооружений. Габарит приближения кранов или перемещаемых грузов к конструкциям здания (сооружения) показан на рисунке 4.6.

Подбор крана с учетом расстояния приближения к зданию (сооружению), котловану (выемке) заключается в проверке соответствия грузовой характеристики крана требуемым параметрам (грузоподъемности, вылету, высоте подъема). Если по рабочим параметрам возможно применение нескольких типов кранов, то выбирать кран следует исходя из его технико-экономических показателей, включая стоимость перебазирования, длительность монтажа, стоимость рельсового кранового пути, наличие крана к моменту монтажа здания (сооружения), скоростные параметры крана (скорости передвижения крана, подъема и посадки груза, изменения вылета, движения грузовой тележки, частоты вращения).

При привязке башенных кранов с поворотной башней для возведения надземной части здания (сооружения) расстояние  $S$  от оси вращения крана до ближайшей оси здания или сооружения (см. рисунок 4.3 и 4.4) определяется по формуле

$$S = a + \pi + R_{\pi},$$

где  $a$  – наибольшее расстояние от оси здания до его выступающих частей, м;

$\pi$  – габарит приближения, м;

$R_{\pi}$  – наибольший радиус поворотной части крана, м.

При этом при расчете сумма  $a + \pi$  для башенных кранов принимается наибольшей.

Привязка башенных кранов, устанавливаемых у откоса котлована (выемки), к оси здания (сооружения) определяется по формуле

$$S = r + c + 0,5d + 0,5k,$$

где  $r$  – расстояние от оси здания (сооружения) до основания откоса котлована (выемки);

$c$  – расстояние от основания откоса котлована (выемки) до края балластной призмы;

$d$  – ширина основания балластной призмы;

$k$  – ширина колес крана.



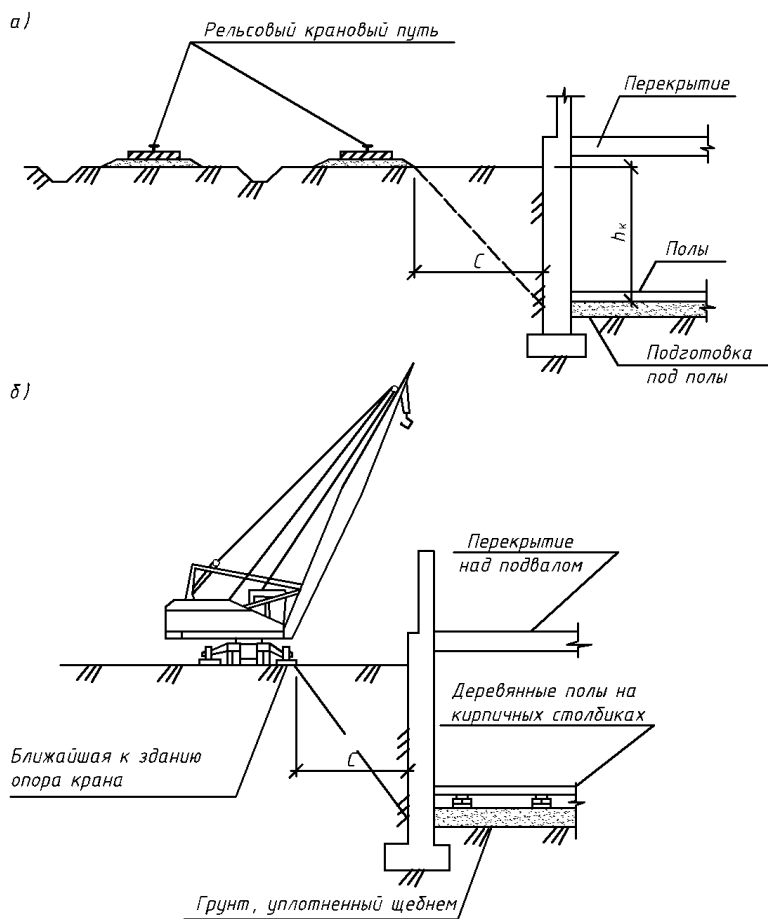


Рисунок 4.6 – Установка кранов у зданий с подвалом без расчета выдавливания стен от крановых нагрузок:

*а* – рельсовый стреловой кран; *б* – стреловой самоходный кран;  $h_k$  – расстояние от верха подготовки под полы до уровня стойки крана или основания балластной призмы;  $C$  – расстояние от наружной стены подвала до основания балластной призмы рельсового пути или до ближайшей опоры стрелового самоходного крана

Привязка стреловых кранов, устанавливаемых у откоса котлована (выемки) или траншеи, к зданию (сооружению) в соответствии с рисунком 4.5 рассчитывается по формуле

$$S = r + c + 0,5L_{\text{оп}},$$

где  $r$  – расстояние от оси здания до основания откоса котлована (выемки);  
 $c$  – расстояние от основания котлована (выемки) до ближайшей опоры крана; определяется по таблице 4.2;  
 $L_{оп}$  – размер колеи или базы гусеничного крана, а для кранов с выносными опорами – размер опорного контура.

При привязке кранов у зданий или сооружений, имеющих подвалы (см. рисунок 4.6), необходимо учитывать требования, изложенные выше.

При отсутствии ограждений рельсовых крановых путей со стороны строящегося здания (сооружения) все дверные проемы в сторону рельсовых крановых путей должны быть наглухо закрыты.

Монтаж конструкций верхних этажей многоэтажных зданий краном на «себя», когда расстояние между стрелой и перекрытием (покрытием) или предохранительными канатами и перекрытием (покрытием) менее 0,5 м, или когда подъемная стрела пересекается с контуром строящегося здания, осуществляется по специально разработанной технологии с учетом мероприятий по безопасному производству работ с ограничением количества рабочих, находящихся на монтажном горизонте, и выходу их на монтажный горизонт.

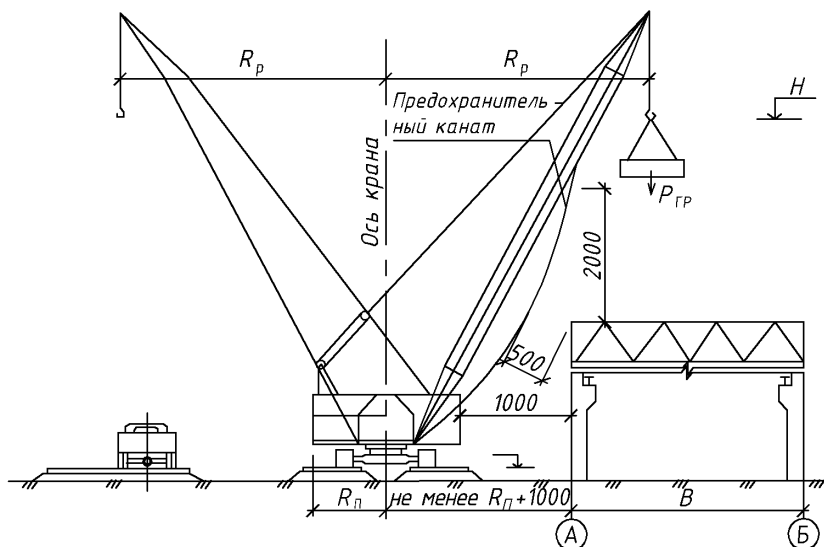


Рисунок 4.7 – Вертикальная привязка стреловых кранов с предохранительным канатом:

$R_p$  – необходимый рабочий вылет;  $P_{гр}$  – масса поднимаемого груза;  $R_{п}$  – наибольший радиус поворотной части крана;  $B$  – размер здания

При возведении зданий или сооружений, а также их отдельных частей башенными кранами методом на «себя» в первую очередь необходимо:

- установить величину шага отступления крана, которая должна быть связана с длиной звеньев (полузвеньев) рельсового кранового пути, модулем конструктивных элементов здания (сооружения) и длиной стрелы крана;

- определить крайнее положение крана на каждом участке пути с привязкой тупиковых упоров;

- заземление рельсового кранового пути и укладка звена для стоянки крана в рабочее время должны быть выполнены в той части пути, которая демонтируется в последнюю очередь;

- каждый раз перед демонтажом участка рельсового кранового пути необходимо переставить на новое место тупиковые упоры и выключающие линейки и восстановить на конце пути соединительный проводник.

Если при привязке крана габарит приближения, т. е. расстояние между поворотной частью крана при любом его положении и строениями, штабелями грузов и другими предметами оказывается меньше 1 м, необходимо зону вращения поворотной части крана с учетом габарита приближения огородить сигнальным ограждением (рисунок 4.8).

## **4.2 Выбор схемы механизации монтажных работ и вертикального транспорта на объектах реконструкции и ремонта**

Схема механизации процессов перемещения строительных грузов при производстве ремонтно-строительных работ, включая вертикальный транспорт материалов и изделий, а также монтажные и погрузочно-разгрузочные работы, имеет определяющее значение для организации строительной площадки, назначения частных фронтов работ (захваток) и последовательности включения их в ремонтно-строительный поток. Поэтому разработка такой схемы предшествует решению других вопросов организации работ на объекте ремонта.

Разработка схемы механизации включает: выбор принципиальной схемы механизации; выбор марки и вида грузоподъемных машин; проектирование установки грузоподъемных машин на объекте ремонта; проектирование организации и технологии механизированных работ, выполняемых с помощью грузоподъемных машин.

Принятые решения по схеме механизации находят отражение в строительном генеральном плане, технологических картах, схемах и в пояснительной записке курсового и дипломного проектов.

### **4.2.1 Указания к выбору схем механизации**

*Выбор схемы механизации* производится с учетом данных о возможности использования собственных и привлеченных строительных машин на объекте ремонта. Главным критерием оптимальности при выборе машины является минимизация затрат ручного труда при перемещении строительных грузов.

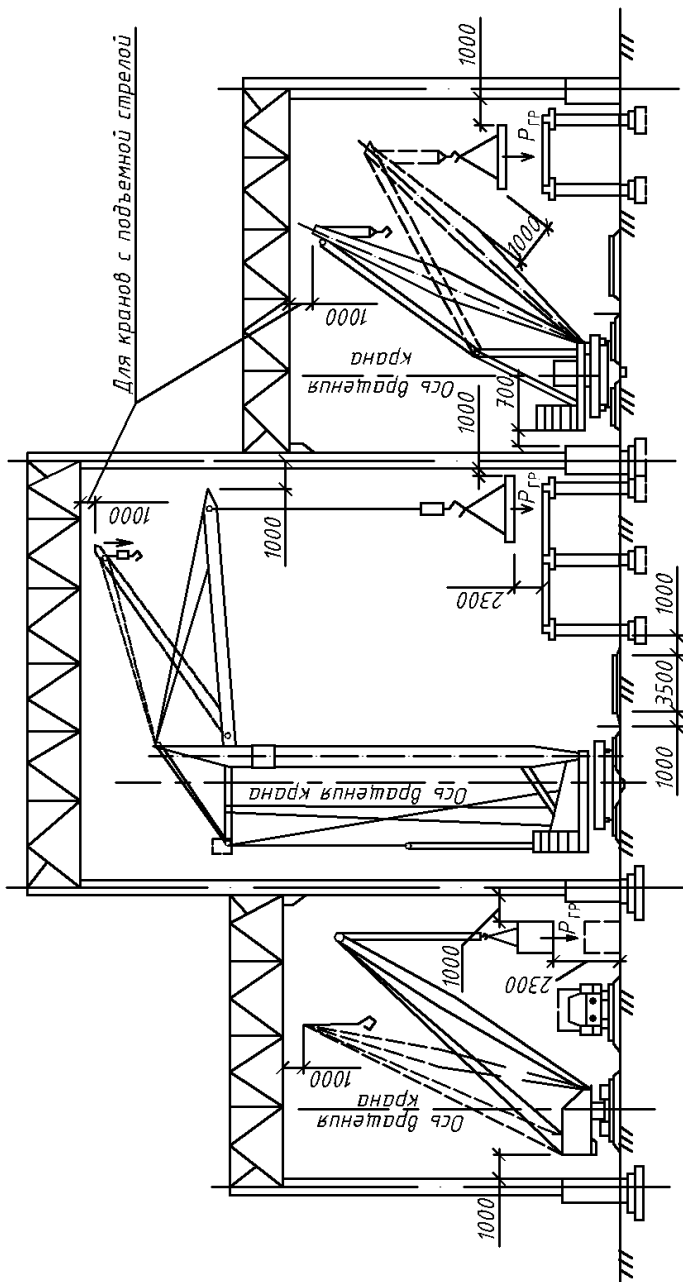


Рисунок 4.8 – Привязка кранов внутри строящегося или реконструируемого здания

В случае равнозначности вариантов предпочтение отдается машине, характеризующейся меньшей стоимостью машино-смены и обладающей лучшими показателями в части трудоемкости и времени монтажа (демонтажа), условий транспортировки и эксплуатации на объекте.

При производстве капитального ремонта каменных зданий с заменой перекрытий и крыши наиболее эффективна схема механизации монтажных работ и вертикального транспорта, предусматривающая применение башенных или стреловых кранов, подающих грузы через верх ремонтируемого здания. Использование этой схемы рационально также для зданий, ремонтируемых с полной или частичной разборкой крыши и чердачного перекрытия (или участков чердачного и междуэтажных перекрытий, расположенных по одной вертикали в многоэтажных зданиях).

Капитальный ремонт с применением крупноразмерных железобетонных конструкций (при массе элемента более 1 т) может производиться только с помощью башенных или стреловых (при ремонте малоэтажных зданий) кранов.

Если на указанных выше объектах монтируются железобетонные балочные перекрытия или перекрытия по стальным балкам массой более 100 кг, применение башенных или стреловых кранов следует считать оптимальным, так как другие средства механизации не обеспечивают укладку несущих элементов этих перекрытий в проектное положение.

Для ремонта малых объектов с перекрытиями по стальным балкам массой до 100 кг, деревянным балкам или сборно-монолитным перекрытиям проектируется схема механизации с использованием легких передвижных (переносных) стреловых кранов, кранов «в окно», лебедок, подъемников.

В случае производства ремонта с сохранением крыши и перекрытий для подачи материалов используются подъемники и краны «в окно», лебедки. При необходимости механизировать перемещение деталей внутри здания (а в ряде случаев и их монтаж) могут быть применены монорельсы с тельфером (или система монорельсов с тельферами). Башенные и стреловые краны, а также легкие передвижные (переносные) стреловые краны в схемах механизации ремонта такого типа могут применяться лишь при условии подачи грузов на грузоприемные площадки, устанавливаемые в оконных проемах.

Для подачи кусковых и сыпучих грузов, растворных и бетонных смесей в подвал, а также на I и II этажи ремонтируемых зданий могут использоваться ленточные конвейеры (транспортеры).

Башенные краны на объектах капитального ремонта обеспечивают механизацию всего комплекса транспортных, монтажных и погрузочно-разгрузочных работ. Стреловые краны в меньшей мере, чем башенные, применимы для монтажа конструкций на объектах ремонта: при производстве монтажа с сохранением наружных стен требуется большой вылет стрелы при значительном подъеме крюка. Это ограничивает область применения стреловых кранов. Последние используются, как правило, при ремонте малоэтажных зданий.

Легкие стреловые краны, передвигаемые по настилу, по рельсовому пути, устанавливаемые на эстакаде либо на чердачном перекрытии ремонтируемого здания, большей частью обеспечивают только подъем и подачу грузов внутрь ремонтируемого дома и из-за недостаточных грузоподъемности и вылета стрелы не могут быть использованы при монтаже конструкций. Такие краны применяются во всех случаях, когда максимальная масса укладываемых (монтируемых) элементов допускает выполнение работ вручную. Подъемники, подающие грузы внутрь здания через оконные проемы, обеспечивают перемещение деталей в зону монтажа с последующей укладкой их в проектное положение вручную.

На рисунке 4.9 приведены основные схемы механизации подъемно-транспортных и монтажных работ при капитальном ремонте зданий.

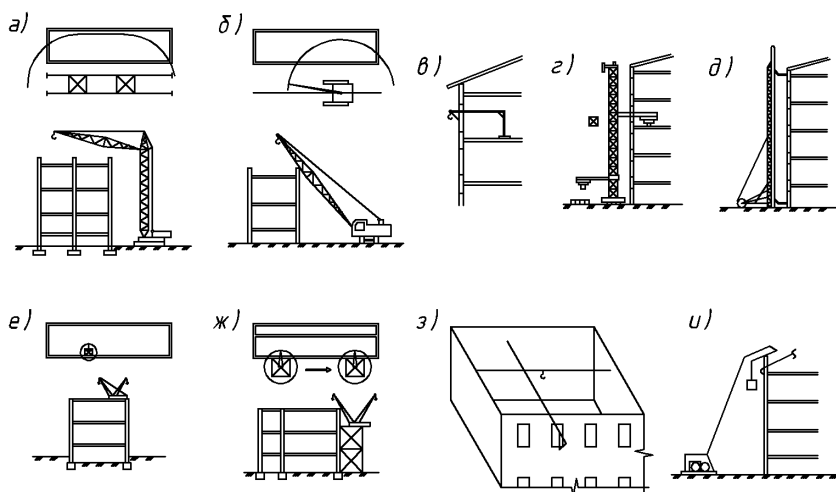


Рисунок 4.9 – Схемы механизации подъемно-транспортных работ при капитальном ремонте зданий с применением:

- а* – башенного крана; *б* – стрелового крана; *в* – крана «в окно»; *г* – строительного подъемника «в окно»; *д* – мачтового подъемника; *е* – легкого передвижного (переносного) крана, установленного на чердачном перекрытии; *ж* – установленного на передвижной башне (эстакаде);  
*з* – системы монорельсов с электрическими таями; *и* – электрической лебедки

Подъемники, подающие грузы внутрь здания через оконные проемы, обеспечивают перемещение деталей в зону монтажа с последующей укладкой их в проектное положение вручную.

Краны «в окно» используются для подачи грузов внутрь здания, на небольшую глубину. Они обладают меньшей грузоподъемностью, чем подъемники.

Система двух электрических талей с монорельсами, устанавливаемыми один в виде консоли в оконном проеме, другой – по оси пролета, позволяет подавать детали внутрь здания, затем перемещать их в монтажную зону и укладывать в проектное положение.

Мачтовые подъемники обеспечивают подъем груза до уровня оконного проема, при удлинении платформы они могут быть использованы для подъема длинномерных материалов.

Электрические лебедки позволяют поднимать груз до уровня оконного проема. Применяются также для подъема длинномерных материалов.

#### 4.3 Проектирование установки грузоподъемных машин

Проектирование установки грузоподъемных машин на объектах реконструкции и ремонтных работах должно предусматривать:

- соответствие устанавливаемых кранов по грузоподъемности  $Q$  (т), высоте подъема крюка  $H$  (м) и вылету стрелы  $L$  (м) условиям производства работ;

- обеспечение безопасных расстояний от кранов до воздушных электрических сетей, мест движения городского транспорта и пешеходов, а также до строений и штабелей материалов на складских площадках;

- условия установки и работы кранов вблизи котлованов;

- безопасную работу двух и более кранов на одном объекте;

- перечень применяемых грузозахватных приспособлений и графическое изображение способов строповки грузов, не имеющих специальных устройств – петель, цапф и рымов, а также схемы строповки грузов, имеющих такие устройства;

- места и габариты складирования грузов, подъездные пути и т. п.;

- мероприятия по безопасному производству работ на участке, где установлен кран (ограждение строительной площадки, монтажной зоны, подкрановых путей и т. п.).

При проектировании установки кранов должны соблюдаться следующие требования и условия:

- расстояние по горизонтали от выступающих частей крана, передвигающегося по наземным рельсовым путям, до строений, штабелей, материалов и других предметов принимается не менее 1,5 м;

- установка стрелового крана должна производиться так, чтобы при работе расстояние между выступающей частью крана (поворотной частью, стрелой) при любом его положении и строениями, штабелями материалов, другими предметами было не менее 1 м;

- расчетная масса поднимаемого груза с учетом грузозахватных приспособлений и тары не должна превышать максимальной (паспортной) грузоподъемности крана при данном вылете стрелы;

- при перемещении груза в горизонтальном направлении он должен быть предварительно поднят на 0,5 м над встречающимися на пути предметами,

если же башенный кран работает на пределе по высоте подъема, груз поднимают на 0,5–0,8 м (с учетом упругих деформаций башни крана);

- установка и работа кранов в охранной зоне линий электропередачи (ЛЭП) или ближе 30 м от крайнего провода воздушной электрической сети напряжением более 36 В должны быть согласованы с владельцами сети (разрешение на такую установку должно храниться вместе с паспортом крана); при производстве работ в охранной зоне или в пределах разрывов, установленных правилами охраны высоковольтных электрических сетей, работающим выдается наряд-допуск;

- охранные зоны линий электропередачи должны определяться двумя параллельными вертикальными плоскостями, отстоящими от крайних проводов линии на разные расстояния в зависимости от напряжений линии, в соответствии с таблицей 4.3 и рисунком 4.10;

- охранный зона вдоль подземных кабельных линий электропередачи устанавливается в виде участка земли, ограниченного параллельными вертикальными плоскостями, отстоящими по обе стороны кабельной линии на расстоянии 1 м по горизонтали;

- границей опасных зон вдоль воздушной линии электропередачи, в которой действует опасность поражения электрическим током, является пространство, заключенное между вертикальными плоскостями, отстоящими от крайних проводов, находящихся под напряжением;

- при проезде по дорогам под ЛЭП, находящейся под напряжением, подъемные или выдвигаемые части грузоподъемных кранов должны находиться в транспортном положении (см. рисунок 4.10).

**Таблица 4.3 – Расстояния охранных зон линий электропередач в зависимости от величины их напряжения**

Напряжение линий, кВт	До 1	От 1 до 20	От 20 до 35	От 35 до 110	От 110 до 220	От 220 до 500	От 500 до 750	От 750 до 1150
Расстояние, м	2	10	15	20	25	30	40	55

### **4.3.1 Проектирование установки башенных кранов**

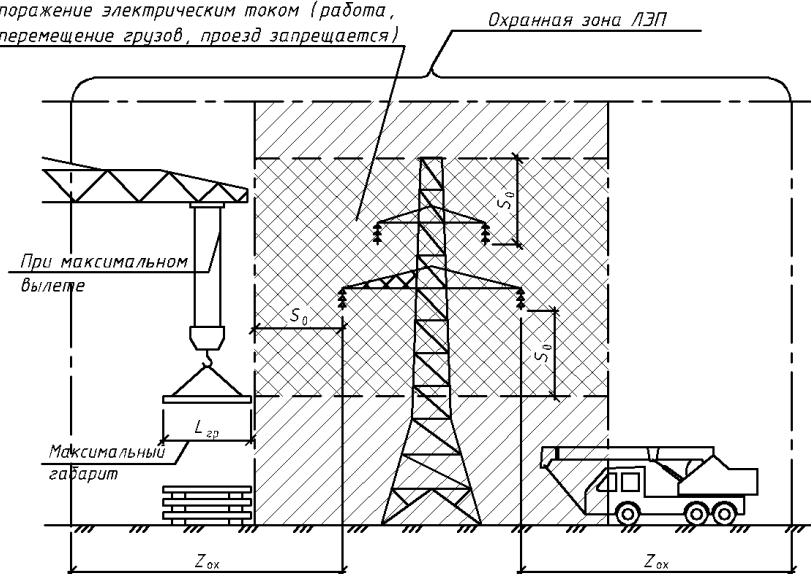
Проектирование установки башенного крана заключается в следующем.

1 Исходя из конфигурации здания в плане, его размеров и высотных отметок, конструктивной схемы, расчетной массы подлежащих монтажу деталей и перемещаемых грузов, наличия подъездных путей, размеров дворового участка предварительно намечаются площадка для установки крана, обслуживаемый им фронт работ, его марка и вид; при выборе места установки крана следует иметь в виду, что ставить башенный кран на городских магистралях допускается в исключительных случаях, при невозможности смонтировать его на дворовом участке (размеры дворового



участка должны соответствовать минимальным габаритам площадки для монтажа крана согласно техническим характеристикам башенных кранов).

*Опасная зона, в которой возможно поражение электрическим током (работа, перемещение грузов, проезд запрещается)*



Условные обозначения:



- участок опасной зоны ЛЭП, в которой запрещается работа грузоподъемных кранов, но допускается передвижение крана поперек ЛЭП;



- участок опасной зоны ЛЭП, в которой запрещается во всех случаях работа грузоподъемных кранов, нахождение людей и конструкций крана при передвижении без отключения напряжения.

Рисунок 4.10 – Работа грузоподъемных кранов в охранной зоне ЛЭП:

$Z_{ox}$  – граница охранной зоны ЛЭП;  $S_0$  – граница опасной зоны ЛЭП

2 С учетом обслуживания краном наибольшего фронта работ и характеристик ремонтируемого здания и подлежащих монтажу деталей и перемещаемых грузов намечается ось рельсового пути крана.

3 Определяется длина рельсового пути, м,

$$l_{р.п} = l_p + 2a/2 + 2l_{т.п} + 2 \cdot 1,5,$$

где  $l_p$  – рабочая длина рельсового пути – расстояние между начальной и конечной стоянками крана при работе, м;

$a$  – полная длина ходовой рамы между буферами, м;

$l_{т.п}$  – величина тормозного пути (можно принимать 1,5 м);  
 $2 \cdot 1,5$  – запас рельсового пути с обоих концов за упором, м.

Если путь монтируется из инвентарных звеньев, то  $N \cdot 12,5 \geq l_{р.п}$  (где  $N$  – целое число звеньев пути, шт.).

4 Разрабатывается схема установки крана для максимальных значений  $L$  (м) и  $Q$  (т) при требуемом  $H$  и запроектированном согласно п. 3 рельсовом пути. Если при этом обнаруживается, что параметры выбранного крана не полностью обеспечивают монтаж конструкций и перемещение грузов при заданных условиях, производится привязка другого крана либо намечается иное место его установки (с повторным выполнением этапов 1, 2 и 3) или принимаются меры к изменению конструктивного решения (замена запроектированных конструкций на конструкции, обладающие меньшей массой).

При определении максимальных значений  $L$ , м, следует учитывать, что подтаскивание груза по земле, полу или рельсам крюком крана при наклонном положении грузовых канатов, а также оттягивание груза во время его подъема, перемещения и опускания не допускаются.

5 После определения начала и конца рельсового пути проектируются площадка, нижнее строение пути, водоотвод, балластная призма, рельсовый путь и его заземление.

6 Если приобъектная территория не имеет твердого дорожного покрытия, вдоль рельсового пути крана проектируется площадка для монтажа крана с покрытием из сборных дорожных железобетонных плит.

7 Устанавливается участок работы крана и определяются рабочая и опасная зоны в соответствии с характеристикой крана.

8 В целях безопасности эксплуатации крана допускаются ограничения поворота и вылета стрелы. Ограничение поворота достигается привязкой проекции конца стрелы в заданном вылете на расстоянии не менее 1 м от сигнального ограждения.

Если конструкцией башенного крана предусмотрены технические устройства, обеспечивающие заданное ограничение угла поворота (наклона) стрелы по отношению к оси кранового пути, то в ППРк (проект производства работ крана) показывается это ограничение. Для башенных кранов применяются подкрановые пути на деревянных шпалах. Рельсовый путь состоит из нижнего и верхнего строений. В состав нижнего строения входят земляное полотно и устройство водоотвода, верхнее состоит из балластного слоя и опорных конструкций (рисунок 4.11).

Площадку для укладки подкрановых путей готовят исходя из условия, что общий продольный уклон ее не должен превышать 0,5 %; в поперечном направлении полотно с односкатным профилем должно иметь уклон в сторону водостока от 0,8 до 1 %. От стен существующих зданий основание балластной призмы должно отступать не менее чем на 0,2 м (рисунок 4.12).

Нижний край балластной призмы подкранового пути при его устройстве у бровки выемки располагают от подошвы (низа) откоса выемки на расстоянии: для песчаных и супесчаных грунтов – не менее 1,5 м глубины

выемки плюс 0,4 м; для глинистых грунтов – не менее глубины выемки плюс 0,4 м. Эти же требования должны выполняться при расположении указанных выемок с торцов подкрановых путей.

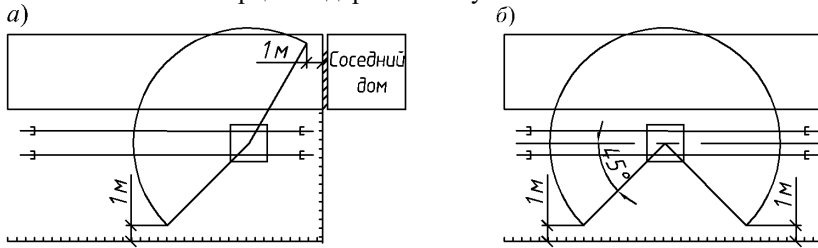


Рисунок 4.11 – Ограничение поворота стрелы монтажного крана:  
 а – привязкой проекции конца стрелы в заданном вылете; б – установлением предельно допустимого угла поворота стрелы

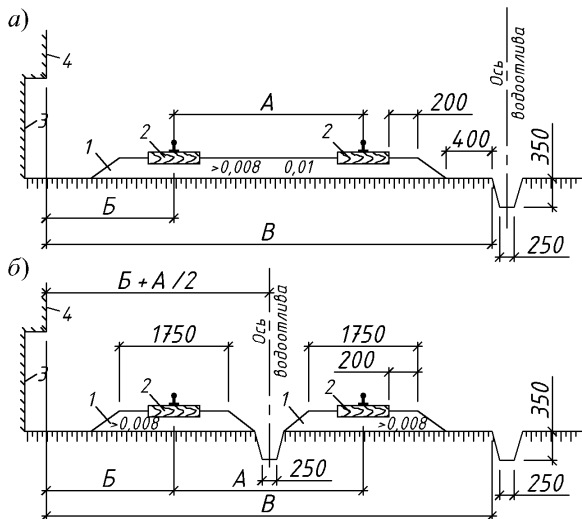


Рисунок 4.12 – Поперечный профиль рельсового пути из сборных деревометаллических секций:

а – при колеях до 4000 мм; б – при колеях более 4000 мм: А – ширина колеи; Б – расстояние от оси первого рельса до выступающей части здания; В – ширина земельного полотна; 1 – балластная призма; 2 – деревометаллическая секция; 3 – стена здания; 4 – выступающая часть здания

Рельсовые пути башенного крана должны быть ограждены. Складирование строительных материалов, размещение временных сооружений и оборудования на подкрановых путях, проезд автотранспорта и других машин по ним не допускается. При необходимости переезд через

подкрановый путь для автотранспорта может быть устроен, но только по специальному проекту, обеспечивающему безопасность работы крана.

При капитальном ремонте крупных объектов с большим фронтом работ, позволяющим организовать выполнение механизированных процессов по разборке и монтажу конструкций параллельными потоками на различных захватках (секциях, флигелях, строениях) этого объекта, а также в случае производства ремонта групповым методом (с охватом ремонтными работами целых кварталов, микрорайонов или их частей) может оказаться необходимой и целесообразной одновременная установка и работа нескольких грузоподъемных кранов (рисунок 4.13). Проектирование установки этих кранов должно осуществляться с учетом условий их безопасной одновременной работы и возникающих при этом опасных зон.

Расстояние между радиусами действия двух грузоподъемных кранов, установленных на одном объекте, должно быть не меньше половины длины наиболее крупноразмерного груза, перемещаемого этими кранами, плюс 2–3 м. При работе двух и более башенных кранов на одном подкрановом пути во избежание их столкновения устанавливаются концевые выключатели механизмов передвижения, обеспечивающие остановку кранов на расстоянии не менее 5 м между перемещаемыми грузами или выступающими конструкциями кранов (рисунок 4.14).

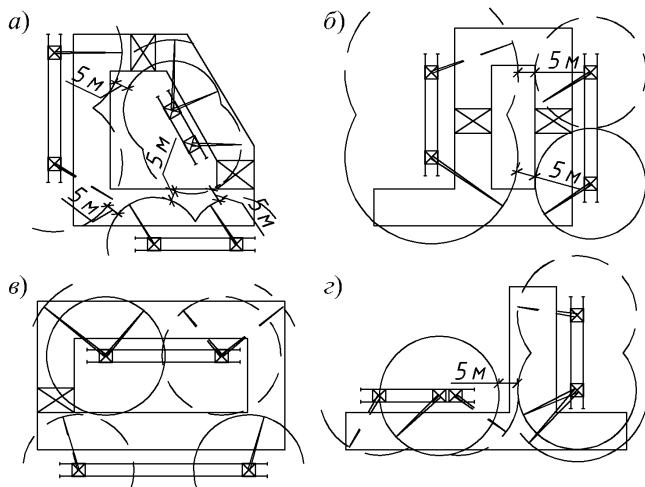


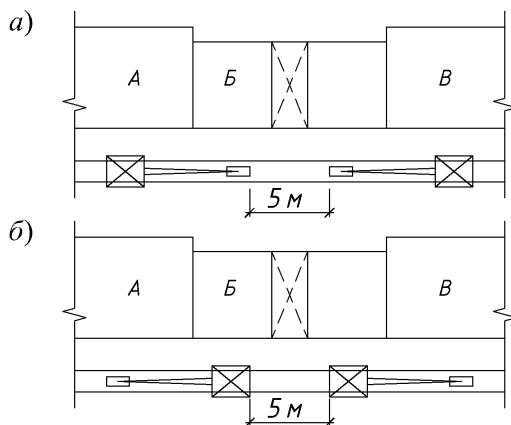
Рисунок 4.13 – Схемы установки башенных кранов на объектах капитального ремонта:

*a* – три крана установлены у трех флигелей ремонтируемого здания (два лицевых и дворовой);  
*б* – два крана установлены во внутреннем дворе и на соседнем дворовом участке; *в* – два крана установлены у лицевого флигеля и во дворе; *з* – два крана установлены на дворовых участках

### 4.3.2 Проектирование установки стреловых самоходных кранов

Проектирование установки стрелового крана (стрелового самоходного, легкого передвижного и переносного) и привязка его остаются такими же, как и для башенного. При разработке схемы установки крана должно учитываться максимальное приближение стрелы самоходного крана к стене ремонтируемого здания, равное 1 м. На схеме (рисунок 4.15) указываются ось и полоса движения крана, стоянки (при выполнении большого объема монтажных работ).

Рисунок 4.14 – Безопасная установка двух башенных кранов на одном рельсовом пути (ремонт здания В производится после окончания работ по замене конструкций в зданиях А и В):



а – ограничение расстояния между проносимыми грузами; б – ограничение расстояния между выступающими частями грузоподъемных кранов

При установке легкого стрелового крана на эстакаде (башне) разрабатывается конструкция этой эстакады или башни (при отсутствии типовой или инвентарной). В случае установки крана на перекрытии в ППР указывается конструкция временных площадок (при необходимости).

Перемещение и установка стрелового крана вблизи выемок (котлованов, траншей, канав и т. п.) разрешается при соблюдении расстояния от подошвы откоса выемки до ближайшей опоры крана не менее указанного в таблице 4.2.

При использовании стреловых самоходных кранов должен быть обеспечен их свободный доступ на строительную площадку. Это достигается путем устройства дорог с временным или постоянным покрытием. Для проезда кранов в местах пересечения дорог с рельсовыми путями сооружают переезды в виде сплошных настилов; временные коммуникации по обеспечению объекта ремонта водой или электроэнергией убирают под землю или же поднимают на достаточную высоту для безопасного проезда кранов. Площадка перед установкой кранов должна быть спланирована и выровнена, в зимнее время ее следует очистить от снега и посыпать песком или щебнем. Работа кранов на грунтовых основаниях недостаточной прочности может быть разрешена только при использовании инвентарных подстилающих устройств: шпал, плит или

щитов. При установке тяжелых гусеничных кранов проектируют безрельсовый крановый путь из сборных железобетонных плит.

Подъем и перемещение груза двумя кранами допускается в отдельных случаях. При применении для этих целей стреловых кранов работа должна производиться согласно схеме строповки и перемещения грузов с указанием последовательности выполнения операций, положения грузовых канатов, а также должны содержаться требования к подготовке и состоянию пути и другие указания по безопасному подъему и перемещению груза. Нагрузка, приходящаяся на каждый кран, при подъеме элемента не должна превышать грузоподъемность крана.

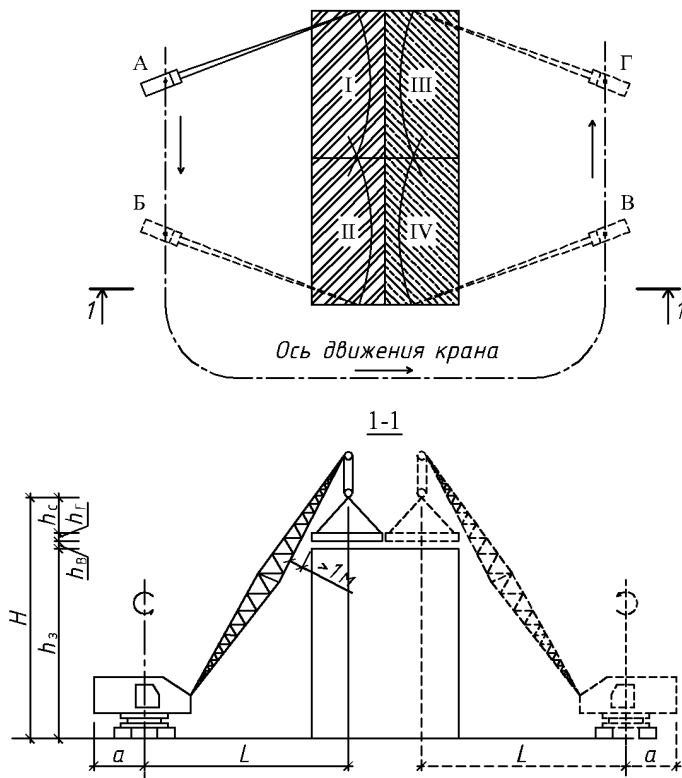


Рисунок 4.15 – Схема установки стрелового самоходного крана у ремонтируемого здания:

А, Б, В, Г – стоянки крана; I, II, III, IV – монтажные захваты для соответствующих стоянок;  
 $L$  – вылет стрелы;  $H$  – высота подъема крюка;  $h_c$  – высота стропов;  $h_1$  – высота поднимаемого груза;  $h_b$  – запас по высоте не менее 0,5 м;  $h_2$  – высота здания;  $a$  – габарит поворотной части

Если намечаемые к применению на объекте ремонта грузоподъемные машины (самоходные или перевозимые на автотранспорте) не вписываются

в габариты существующих арочных проездов (при невозможности организации другого проезда на площадку), то в зависимости от конкретных условий могут быть предусмотрены: углубление арочного проезда (с целью увеличения его высоты); разборка перекрытия проезда и арочных перемычек с установкой временных перемычек на более высоком уровне; устройство нового временного проезда с пробивкой в стенах арочных проемов. Расширение существующих и организация новых временных арочных проездов должны предусматриваться проектной документацией.

#### **4.3.3 Проектирование установки строительных подъемников**

Проектирование установки строительного подъемника заключается в определении места (мест) его установки, разработке мероприятий по подготовке площадки (площадок) для его монтажа, а также организации рабочего места машиниста, разработке схемы подключения подъемника к электросети, установлении места и типа временного крепления к стене здания (при необходимости), разработке конструкции и определении мест установки приемных площадок (или выборе типовых), назначении опасных зон, разработке мероприятий по их ограждению и обеспечению безопасной эксплуатации грузоподъемной машины.

Подъемник должен устанавливаться на горизонтальную площадку с твердым основанием или на настил (плиту) достаточной прочности. Рабочее место машиниста подъемника располагается вне опасной зоны и защищается сверху козырьком или навесом. Для мачтового подъемника на схеме указываются места крепления его мачты к стене здания. Выносные грузоподъемные площадки оборудуются с двух сторон постоянными ограждениями с бортовыми досками; со стороны грузовой платформы ограждение должно быть двустворчатым и открываться в сторону площадки. Проемы в стенах, через которые принимают груз, оборудуются съемными ограждениями. Проемы, против которых происходит движение платформы, но не производится разгрузка (погрузка), должны иметь постоянное сплошное ограждение на всю высоту (рисунок 4.16).

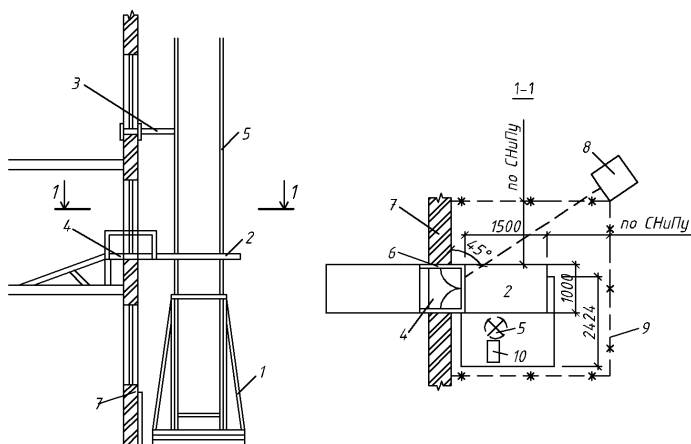


Рисунок 4.16 – Схема установки подъемника у ремонтируемого здания:  
 1 – монтажная стойка; 2 – грузовая платформа; 3 – настенная опора; 4 – приемная площадка;  
 5 – мачта; 6 – ограждение приемной площадки; 7 – фасадная стена здания; 8 – кабина  
 моториста; 9 – ограждение опасной зоны; 10 – лебедка

Для подъема конструкции, деталей и контейнеров с материалами при капитальном ремонте небольших зданий и с небольшими объемами работ применяются также легкие переносные и передвижные стреловые краны.

Легкие стреловые краны могут устанавливаться на специальных передвижных тележках, стационарных опорах или специальных башнях-постаментов, передвигающихся по рельсам.

Относительно небольшая масса отдельных элементов легких стреловых кранов дает возможность устанавливать их в проемах стен зданий, на крыше, чердачном перекрытии, лестничных площадках и эффективно использовать на подъемно-транспортных работах при капитальном ремонте зданий.

В проекте установки электрической лебедки указываются тип и метод крепления консоли с блоком. Лебедка располагается за пределами опасной зоны (рисунок 4.17).



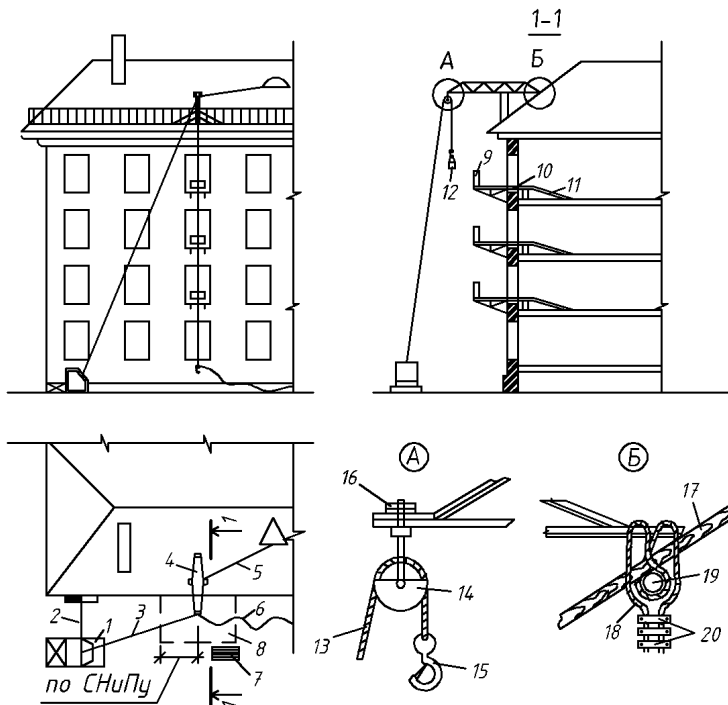


Рисунок 4.17 – Установка электрической лебедки:

- 1 – лебедка; 2 – электрический кабель; 3 – грузовой трос; 4 – инвентарная металлическая консоль; 5 – связь жесткости; 6 – оттяжка; 7 – строительные материалы; 8 – опасная зона; 9 – ограждение грузоприемной площадки; 10 – кронштейн; 11 – трап; 12 – груз; 13 – грузовой трос; 14 – обойма с блоком; 15 – крюк; 16 – гайки; 17 – стропильная нога; 18 – крепежный трос; 19 – газовая труба или деревянный брус; 20 – зажим

#### 4.4 Определение опасных зон, образующихся при работе грузоподъемных машин (кранов) и механизмов

При работах в условиях производственного риска необходимо выделить опасные для людей зоны, в которых постоянно действуют или могут действовать опасные факторы, связанные или не связанные с характером выполняемых работ.

На выполнение работ в зонах действия опасных производственных факторов, возникновение которых не связано с характером выполняемых работ, должен быть выдан наряд-допуск.

Граница зоны обслуживания кранов определяется максимальным вылетом ( $K_3$ ) на участке между крайними стоянками башенного крана на рельсовом крановом пути согласно рисунку 4.18 и стреловых кранов согласно рисунку 4.19.

Границы опасных зон в местах, над которыми происходит перемещение грузоподъемными кранами, а также вблизи строящегося здания (рисунок 4.20) принимаются от крайней точки горизонтальной проекции наружного наименьшего габарита перемещаемого груза или стены здания с прибавлением наибольшего габаритного размера перемещаемого (падающего) груза и минимального расстояния отлёта груза при его падении согласно таблице 4.4 или графику определения минимального расстояния отлёта груза при его падении (рисунок 4.21).

**Таблица 4.4 – Минимальное расстояние отлета груза при его падении**

Высота возможного падения груза (предмета), м	Минимальное расстояние отлета перемещаемого (падающего) предмета, м	
	перемещаемого краном груза в случае его падения	предметов в случае их падения со здания
До 10	4	3,5
» 20	7	5
» 70	10	7
» 120	15	10
» 200	20	15
» 300	25	20
» 450	30	25

*Примечание* – При промежуточных значениях высоты возможного падения грузов (предметов) минимальное расстояние их отлета допускается определять методом интерполяции.

Под высотой возможного падения груза при его перемещении краном следует понимать расстояние от поверхности земли (или площадки, для которой определяется граница опасной зоны) до низа груза, подвешенного на грузозахватном приспособлении (строп, траверса и др.).

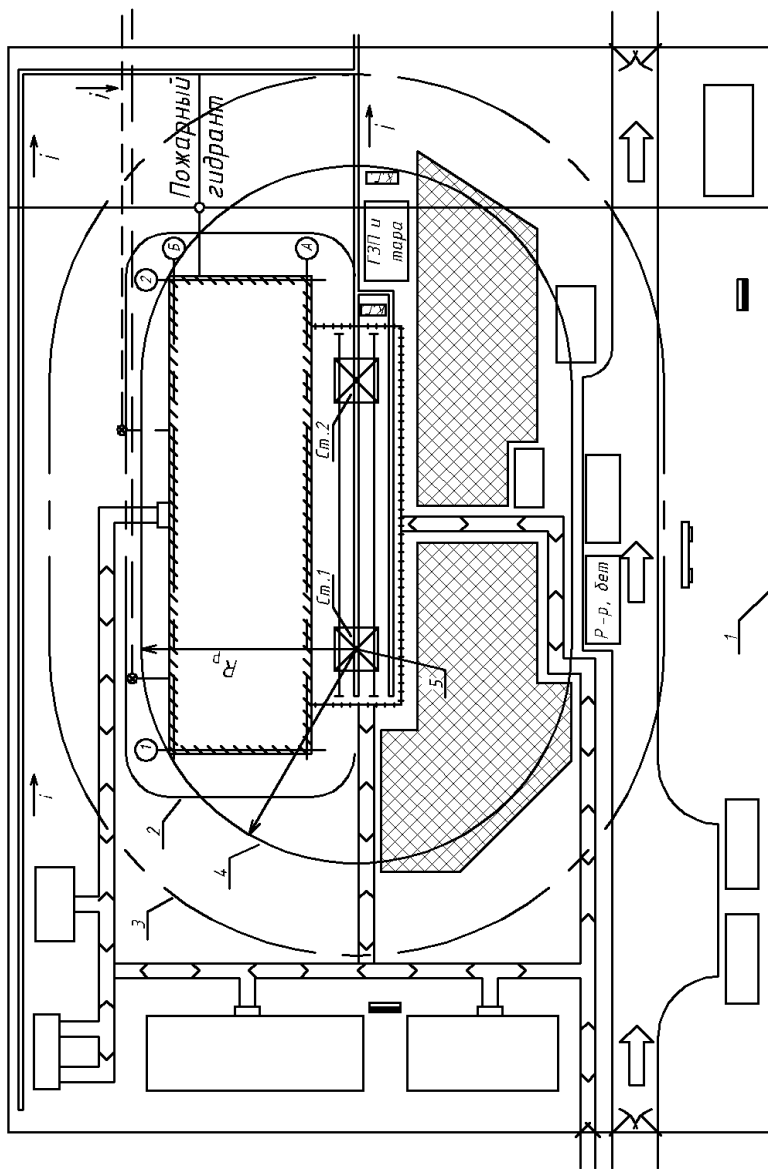


Рисунок 4.18 – Определение границ зон при работе башенных кранов:

- 1 – ограждение строительной площадки; 2 – граница опасной зоны вблизи строящегося здания;
- 3 – граница зоны, опасной для нахождения людей во время перемещения, установки и закрепления элементов и конструкций; 4 – граница зоны обслуживания краном; 5 – башенный кран

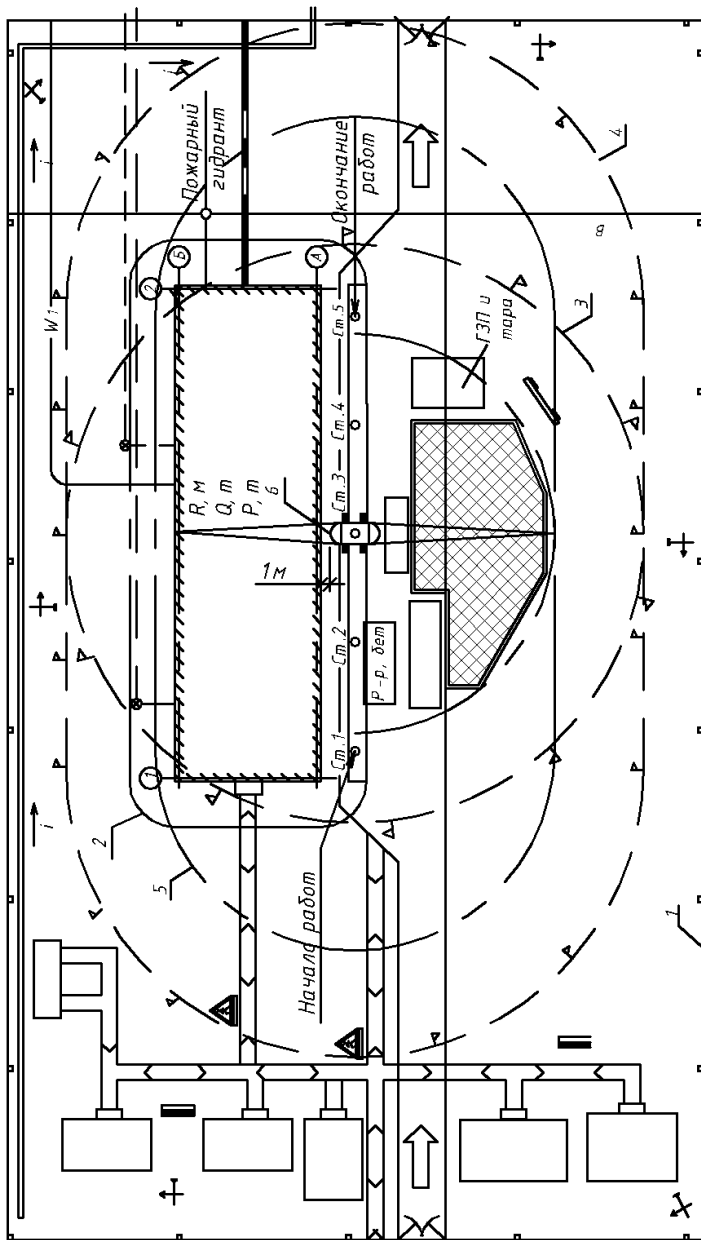


Рисунок 4.19 – Определение границ опасной зоны при работе стрелового крана:

- 1 – ограждение строительной площадки;
- 2 – граница опасной зоны вблизи строящегося здания;
- 3 – граница зоны, опасной для нахождения людей во время перемещения, установки и закрепления элементов и конструкций на одной стойке;
- 4 – граница опасной зоны с учетом всех стоек;
- 5 – граница зоны обслуживания краном;
- 6 – стреловой кран

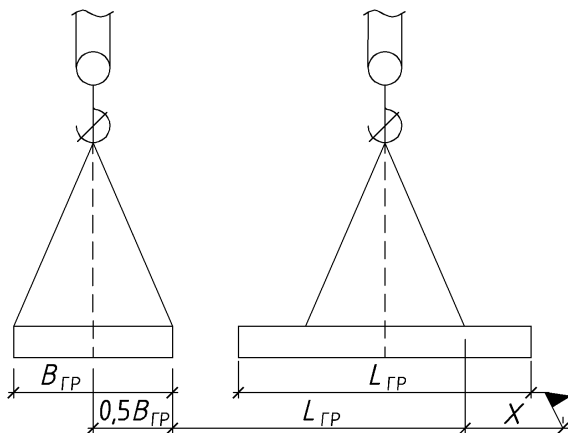


Рисунок 4.20 – Определение границы опасной зоны:

$B_{ГР}$  – наименьший габарит перемещаемого груза;  $L_{ГР}$  – наибольший габарит перемещаемого груза;  $X$  – минимальное расстояние отлёта груза

В необходимых случаях в стесненных условиях строительства величина опасной зоны может быть сокращена за счет уменьшения максимальной высоты подъема и перемещения грузов. Уменьшение максимальной высоты подъема обуславливается техническими и организационными решениями.

К *техническим решениям* по сокращению величины опасной зоны относятся: ограничение высоты подъема, зоны обслуживания путем ограничения поворота стрелы или ограничения вылета, применение кранов с меньшей высотой подъема, применение удлиненных стропов и грузозахватных приспособлений, оборудованных устройствами для испытания прочности монтажных петель или страховочного приспособления, исключающих возможность падения грузов, применение защитных ограждений (экранов).

К *организационным решениям* относятся мероприятия, содержащие дополнительные требования, связанные с обеспечением производства работ (мероприятия по выполнению погрузочно-разгрузочных работ с обозначением на местности зон подъема груза не на полную высоту и т. п.).

Граница опасной зоны принимается:

- для грузопассажирских подъемников – от габарита кабины и противовеса и составляет 5 м;
- для грузовых подъемников с платформой – от габарита грузовой платформы согласно рисунку 4.22.

Граница опасной зоны для грузовых подъемников с консольной стрелой определяется согласно графику определения минимального расстояния

отлёта груза при его падении как при перемещении груза краном с учетом габарита наибольшего груза соответственно таблице 4.4.

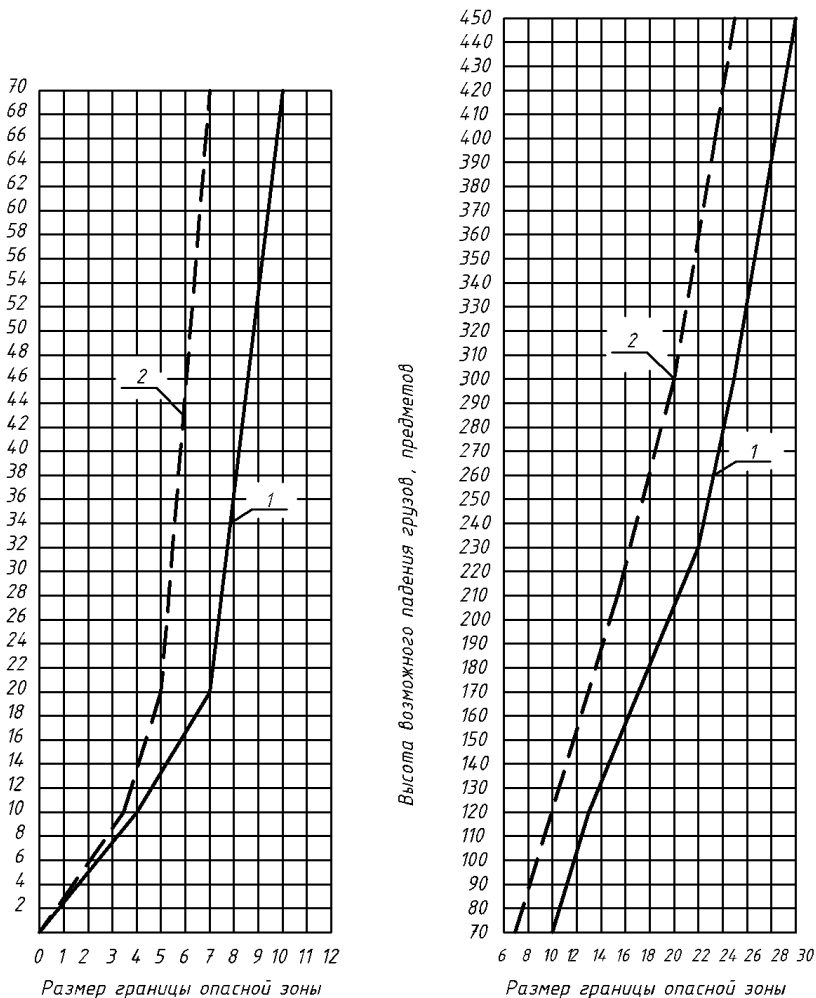


Рисунок 4.21 – Определение минимального расстояния отлёта груза при его падении:  
 1 – при перемещении кранами груза в случае его падения; 2 – в случае падения предметов со здания

Эксплуатация зданий и их отдельных частей, находящихся вблизи строящихся или реконструируемых зданий, допускается при условии, если перекрытие верхнего этажа эксплуатируемого здания не находится в

опасной зоне возможного падения предметов, определяемой в зависимости от высоты возможного падения груза до перекрытия верхнего этажа эксплуатируемого здания и при выполнении следующих мероприятий:

- оконные, дверные проемы эксплуатируемого здания и его отдельных частей, попадающие в зону возможного падения предметов, должны быть закрыты защитными ограждениями; входы и выходы эксплуатируемого здания должны быть устроены за пределами опасной зоны;

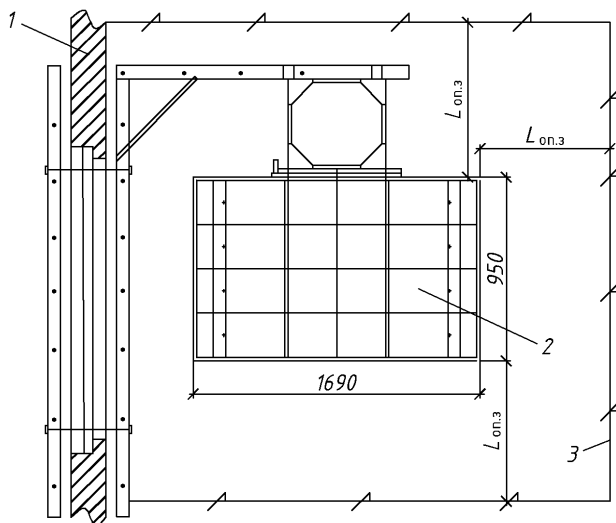


Рисунок 4.22 – Определение опасной зоны при работе грузового подъёмника:

1 – здание; 2 – подъёмник; 3 – граница опасной зоны

- перемещение грузов у существующих (находящихся вблизи строящихся) зданий с глухими капитальными стенами или стенами с проемами, закрытыми защитными ограждениями, может производиться на расстоянии не менее 1 м от стены, если максимальная высота подъема груза меньше высоты здания, с применением средств для искусственного ограничения зоны работы башенных кранов.

В связи с тем, что нормативными документами не предусматривается возникновение опасных зон от падения крана и его отдельных узлов, противовесная консоль и часть крановой стрелы, на которую не может заходить грузовая техника при наличии соответствующего концевого выключателя (или упора), могут перемещаться за пределами строительной площадки и над местами, где могут находиться люди, при соблюдении требований техники безопасности.

При определении границы опасной зоны вдоль луча, ограничивающего поворот стрелы, у кранов, имеющих подъемную стрелу, необходимо учитывать изменение высоты подъема в зависимости от вылета, поэтому

расстояние от линии ограничения (по лучу) до границы опасной зоны является переменной величиной при изменении вылета (при отсутствии мероприятий по ограничению высоты подъема).

Границу опасной зоны обозначают на местности знаками, предупреждающими о работе крана. Знаки устанавливаются из расчета видимости границы опасной зоны, в темное время суток они должны быть освещены.

Знаки устанавливаются на закрепленных стойках для предотвращения опасности от их падения при проходе людей и передвижении техники.

На границе опасной зоны и местах возможного прохода людей (дороги и пешеходные дорожки) устанавливаются знаки, предупреждающие о работе крана.

При строительстве объектов с применением грузоподъемных кранов, когда в опасные зоны, расположенные вблизи строящихся зданий, а также мест перемещения грузов кранами, граница которых определяется в соответствии с таблицей 4.4, попадают транспортные или пешеходные пути, санитарно-бытовые или производственные здания и сооружения, другие места постоянного или временного нахождения людей на территории строительной площадки или вблизи ее, необходимо предусматривать решения, предупреждающие условия возникновения там опасных зон, в том числе:

- устройство защитных сооружений (укрытий), обеспечивающих защиту людей от действия опасного фактора;

- оснащение башенных кранов «Системой ограничения зоны работы башенного крана в стесненных условиях»;

- оснащение стреловых самоходных кранов координатной защитой;

- ограничение скорости поворота стрелы крана в сторону границы рабочей зоны до минимальной при расстоянии от перемещаемого груза до границы зоны не менее 7 м;

- перемещения грузов на участках, расположенных на расстоянии менее 7 м от границы опасных зон, следует осуществлять с применением предохранительных или страховочных устройств, предотвращающих падение грузов;

- на участках вблизи строящегося (реконструируемого) здания по периметру здания необходимо установить защитный экран, имеющий равную или большую высоту по сравнению с высотой возможного нахождения груза, перемещаемого грузоподъемным краном; зона работы крана должна быть ограничена таким образом, чтобы перемещаемый груз не выходил за контуры здания в местах расположения защитных экранов, расположение которых показано на рисунке 4.23.

Пояснения к рисунку 4.23.



1 Перемещение грузов у примыкающего жилого здания К  $\frac{4}{Ж}$ . Поворот стрелы у здания К  $\frac{4}{Ж}$  принудительно ограничен. Защитное ограждение у здания К  $\frac{4}{Ж}$  устанавливается на консоли из металлоконструкции, заложенные в стены возводимого здания.

2 В связи с выходом строящегося здания на городскую магистраль с интенсивным движением городского транспорта, когда не представляется возможным выгородить опасную зону от действия крана, работы производить аналогично примыкающим зданиям – под защитой ограждения из элементов трубчатых лесов и с принудительным ограничением высоты подъема. Максимальная высота перемещения груза должна быть ниже защитного ограждения не менее чем на 0,5 м, а высота защитного ограждения должна быть не менее 3 м от уровня монтажного горизонта. Со стороны проезжей части строительные леса должны быть защищены на всю высоту синтетической или проволочной сеткой.

Пешеходный переход вдоль защитного ограждения должен иметь козырек, сплошную обшивку со стороны строящегося здания и располагаться от него не ближе 2 м.

Подаваемый груз за 7 м от защитного ограждения должен быть опущен на высоту 0,5 м от монтажного горизонта (или препятствий, встречающихся на пути), успокоен от раскачивания и на минимальной скорости с удерживанием от разворота оттяжками должен перемещаться к наружной стене с защитным ограждением. Работы должны производиться в присутствии и под руководством лица, ответственного за безопасное производство работ кранами, по наряду-допуску на работы в зонах постоянно действующих опасных производственных факторов.

Для уменьшения или ликвидации опасной зоны у реконструируемых зданий (сооружений), выходящих на городские магистрали с интенсивным движением транспорта, когда не представляется возможным выгородить на длительное время опасную зону как от реконструируемого здания, так и от перемещаемого краном груза, необходимо выполнить следующие мероприятия:

- установить сплошное ограждение, закрепляемое за наружные стены реконструируемого здания или за инвентарные трубчатые леса, устанавливаемые у реконструируемого здания;

- принять высоту защитного ограждения не менее 3 м от верха существующих наружных стен;

- на лесах установить два защитных настила и наружную сторону лесов выгородить тканой сеткой.

#### 4.5 Ограничение зон обслуживания кранами при работе в стеснённых условиях

Для предупреждения образования опасной зоны в стесненных условиях за пределами строительной площадки или при наличии на строительной площадке помещений, где находятся или могут находиться люди, или других препятствий предусматривается ограничение зоны обслуживания краном.

Принудительно ограничиваются на башенных кранах: передвижение крана; поворот стрелы; вылет; высота подъема.

Передвижные стреловые краны предотвращения их столкновения с препятствиями в стесненных условиях работы должны быть оснащены координатной защитой.

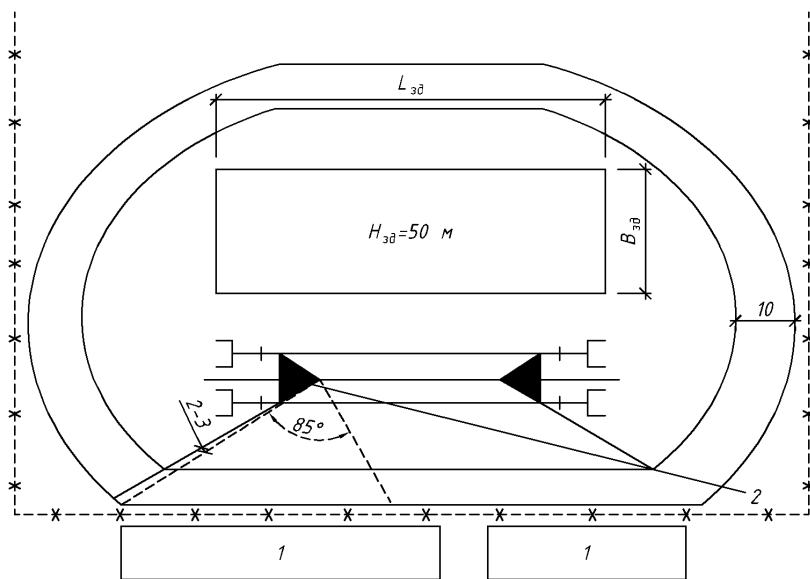


Рисунок 4.23 – Принудительное ограничение поворота крана:  
1 – существующие жилые дома; 2 – зона ограничения

Зоны ограничения должны быть указаны на стройгенплане. Для зон ограничения высоты подъема крюковой подвески должна быть задана максимальная для данной зоны высота.

Пример с принудительным ограничением зон обслуживания кранов приведен на рисунке 4.24. На рисунке показано ограничение зоны обслуживания краном с помощью принудительного ограничения угла поворота стрелы  $\alpha$  в стесненных условиях.

В случае выхода опасной зоны от действия крана за забор, как показано на рисунке 4.24, по согласованию с городскими районными организациями (районный архитектор, ГАИ, управление движения городского транспорта, пожарная инспекция и т. д.) дополнительно выставляется временное сигнальное ограждение с предупреждающими о работе крана знаками.

Использование концевых выключателей в качестве рабочих органов отключения электродвигателей запрещается.

Угол принудительного ограничения привязывают к оси рельсового кранового пути или оси башни крана в зависимости от типа кранов.

Угол ограничения поворота стрелы обозначается в координатах и градусах. По линии лучей угла ограничения поворота стрелы (а также линиям принудительного ограничения зоны обслуживания) указывают запрещающие знаки, а перед ними (со стороны перемещения стрелы) – предупреждающие знаки. При этом расстояние между линиями ограничения и предупреждения принимается не менее 7,0 м.

Крановщик обязан не менее чем за 1 м до предупреждающего знака снизить скорость перемещения груза до минимальной и далее перемещать груз на этой скорости короткими повторными включениями.

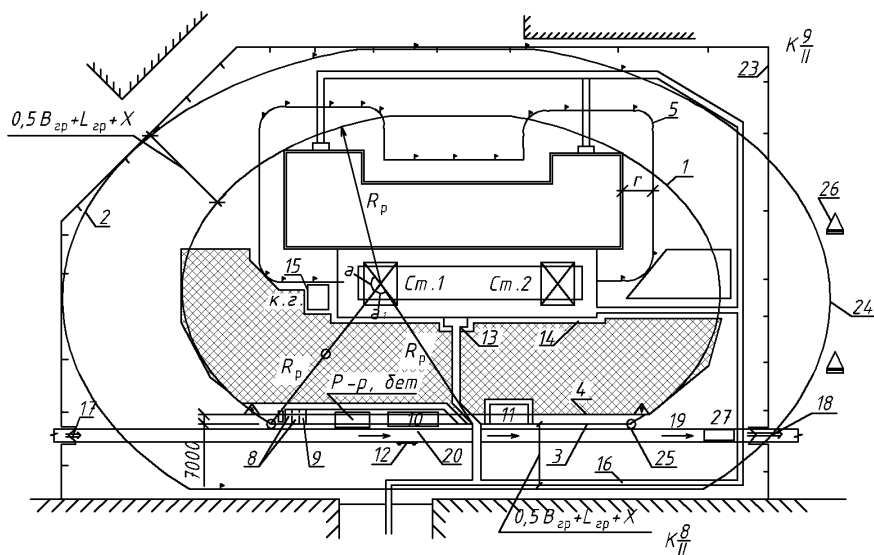


Рисунок 4.24 – Пример принудительного ограничения зон обслуживания кранов:  
 1 – граница зоны обслуживания краном; 2 – граница зоны, опасной для нахождения людей во время перемещения, установки и закрепления элементов и конструкций; 3 – линия ограничения зоны обслуживания краном; 4 – линия предупреждения об ограничении зоны обслуживания краном; 5 – граница опасной зоны от строящегося здания; 6 – площадка для приема раствора и бетонной смеси; 7 – место нахождения контрольного груза; 8 – место для хранения съемных грузозахватных приспособлений и тары; 9 – место сбора строительных отходов; 10 – место

стоянки транспорта под разгрузкой; 11 – площадка для кантовки колонн; 12 – стенд со схемами строповок и таблицей масс грузов; 13 – шкаф электропитания крана; 14 – заземление рельсовых крановых путей; 15 – соединительные проводники; 16 – пешеходные дорожки; 17 – въезд на стройплощадку; 18 – въезд со стройплощадки; 19 – направление движения транспорта;

20 – временная дорога; 21 – площадка складирования материалов и конструкций; 22 – ограждение рельсовых крановых путей; 23 – временный деревянный забор; 24 – временное штакетное ограждение; 25 – знак ограничения зоны обслуживания краном; 26 – знак, предупреждающий о работе крана; 27 – пункт мойки колёс автотранспорта; а – угол принудительного ограничения поворота стрелы;  $a_1$  – угол привязки ограничения к оси крана;  $0,5B_r + L_r + X$  – граница опасной зоны;  $B$  – наименьший габарит груза;  $L$  – наибольший габарит груза;  $X$  – минимальное расстояние отлёта груза при его падении

Знаки устанавливаются из расчета возможности крановщика видеть границу зоны обслуживания, но не менее двух знаков каждого типа на один луч угла или одну линию зоны ограничения. Знаки устанавливаются на закрепленных стойках. В отдельных случаях, когда не представляется возможным установить знаки на стойках (в зоне крановых путей, на проезжей части дороги и т. п.), допускается:

- подвеска знаков на натянутом канате или специальном кронштейне;
- фиксированная укладка знаков в горизонтальном положении так, чтобы они могли быть сдвинуты и в то же время не мешали движению транспорта.

Между подвешенными знаками и проезжей частью дороги должен обеспечиваться дорожный габарит, равный 4,5 м. Знаки, расположенные горизонтально, должны периодически очищаться и обновляться.

Для уменьшения величины опасной зоны на башенных кранах может устанавливаться в соответствующем положении (а не только в верхнем) ограничитель вылета и подъема, который по мере возведения здания (сооружения) может периодически переставляться в новое положение.

Для уменьшения величины опасной зоны в стесненных условиях допускается ограничение высоты подъема груза при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, при прокладке подземных коммуникаций, возведении подземных частей зданий и сооружений с разработкой организационно-технических мероприятий.

При ограничении высоты подъема груза до 4–6 м в соответствии с организационно-техническими мероприятиями в установленной зоне обслуживания груз не должен быть поднят на высоту более принятой в проекте организации работ. На местности эта зона по всему контуру обозначается предупреждающими знаками с поясняющей надписью о запрещении подъема груза на высоту более принятой в проекте организации работ. Специально назначенный сигнальщик из числа наиболее опытных стропальщиков визуально контролирует высоту подъема груза. Место нахождения сигнальщика показывается на чертежах. Между крановщиком

башенного крана и стропальщиком должна быть обеспечена радиосвязь. Мероприятия по визуальному ограничению высоты подъема подлежат согласованию с местным органом Госгортехнадзора.

Работы, выполняемые в стесненных условиях с ограничением зоны обслуживания или высоты подъема, должны производиться по наряду-допуску на производство работ в зонах действия опасных производственных факторов.

Время производства работ по тому или иному ограничению зоны обслуживания краном должно быть записано в вахтенном журнале крановщика и подтверждаться каждый раз перед сменой ограничения зоны обслуживания краном. Одновременно переставляются знаки безопасности.

#### **4.6 Технико-экономическое сравнение грузоподъемных машин (кранов)**

В связи с тем, что в практике строительства зданий и сооружений встречаются три способа их возведения: открытый, закрытый и комбинированный, то применение того или иного способа строительства в каждом конкретном случае должно быть тщательно обосновано технико-экономическим сравнением, т. е. стоимости, трудоемкости и продолжительности.

Поэтому для комплексной механизации трудоемких процессов при возведении надземной части здания (а также объектов в целом) необходимо правильно подобрать комплекты машин.

*Комплекты машин* – это совокупность согласованно работающих и взаимно увязанных по производительности и другим параметрам основных и вспомогательных машин, необходимых для выполнения технологически связанных трудоемких процессов и операций.

Увязка машин в технологической цепи производится по главному рабочему параметру – производительности, а также по основным конструктивным параметрам (вместимости ковша экскаватора и грузоподъемности самосвала, грузоподъемности крана и транспортных средств и др.).

Основная ведущая машина в комплекте по своей производительности должна обеспечивать выполнение объемов работ в заданные сроки и с заданным темпом (интенсивностью).

Комплекты машин подбираются для выполнения простых рабочих процессов (отрывка котлована, планировка территории, укладка бетона и др.), а также для сложных комплексных процессов (монтаж каркаса здания, бетонные и отделочные работы, устройство кровли). Комплект машин для выполнения сложных комплексных процессов состоит из нескольких комплектов для механизации рабочих процессов.

В условиях поточного строительства основным является комплект машин для выполнения специализированных потоков, при возведении подземных частей зданий; для разработки траншей и котлована, устройства свайных оснований и фундаментов, монтажа сборных фундаментов, устройства монолитных фундаментов, полов и др.

Продукцией специализированного потока являются конструктивные элементы зданий или законченные комплексы работ: земляных, бетонных и т. п.

Основными технологическими параметрами специализированного потока являются объем работ, интенсивность и продолжительность потока, машиноёмкость и трудоёмкость.

Основная зависимость между главным параметром потока (интенсивностью) и подобранным комплектом машин следующая:

$$I \leq \Pi_{\text{э,о}} \quad \text{и} \quad I \leq \Pi_{\text{э,к}},$$

где  $I$  – интенсивность потока в смену, выраженная в количестве строительной продукции, выпускаемой за смену ( $\text{м}^3$ , т,  $\text{м}^2$  и т. д.);

$\Pi_{\text{э,о}}$  – эксплуатационная производительность основной машины;

$\Pi_{\text{э,к}}$  – эксплуатационная производительность комплекта машин.

Эксплуатационная производительность всего комплекта должна быть равной производительности основной машины:

$$\Pi_{\text{э,к}} = \Pi_{\text{э,о}}.$$

В свою очередь, эксплуатационная производительность вспомогательных машин должна соответствовать производительности основной машины

$$\Pi_{\text{э,в}} \geq \Pi_{\text{э,о}}.$$

При последовательном включении в работу нескольких вспомогательных машин

$$\Pi_{\text{э,о}} \leq \Pi_{\text{э,в1}} \leq \Pi_{\text{э,в2}} \leq \dots \leq \Pi_{\text{э,вn}},$$

где  $\Pi_{\text{э,в1}}$ ,  $\Pi_{\text{э,в2}}$ , ...,  $\Pi_{\text{э,вn}}$  – эксплуатационная производительность технологически увязанных вспомогательных машин, работающих последовательно.

В случае совместной работы основной машины и нескольких параллельно действующих вспомогательных машин

$$\Pi_{\text{э,о}} \leq \sum_{i=1}^n \Pi_{\text{э,в}}.$$

Таким образом, производительность всего комплекта машин должна обеспечивать заданную интенсивность специализированного потока, а производительность вспомогательных машин должна быть равна или несколько больше производительности основной машины.

При подборе комплектов машин для производства отдельных видов работ рекомендуется производительность вспомогательных машин назначить на 10–15 % больше, чем основной машины.

Число основных машин, работающих параллельно  $N$

$$N = V / T \Pi_{3,0}, \text{ или } N = M_n / mK ,$$

где  $V$  – объем данного вида работ в специализированном потоке;

$T$  – срок производства работ по графику в сменах;

$\Pi_{3,0}$  – эксплуатационная производительность основной машины в смену;

$M_n$  – машиноёмкость процесса;

$m$  – число захваток, шт.;

$K$  – ритм потока, смены.

Необходимая эксплуатационная производительность комплекта машин

$$\Pi_{3,к} = I = V / T \text{ или } \Pi_{3,к} = I = V / T (mK) ,$$

где  $I$  – интенсивность потока.

Выбор комплектов машин для комплексной механизации СМР осуществляется в два этапа.

На первом этапе в зависимости от объемно-планировочных и конструктивных характеристик объекта или его части, а также принятой технологии производства работ, технологической структуры процесса или специализированного потока определяются требуемые эксплуатационные параметры основных машин, их типы и марки, а также перечень технологически необходимых вспомогательных машин и их типы.

Namечается принципиальная схема расстановки машин для выполнения процесса или специализированного потока при возведении здания. В результате подбора машин, выполненного на основе соответствия их эксплуатационных параметров требованиям объемно-планировочных и конструктивных характеристик зданий и технологии производства работ, определяются несколько возможных вариантов типов основных машин и соответствующих им вспомогательных.

На втором этапе производится выбор оптимального варианта механизации на основании технико-экономического сравнения показателей: себестоимости и трудоемкости единицы продукции механизированного процесса, продолжительности производства работ, срока окупаемости капитальных вложений на приобретение машин, удельных показателей

массы, металло- и энергоемкости, рассчитанных на единицу часовой производительности комплекта машин, и др.

Рассмотрим первые три показателя. Себестоимость единицы конечной продукции  $C_{ед}$ , для получения которой применяется комплект машин постоянного состава, определяется по формуле

$$C_{ед} = \frac{E_0}{V_0} + \frac{1,08 \sum_{i=1}^n C_{м-смi} n_i + 1,5 \sum Z_p}{\Pi_{см.к}},$$

где  $E_0$  – единовременные затраты с учетом накладных расходов, руб.;

$V_0$  – общий объем механизированных работ данного типа в единицах конечной продукции;

$C_{м-смi}$  – стоимость одной машино-смены  $i$ -той машины в комплекте, руб.;

$n_i$  – число машин  $i$ -го типоразмера в комплекте, шт.;

$Z_p$  – заработная плата рабочих за смену, не учтенная в затратах на эксплуатацию машины, руб.;

$\Pi_{см.к}$  – объем данного вида работ, выполняемый комплектом машин за смену в единицах конечной продукции;

1,08 – коэффициент накладных расходов на затраты по эксплуатации машин;

1,5 – то же на заработную плату рабочих.

Трудоемкость выполненного объема работ

$$Q_c = \frac{Q_0}{V_0} \text{ или } Q_c = \frac{Q_{ед}}{V_0} + \frac{\sum_{i=1}^n C_{м-смi} n_i + Q_p}{\Pi_{м-см.к}};$$

где  $Q_0$  – суммарная трудоемкость работ, чел.-см.;

$Q_{ед}$  – единовременные затраты труда, связанные с доставкой машин на площадку, устройством подкрановых путей, дорог, монтажом и демонтажем машин, чел.-см.;

$Q_p$  – число рабочих, участвующих в процессе, за исключением учтенных в затратах труда на эксплуатацию машин;

$\Pi_{м-см.к}$  – объем работ в конечных измерителях продукции, выполняемый комплектом машин в течение смены.

Продолжительность производства данного вида механизированных работ

$$T = \frac{V_0}{\Pi_{э.см.к}} + \sum T_i,$$

где  $\Pi_{э.см.к}$  – эксплуатационная производительность комплекта машин в



смену;

$\sum T_i$  – продолжительность всех операций, связанных с монтажом (демонтажем) машины  $T_{м.м}$ , время перебазировки машины на новый участок, захватку  $T_n$ , если оно не учтено в  $\Pi_{м-см.к}$ , время на технологические перерывы в работе, связанные с выполнением других работ  $T_{техн}$ ,

$$\sum T_i = T_{м.м} + T_n + T_{техн} .$$

Основным экономическим критерием для выбора варианта механизации (комплекта машин) являются приведенные затраты  $\Pi$ , определяемые для комплекта машин по формуле

$$\Pi = C_i + E_n \sum_{i=1}^n \frac{C_{б_i} T_{o_i}}{T_{r_i}} ,$$

где  $C_i$  – себестоимость данного вида механизированных работ на объекте по  $i$ -му варианту;

$C_{б_i}$  – балансовая стоимость  $i$ -той машины;

$T_{o_i}$  – число смен работы на объекте  $i$ -той машины комплекта;

$T_{r_i}$  – годовое число смен работы  $i$ -той машины по нормативу;

$n$  – число машин в комплекте.

В ряде случаев при выборе оптимального комплекта машин приведенные затраты по одному из вариантов оказываются минимальными, а трудоемкость и продолжительность производства работ – большими, чем по другим вариантам. В зависимости от конкретных условий строительства (дефицит рабочей силы, необходимость сокращения срока строительства) предпочтение отдадут тому варианту механизации, при котором трудоемкость и сроки производства работ будут минимальными.

Если в подобранных комплектах машин применяются одинаковые вспомогательные машины и комплекты отличаются лишь основными машинами, то все технико-экономические расчеты при выборе оптимального варианта производятся только по основным машинам, при разных типах основных и вспомогательных машин – по всему комплекту в целом.

Экономическая эффективность от применения выбранного комплекта машин определяется разницей приведенных затрат по эталонному и принятому вариантам:

$$\Delta_{м} = \left( C_{э} + E_n \sum_{i=1}^n \frac{C_{б.э_i} T_{o.э_i}}{T_{r.э_i}} \right) - \left( C_i + E_n \sum_{i=1}^n \frac{C_{б_i} T_{o_i}}{T_{r_i}} \right) ,$$

где  $\mathcal{E}_m$  – экономический эффект при применении выбранного варианта механизации (комплекта машин) по сравнению с эталонным вариантом;

$C_3$  – себестоимость данного вида механизированных работ по эталонному варианту;

$C_{б.эi}$  – балансовая стоимость  $i$ -той машины по эталонному варианту;

$T_{о.эi}$  – число смен работы на объекте  $i$ -той машины по эталонному варианту;

$T_{г.эi}$  – годовое число смен работы  $i$ -той машины эталонного варианта по нормативам.

Все аналогичные обозначения во второй составляющей формулы относятся к подобранному варианту механизации.

#### 4.7 Выбор транспортных средств

Транспортирование конструкций в пределах монтажной зоны существенно влияет на экономическую эффективность монтажа. Поэтому важно выбрать тип и рассчитать количество требуемых транспортных средств, наметить схемы их выезда из монтажной зоны, места стоянок крана и транспортных средств, а также обеспечить бесперебойную доставку конструкций к месту работ. При выборе транспортных средств исходят из массы и габаритов монтажных элементов, состояния дорог и т. п.

Наиболее широкое применение при строительстве зданий и сооружений получил автомобильный транспорт.

Доставка на стройплощадку, т. е. в монтажную зону, производится тремя способами:

а) россыпью с раскладкой вдоль фронта работ в соответствии с принятой последовательностью установки в проектное положение. Этот способ используется для транспортирования легких и мелких элементов, а также при предварительном укрупнении строительных конструкций;

б) в зону действия крана, где их устанавливают непосредственно с транспортных средств – монтаж «с колес». Этот наиболее эффективный способ применяют при монтаже тяжелых конструкций;

в) челночным, при котором конструкции доставляют на сменяемых прицепах тягачами для монтажа «с колес» – это наиболее гибкий способ, позволяющий полнее использовать маневренность транспортных средств.

Монтажные элементы в рабочую зону доставляют комплектами на каждый типовой монтажный участок в той последовательности, в какой их надо устанавливать в проектное положение, с интенсивностью, равной принятому темпу монтажного процесса.

Количество транспортных средств определяют исходя из объема конструкций, подлежащих перевозке, дальности транспортирования, грузоподъемности транспортных приборов и необходимости обеспечения бесперебойной работы монтажного крана.

При доставке конструкций с разгрузкой их у места монтажа количество транспортных единиц в смену определяют по формуле

$$N = \frac{Q_{\text{сут}}}{\Pi_{\text{ЭК.СМ}} n},$$

где  $Q_{\text{сут}}$  – число элементов данного вида, монтируемых в течение суток;

$n$  – число смен работы в сутках;

$\Pi_{\text{ЭК.СМ}}$  – сменная производительность транспортной единицы;

$$\Pi_{\text{ЭК.СМ}} = \frac{492 q K_{\text{В}}}{t_{\text{Ц}}},$$

492 – продолжительность смены, мин;

$q$  – число элементов, перевозимых за 1 рейс, шт.;

$K_{\text{В}}$  – коэффициент использования машинного времени автотранспортных средств,  $K_{\text{В}} = 0,8 \dots 0,9$ ;

$t_{\text{Ц}}$  – продолжительность цикла одной автотранспортной единицы, мин;

$$t_{\text{Ц}} = t_{\text{П}} + \frac{120l}{v_{\text{СР}}} + t_{\text{Р}} + t_{\text{М}}',$$

$t_{\text{П}}$  – время погрузки элементов на заводе, мин;

$t_{\text{Р}}$  – время разгрузки доставленных элементов на объекте (значения  $t_{\text{П}}$  и  $t_{\text{Р}}$  берутся по ЕНиР), мин;

$t_{\text{М}}'$  – время маневров на строительной площадке и при перестановке автотранспортных средств под погрузку на заводе, мин (10-15 мин);

$l$  – расстояние от завода-изготовителя до стройплощадки, км;

$v_{\text{СР}}$  – средняя нормативная скорость движения автотранспортных средств, км/ч.

В целях сохранности тяжеловесных несущих конструкций и деталей скорости движения автотранспортных средств не должны превышать средних нормативных скоростей, а именно: при работе за городом на дорогах

1-й группы (асфальтированных, бетонных) – 39 км/ч, на дорогах 2-й (булыжных, щебеночных, гравийных и грунтовых улучшенных) – 30 км/ч, на дорогах 3-й (грунтовых, естественных) – 25 км/ч.

При работе в городах: для автомобилей и тягачей грузоподъемностью до 7 т независимо от дорожного покрытия – 21 км/ч, то же грузоподъемностью 7 т и выше – 19 км/ч.

При монтаже конструкций непосредственно с транспортных средств их работа должна быть строго согласована с процессом монтажа. В этом случае потребность в автотранспортных средствах

$$N = \frac{T}{T_M},$$

где  $T$  – продолжительность транспортного цикла, ч;

$T_M$  – продолжительность монтажа элементов, доставленных за один рейс, без одного (после подъема последнего элемента транспортная единица освобождается), ч.

Продолжительность транспортного цикла определяется по формуле

$$T = t_{\Pi} + \frac{2l}{v_{\text{ср}}} + T_M,$$

а при челночном способе завоза конструкций под монтаж на прицепах – по формуле

$$T = t_3 + \frac{2l}{v_{\text{ср}}} + T_{\text{пл}},$$

где  $t_{\Pi}$  – время погрузки, ч;

$T_M$  – время, необходимое на монтаж элементов (без одного), привезенных за один рейс, ч;

$l$  – длительность рейса, км;

$v_{\text{ср}}$  – средняя скорость движения автотранспортных средств, км/ч;

$t_3$  и  $t_{\text{пл}}$  – продолжительность смены прицепов на заводе и монтажной площадке, ч, принимается примерно 0,2 ч.

С непрерывной работой тягача с прицепом

$$N_{\Pi} = N_M,$$

где  $N_{\Pi}$  – количество прицепов, шт.;

$N_M$  – количество тягачей, шт.

При челночной схеме

$$N_{\Pi} = N_M + 2.$$

При перевозке конструкций под монтаж с транспортных средств составляют монтажно-транспортные графики: один – для работы транспортных средств, второй – для монтажного процесса. Графики располагают один под другим, так удобно увязывать монтаж элементов и сроки их доставки.

Выбранные транспортные средства для перевозки строительных материалов и конструкций сводят по форме в таблицу 4.5.

**Таблица 4.5 – Автопоезда для перевозки строительных материалов и конструкций**

Наименование элемента конструкции	Масса одного элемента, т	Автотранспортные средства		Количество элементов, укладываемых в транспортные средства	Коэффициент использования автотранспорта по грузоподъемности
		марка тягача, прицепа	грузоподъемность, т		

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Сизов, В. П.** Монтаж строительных конструкций / В. П. Сизов. – М., 1969. – 408 с.
- 2 **Швиденко, В. И.** Монтаж строительных конструкций / В. И. Швиденко. – М., 1987. – 423 с.
- 3 **Барсов, И. П.** Строительные машины и их эксплуатация / И. П. Барсов, А. Г. Станковский. – М. : Стройиздат, 1981. – 196 с.
- 4 **Гальперин, С. И.** Строительные машины / С. И. Гальперин. – М. : Машиностроение, 1986. – 264 с.
- 5 **Марионков, К. С.** Основы проектирования производства строительных работ: учеб. пособие для вузов / К. С. Марионков. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Стройиздат, 1980. – 231 с.
- 6 **Буй, В. И.** Монтажные работы : учеб.-метод. пособие. Ч. 1 – Гомель : БелИИЖТ, 1980. – 54 с.
- 7 **Буй, В. И.** Монтажные работы : учеб.-метод. пособие. Ч. 2 – Гомель : БелИИЖТ, 1981. – 40 с.
- 8 **Данилкин, М. С.** Основы строительного производства : учеб. пособие / М. С. Данилкин, И. А. Мартыненко, С. Г. Страданченко. – Ростов н/Д : Феникс, 2007. – 474 с.
- 9 Технология строительных процессов : учеб. / А. А. Афанасьев [и др.] ; под ред. Н. Н. Данилова, О. М. Терентьева. – 2-е изд., перераб. – М. : Высш. шк., 2000. – 464 с.
- 10 **Терентьев, О. М.** Технология строительных процессов : учеб. пособие / О. М. Терентьев, В. И. Теличенко, А. А. Лапидус. – Ростов н/Д : Феникс, 2008. – 494 с.
- 11 **Соколов, Г. К.** Технология строительного производства : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Г. К. Соколов. – 2-е изд., перераб. – М. : Академия, 2007. – 544 с.
- 12 **Белецкий, Б. Ф.** Строительные машины и оборудование / Б. Ф. Белецкий, И. Г. Булгакова. – Ростов н/Д : Феникс, 2005. – 606 с.
- 13 Справочник современного строителя / Б. Ф. Белецкий ; под общ. ред. Л. Р. Маиляна. – Ростов н/Д : Феникс, 2008. – 541 с.
- 14 ТКП 45-1.03-40–2006. Безопасность труда в строительстве. Общие требования / РУП «Стройтехнорм». – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2007. – 49 с.
- 15 **Волков, Д. П.** Строительные машины / Д. П. Волков, В. Я. Крикун. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : АСВ, 2002. – 376 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А  
(обязательное)

**Исходные данные для проектирования здания**

Вариант задания и планировочная схема зданий выдается руководителем курсового проекта.

Для студентов заочной формы обучения вариант задания и планировочная схема зданий принимаются по двум последним цифрам номера зачетной книжки. Например, 21 соответствует варианту 2-1.

Если две последние цифры номера зачетной книжки 01, 02, 03, ..., 09, принимается соответственно вариант задания 1-1, 1-2, 1-3, ..., 1-9.

При двух последних цифрах номера зачетной книжки 80, 81, 82, ..., 89 – соответственно вариант 2-0, 2-1, 2-2, ..., 2-9.

Последним двум цифрам номера зачетной книжки 90, 91, 92, ..., 99 соответствует вариант 3-0, 3-1, 3-2, ..., 3-9.

*Планировочные схемы зданий* (рисунки А.1, А.2):

А – многоэтажная часть (здание из сборных железобетонных конструкций),

Б – одноэтажная часть (стальной каркас с покрытием из профнастила).

Многоэтажная часть:

$L$  – длина здания, м;

$b$  – ширина пролета, м;

$n$  – количество пролетов;

$h_1$  – высота первого этажа, м;

$h_2$  – высота вышележащих этажей, м;

$N_{эт}$  – количество этажей;

ЛМП – лестничный марш и площадка;

ДЖ – диафрагмы жесткости.

Одноэтажная часть:

$L_1$  – длина здания, м;

$b_1$  – ширина пролета, м;

$n_1$  – количество пролетов;

$a$  – шаг средних колонн, м;

$H$  – отметка до низа стропильных конструкций, м.

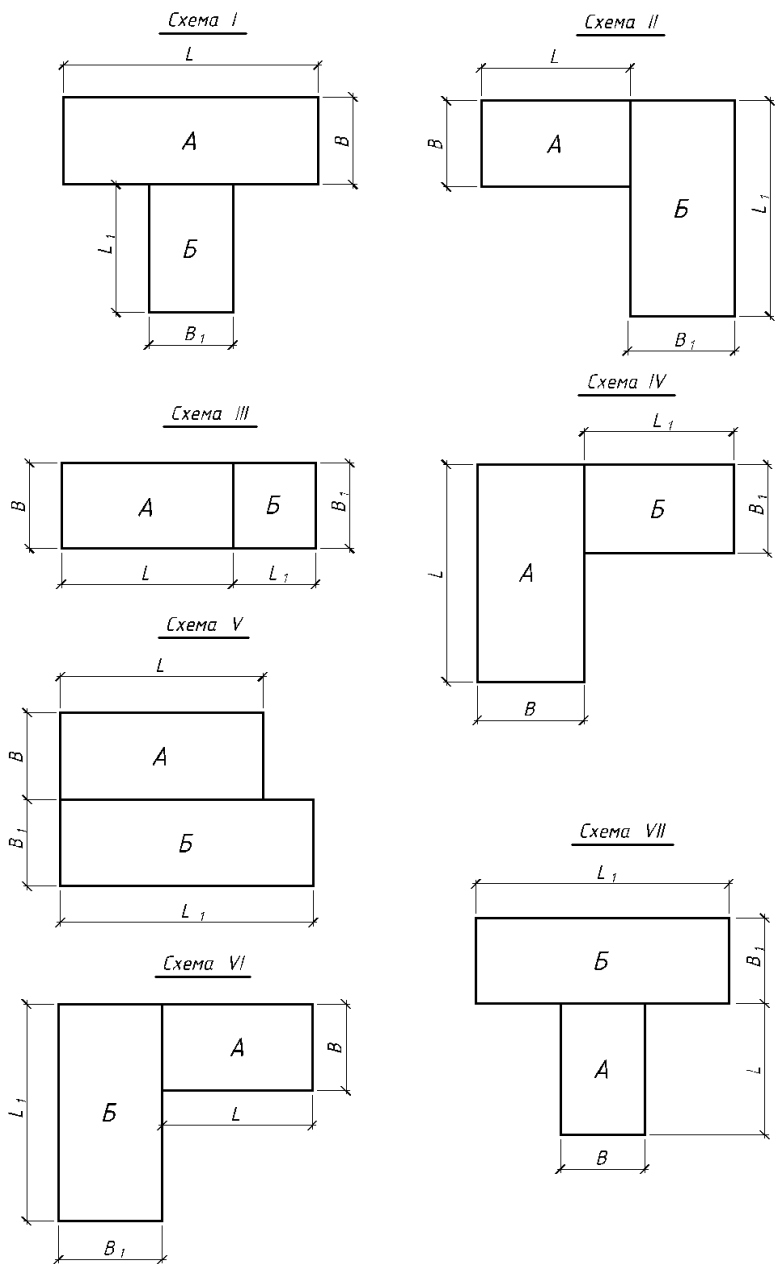


Рисунок А.1 – Планировочные схемы здания



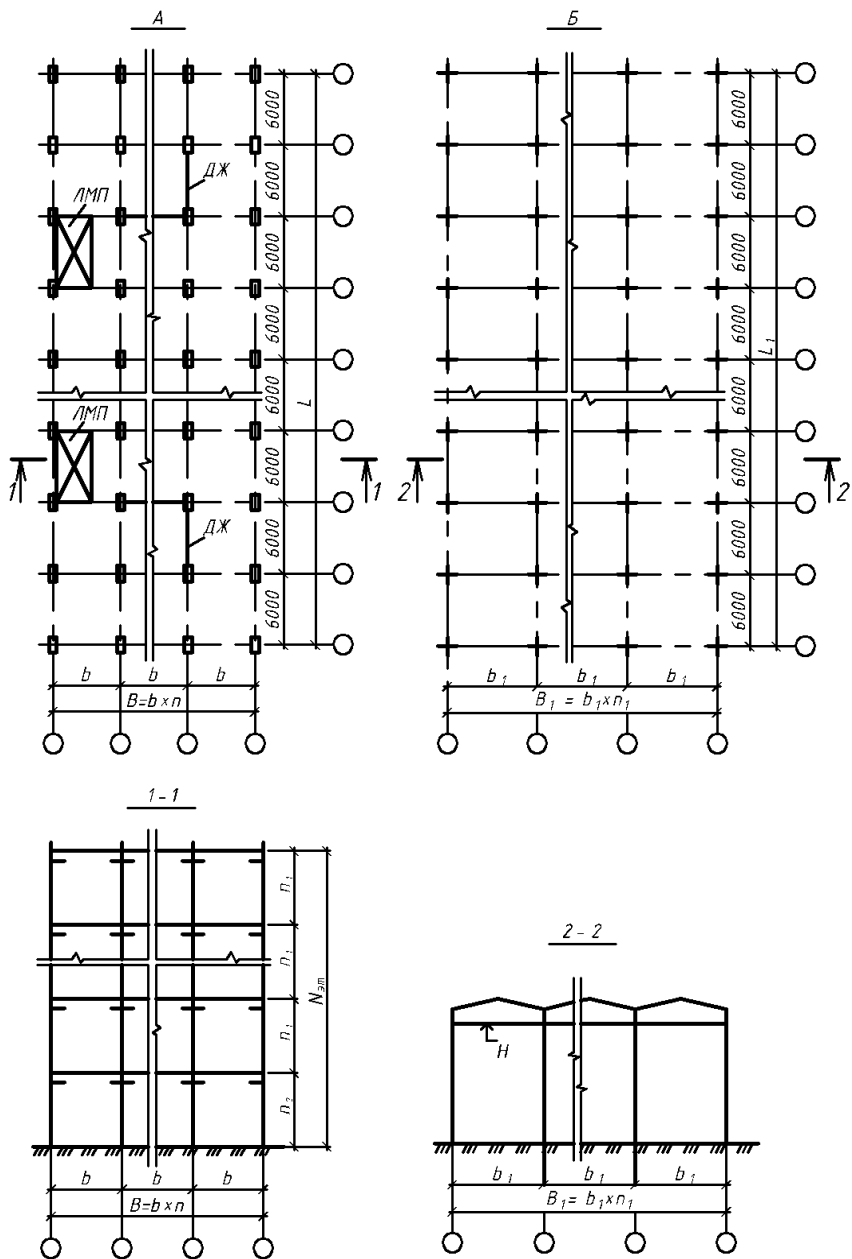


Рисунок А.2 – Пример оформления плана и разреза здания

## Варианты объемно-планировочных схем зданий

Таблица А.1 – Варианты к схеме I

Вариант	Многоэтажная часть						Одноэтажная часть				
	$L$	$b$	$n$	$h_1$	$h_2$	$N_{эт}$	$L_1$	$b_1$	$n_1$	$a$	$H$
1-0	36	6	3	4,2	3,6	11	72	18	1	6	6,0
1-1	36	9	2	4,2	3,3	12	72	24	1	12	7,2
1-2	42	6	3	4,2	3,6	10	66	18	2	6	6,0
1-3	42	9	2	4,2	3,3	10	66	24	1	6	7,2
1-4	48	6	3	4,2	3,6	9	60	30	1	6	6,0
1-5	48	9	2	4,2	3,3	9	60	18	2	12	7,2
1-6	54	6	3	4,2	3,6	8	54	18	2	6	6,0
1-7	54	9	2	4,2	3,3	8	54	30	1	6	7,2
1-8	60	6	3	4,2	3,6	7	48	30	1	12	6,0
1-9	60	9	2	4,2	3,3	7	48	24	2	6	7,2

Таблица А.2 – Варианты к схеме II

Вариант	Многоэтажная часть						Одноэтажная часть				
	$L$	$b$	$n$	$h_1$	$h_2$	$N_{эт}$	$L_1$	$b_1$	$n_1$	$a$	$H$
2-0	36	6	4	4,2	3,3	9	72	18	2	12	7,2
2-1	36	9	3	4,2	3,6	8	72	24	2	6	6,0
2-2	42	6	4	4,2	3,3	7	66	18	3	6	7,2
2-3	42	9	3	4,2	3,6	6	66	24	2	6	6,0
2-4	48	6	4	4,2	3,3	5	60	30	1	12	7,2
2-5	48	9	3	4,2	3,6	6	60	24	2	12	6,0
2-6	54	6	4	4,2	3,3	7	54	30	2	6	7,2
2-7	54	9	3	4,2	3,6	8	54	24	2	6	6,0
2-8	60	6	4	4,2	3,3	9	48	30	2	6	7,2
2-9	60	9	3	4,2	3,6	10	48	18	3	12	6,0

Таблица А.3 – Варианты к схеме III

Вариант	Многоэтажная часть						Одноэтажная часть				
	$L$	$b$	$n$	$h_1$	$h_2$	$N_{\text{эт}}$	$L_1$	$b_1$	$n_1$	$a$	$H$
3-0	36	6	3	4,2	3,6	7	60	30	1	12	6,0
3-1	36	9	3	4,2	3,3	6	60	24	2	12	7,2
3-2	42	9	3	4,2	3,6	5	60	18	2	6	7,2
3-3	42	6	4	4,2	3,3	6	60	30	1	6	7,2
3-4	48	6	4	4,2	3,6	7	54	24	1	6	6,0
3-5	48	9	3	4,2	3,6	5	54	18	2	6	7,2
3-6	54	6	4	4,2	3,6	6	54	30	1	6	6,0
3-7	54	9	3	4,2	3,3	7	36	24	1	12	7,2
3-8	60	9	4	4,2	3,6	5	36	18	2	6	7,2
3-9	60	6	3	4,2	3,3	6	36	18	2	12	6,0

Таблица А.4 – Варианты к схеме IV

Вариант	Многоэтажная часть						Одноэтажная часть				
	$L$	$b$	$n$	$h_1$	$h_2$	$N_{\text{эт}}$	$L_1$	$b_1$	$n_1$	$a$	$H$
4-0	36	6	3	4,2	3,6	6	72	18	2	12	7,2
4-1	36	9	3	4,2	3,3	5	72	30	1	6	6,0
4-2	42	6	3	4,2	3,3	6	72	18	2	6	7,2
4-3	42	9	3	4,2	3,6	5	66	30	1	6	6,0
4-4	48	6	3	4,2	3,6	6	66	18	2	6	7,2
4-5	48	9	3	4,2	3,3	5	66	24	2	6	6,0
4-6	54	6	3	4,2	3,6	6	60	24	2	12	7,2
4-7	54	9	3	4,2	3,3	5	60	30	1	6	6,0
4-8	60	6	3	4,2	3,6	6	60	30	1	12	7,2
4-9	60	9	3	4,2	3,3	5	60	24	2	6	6,0

Таблица А.5 – Варианты к схеме V

Вариант	Многоэтажная часть						Одноэтажная часть				
	$L$	$b$	$n$	$h_1$	$h_2$	$N_{\text{эт}}$	$L_1$	$b_1$	$n_1$	$a$	$H$
5-0	36	6	4	4,2	3,3	10	72	30	2	12	6,0
5-1	36	9	4	4,2	3,6	11	72	30	1	6	7,2
5-2	42	6	3	4,2	3,3	9	66	24	2	6	7,2
5-3	42	9	4	4,2	3,6	8	66	24	3	6	7,2
5-4	48	6	3	4,2	3,3	7	60	24	2	12	6,0
5-5	48	9	4	4,2	3,6	6	60	18	3	6	7,2
5-6	54	6	4	4,2	3,3	5	54	30	2	6	6,0
5-7	54	9	3	4,2	3,6	6	54	24	2	6	7,2
5-8	60	6	3	4,2	3,3	7	48	18	2	6	6,0
5-9	60	9	4	4,2	3,6	8	48	18	3	12	7,2

Таблица А.6 – Варианты к схеме VI

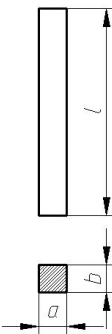
Вариант	Многоэтажная часть						Одноэтажная часть				
	$L$	$b$	$n$	$h_1$	$h_2$	$N_{\text{эт}}$	$L_1$	$b_1$	$n_1$	$a$	$H$
6-0	36	9	2	4,2	3,6	12	72	30	2	12	6,0
6-1	36	6	3	4,2	3,3	11	72	24	3	6	7,2
6-2	42	9	2	4,2	3,6	10	66	18	2	6	6,0
6-3	42	6	3	4,2	3,3	9	66	30	1	6	7,2
6-4	48	9	2	4,2	3,6	8	60	24	1	6	6,0
6-5	48	6	3	4,2	3,6	7	60	18	3	12	7,2
6-6	54	9	2	4,2	3,3	6	54	24	2	6	7,2
6-7	54	6	3	4,2	3,3	7	54	24	1	6	6,0
6-8	60	9	2	4,2	3,6	6	48	18	2	6	6,0
6-9	60	3	3	4,2	3,3	7	48	30	1	12	7,2

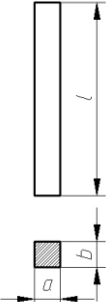
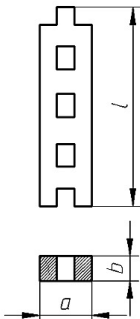
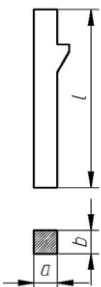
Таблица А.7 – Варианты к схеме VII

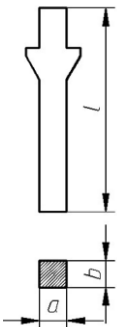
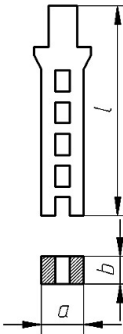
Вариант	Многоэтажная часть						Одноэтажная часть				
	$L$	$b$	$n$	$h_1$	$h_2$	$N_{\text{эт}}$	$L_1$	$b_1$	$n_1$	$a$	$H$
7-0	36	6	4	4,2	3,6	6	72	24	2	6	6,0
7-1	36	9	3	4,2	3,3	7	72	18	2	12	7,2
7-2	42	6	4	4,2	3,6	8	66	30	2	6	7,2
7-3	42	9	3	4,2	3,3	9	66	18	3	6	7,2
7-4	48	6	4	4,2	3,6	8	60	24	3	6	6,0
7-5	48	9	3	4,2	3,3	7	60	30	2	12	6,0
7-6	54	6	4	4,2	3,6	6	54	24	2	6	7,2
7-7	54	9	3	4,2	3,3	5	54	18	2	6	6,0
7-8	60	6	4	4,2	3,6	6	48	24	2	12	6,0
7-9	60	9	3	4,2	3,3	5	48	18	3	6	7,2

ПРИЛОЖЕНИЕ Б  
(справочное)

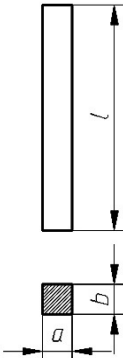
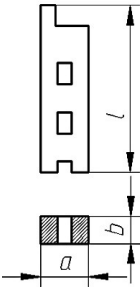
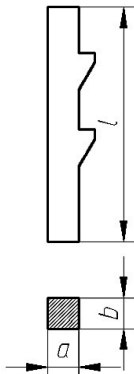
**Основные параметры сборных железобетонных колонн и других изделий**

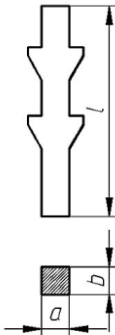
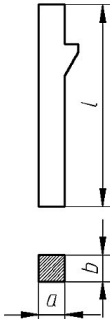
Эскиз конструктивного элемента	Высота помещений, мм	Размер элемента, мм			Основная масса, т
		<i>l</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	
	<b>Колонны бескрановых зданий</b>				
	<i>Крайние, шаг 6 м</i>				
	3600	4500	400	400	1,8
	4200	5100	400	400	2,0
	4800	5700	400	400	2,3
	5400	6300	400	400	2,7
	6000	6900	400	400	2,8
	7200	8100	400	400	3,2
	8400	9300	500	500	5,8
	9600	10500	500	500	5,6
	<i>Крайние, шаг 12 м</i>				
	4800	5700	300	500	3,6
	5400	6300	500	500	3,6
	6000	6900	500	500	4,3
	7200	8100	500	500	5,0
	8400	9300	500	500	5,8
	9600	10500	500	500	6,6
	<i>Средние, шаг 6 м</i>				
	4200	5100	300	500	2,1
	4800	5700	400	400	2,3
	5400	6300	400	400	2,7
	6000	6900	400	400	2,8
	7200	8100	400	400	3,3
	8400				
	9600				
	<i>Средние, шаг 12 м</i>				
	4200	5100	500	500	3,5
	4800	5700	500	500	4,3
	5400	6300	600	500	4,8
	6000	6900	600	500	5,2
	7200	8100	600	500	6,1
	8400	9300	600	500	7,0
	9600	10500	600	500	7,9

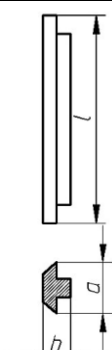
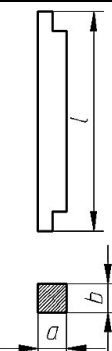
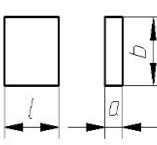
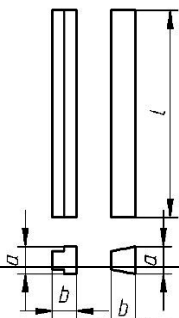
Эскиз конструктивного элемента	Высота помещений, мм	Размер элемента, мм			Основная масса, т
		$l$	$a$	$b$	
	<i>Средние, шаг 12 м, шаг ферм 6 м</i>				
	4800	5000	600	500	3,7
	5400	5600	600	500	4,2
	6000	6200	600	500	4,7
	7200	7400	600	500	5,6
	8400	8600	600	500	6,5
	9600	9800	600	500	7,4
	10800	11800	1000	400	
	12600	15950	1000	500	
	14400	15750	1000	500	
	16200	17750	1300	500	
	18000	19350	1300	500	
	10800	11800	1300	500	10,0
	12600	13950	1300	500	11,7
	14400	15750	1400	500	14,7
	16200	17750	1400	600	19,7
18000	19350	1400	600	21,8	
	<b>Колонны бескрановых зданий</b> <i>Средние, шаг 12 м</i>				
	10800	11800	1300	500	10,0
	12600	13960	1300	500	11,7
	14400	15750	1400	500	14,7
	16200	17750	1400	600	19,7
	18000	19350	1400		
	<i>Средние, шаг 12 м, шаг ферм 6 м</i>				
	10800	11100	1300	500	9,5
	12600	13250	1300	500	11,2
	14400	15050	1400	500	14,2
	16200	16850	1400	600	19,1
	18000	18650	1400	600	21,2
		<b>Колонны крановых зданий</b> <i>Крайние, шаг 6 м</i>			
8400		9400	600	400	5,3
9600		10600	800	400	7,1
10800		11800	800	400	8,0
<i>Крайние, шаг 12 м</i>					
8400		9400	800	500	9,3
9600		10600	800	500	10,4
10800		11800	800	500	11,6

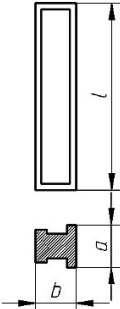
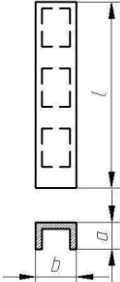
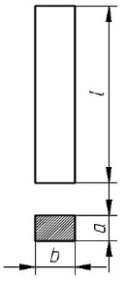
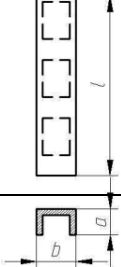
Эскиз конструктивного элемента	Высота помещений, мм	Размер элемента, мм			Основная масса, т
		$l$	$a$	$b$	
	<b>Колонны крановых зданий</b>				
	<i>Средние, шаг 6 м</i>				
	8400	9400	600	400	7,0
	9600	10600	800	400	9,2
	10800	11800	600	400	10,1
	<i>Средние, шаг 12 м</i>				
	8400	9400	800	500	10,7
	6600	10600	800	500	11,8
	10800	11800	800	500	13,0
	<i>Средние, шаг 12 м, шаг ферм 6 м</i>				
	8400	9700	800	500	10,1
	9600	9900	800	500	11,2
	10800	11100	800	500	12,4
	<i>Крайние, шаг 6 м</i>				
	10800	11800	1000	400	5,7
	12600	13960	1000	500	8,5
	14400	15750	1000	500	9,7
	16200	17550	1300	500	14,8
	18000	19350	1300	500	16,3
	<i>Крайние, шаг 12 м</i>				
	10800	11800	1300	500	10,0
12600	13950	1300	500	11,7	
14400	15750	1300	500	14,7	
16200	17550	1300	500	19,7	
18000	19350	1300	500	21,8	
	<b>Колонны крановых зданий</b>				
	<i>Средние, шаг 12 м</i>				
	10800	11800	1400	500	11,7
	12600	13950	1400	500	13,7
	14400	15750	1400	500	15,5
	16200	17750	1400	500	17,4
	18000	19350	1400	500	26,8
	<i>Средние, шаг 12 м, шаг ферм 6 м</i>				
	10800	11100	1400	500	11,2
	12600	13250	1300	500	13,2
	14400	15050	1400	500	11,5
	16200	16850	1900	600	23,3

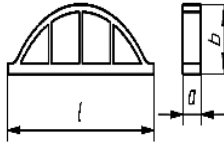
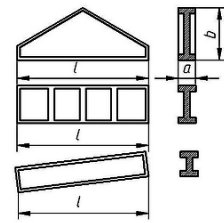
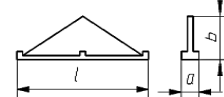

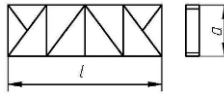


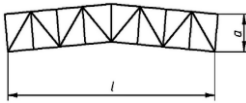
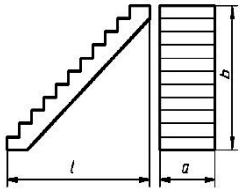
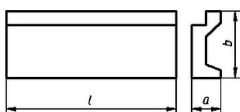
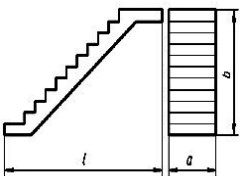
	18000	18650	1900	600	25,5
Эскиз конструктивного элемента	Высота помещений, мм	Размер элемента, мм			Основная масса, т
		$l$	$a$	$b$	
	<b>Колонны фахверковые прямоугольного сечения</b>				
	3648	5700	400	400	2,4
	6000	6900	400	400	2,9
	7200	8100	400	400	3,1
	8400	9300	500	500	6,2
	9600	10500	500	500	7,0
	10800	11700	600	500	7,4
12600	13500	600	400	8,5	
	<b>Колонны фахверковые двухветвевое сечения</b>				
	14400	5250	100	500	9,9
	16200	1050	1300	500	14,7
	18000	8850	1300	300	16,4
	<b>Колонны двухэтажной разрезки</b>				
	<i>Крайние, нижних этажей</i>				
	36; 38	8830	400	400	5,88
	43; 48	11230	400	400	1,8
	60; 48	12430	600	400	7,3
	60; 60	13630	600	400	8,1
	72; 60	14830	600	400	8,8
	<i>Крайние, последующих этажей</i>				
	36; 38	7180	400	400	3,15
	48; 48	9580	400	400	4,2
	<i>Крайние, верхних этажей</i>				
	36; 38	6120	400	400	2,8

	48; 48	8520	400	400	3,6
Эскиз конструктивного элемента	Высота помещений, мм	Размер элемента, мм			Основная масса, т
		<i>l</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	
	<i>Средние, нижних этажей</i>				
	36; 38	8830	600	400	5,05
	48; 48	11230	600	400	6,9
	60; 48	12430	600	400	7,6
	50; 60	13630	600	400	7,7
	72; 60	14830	600	400	9,1
	<i>Средние, последующих этажей</i>				
	36; 38	7180	400	400	3,48
	48; 48	9580	400	400	4,5
	<i>Средние, верхних этажей</i>				
	36; 38	6120	400	400	3,1
	48; 48	8526	400	400	4,1
	<b>Колонны одноэтажной разрезки</b> <i>Крайние, верхних этажей</i>				
	3600	2920	400	400	1,2
	4800	3720	400	400	1,7
	6000	4920	400	400	2,1
	7200	6760	400	400	2,5
	10800	10300	400	400	5,6
	<i>Крайние, последующих этажей</i>				
	6000	5980	400	400	2,5
	<i>Средние, верхних этажей</i>				
	3600	2520	400	400	13
4800	3720	400	400	18	
6000	4920	400	400		
<i>Средние, последующих этажей</i>					
6000	5980	400	400	2,7	
6000	4920	400	400	2,1	
7200	6760	400	400	2,5	
10800	10300	400	400	5,6	
<i>Крайние, последующих этажей</i>					

	6000	5980	400	400	2,5
Эскиз конструктивного элемента	Высота помещений, мм	Размер элемента, мм			Основная масса, т
		<i>l</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	
	<b>Ригели с полками</b>				
	Ячейка 6х6 м	4980	650	800	4,0
		5280	650	800	4,2
		5480	650	800	4,4
	Ячейка 9х6 м	7980	650	800	6,5
		8280	650	800	6,7
8480		650	800	6,9	
	<b>Ригели прямоугольного сечения</b>				
	Ячейка 6х6 м	4980	300	800	2,9
		5300	300	800	3,1
		5480	300	800	3,2
	Ячейка 9х6 м	7980	300	800	4,67
		8280	300	800	4,85
8480		300	800	4,98	
	<b>Стеновые блоки для вставок</b>				
		460	240	1185	0,16
		460	240	1785	0,26
		960	240	1185	0,34
		960	240	1785	0,51
	<b>Блоки фундаментные</b>				
		4950	300	400	1,2
		4450	300	400	1,0
		10700	300	400	2,9

		10200	400	400	2,8
Эскиз конструктивного элемента	Высота помещений, мм	Размер элемента, мм			Основная масса, т
		<i>l</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	
	<b>Балки подкрановые</b>				
	Кран 10 т	5950	550	800	2,9
	Краны 20 т, 30 т	5960	600	1000	4,2
		11950	650	1400	10,7
	<b>Плиты покрытия</b>				
		5960	300	2980	2,3
		5960	300	1480	1,4
		11960	450	2980	7,0
		11960	450	1480	4,9
	<b>Панели стеновые</b> <i>Из ячеистых бетонов</i>				
	Для сетки колонн бхб м	5980	240	1185	1,5
		5980	240	1785	2,2
		2980	240	1785	0,75
		2980	240	1785	1,1
		1480	240	1785	0,4
		1480	240	1785	0,55
	<i>Из железобетона</i>				
	Для сетки колонн 12х12 м	11970	300	1185	2,8
		11970	300	1785	4,2

		11970	300	885	2,1
Эскиз конструктивного элемента	Высота помещений, мм	Размер элемента, мм			Основная масса, т
		$l$	$a$	$b$	
	<b>Стропильные фермы железобетонные для скатных кровель</b>				
	Шаг 6 м	11960	250	2435	7,8
		23960	250	2935	11,2
		29960	300	3435	16,7
	Шаг 12 м	17950	300	2435	9,4
		23960	350	2935	18,6
		29960	350	3435	25,7
	<b>Балки покрытия</b>				
		11960	210	1290	4,1
		17960	400	1540	9,1
		11960	340	1190	4,7
		17960	360	1490	10,5
		11960	400	790	5,5
	<b>Подстропильные балки</b>				
		11960	700	1485	12,0
	<b>Подстропильные фермы</b>				
		11960	2225		11,0
		11960	3470		9,0
	<b>Стропильные фермы Металлические для плоских кровель</b>				
		12000	2270		1,29
		18000	1550		1,23
		24000	2550		1,86

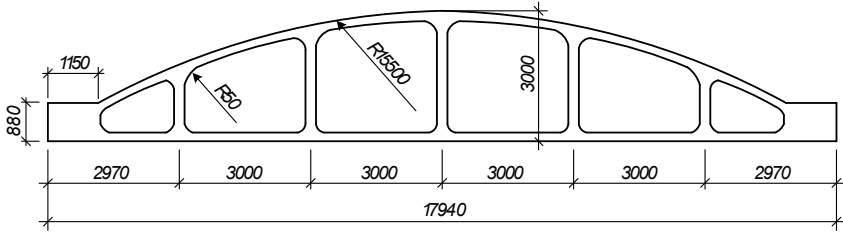
		30000	3750		2,13
		36000	3750		4,25
Эскиз конструктивного элемента	Высота помещений, мм	Размер элемента, мм			Основная масса, т
		$l$	$a$	$b$	
	<i>Металлические скатных кровель</i>				
		18000	3000		1,26
		24000	3860		1,7
		30000	4730		2,3
		36000	5590		3,21
	<b>Лестничные марши</b>				
		5800	1150	1800	4,4
		3760	1350	1800	2,32
		3160	1350	1500	1,945
	<b>Лестничные площадки</b>				
		3000	250	1540	1,10
	<b>Лестничные марши с полуплощадками</b>				
		18000	3000		1,26

ПРИЛОЖЕНИЕ В  
(справочное)

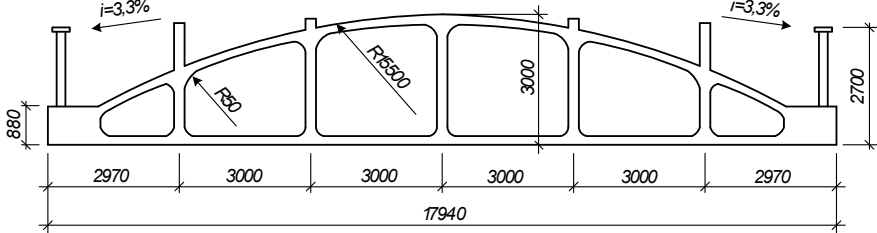
Железобетонные фермы и балки

Железобетонные безраскосные фермы для плоских и скатных кровель  
пролетом 18 м

Вариант при скатных кровлях (ФБ)

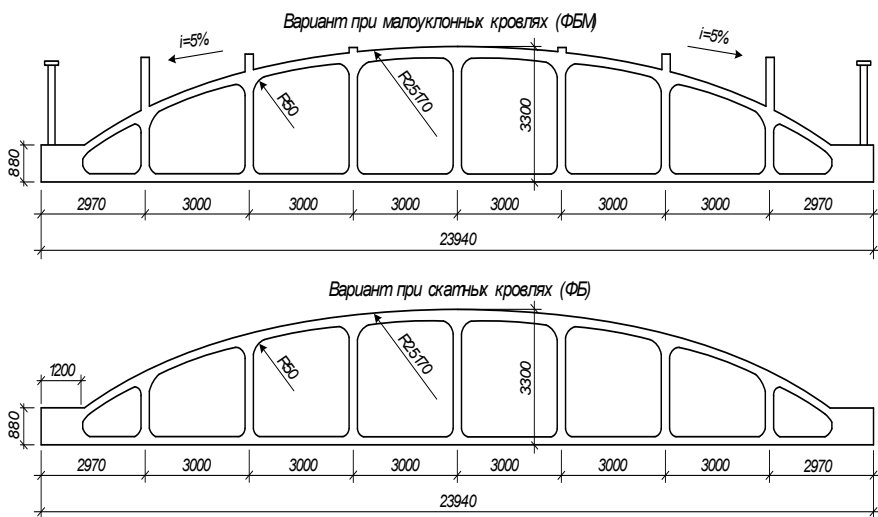


Вариант при малоуклонных кровлях (ФБМ)



Марка фермы	Марка бетона	Расход бетона, м <sup>3</sup>	Вес, т
ФБМ18I-IB	400	2,75	6,9
ФБМ18II-4II	400	3,25	8,1
ФБМ18III-7II	400	3,9	9,8
ФБМ18IV-9II	400	4,4	11,0
ФБ18I-IB	400	2,6	6,5
ФБ18II-4II	400	3,1	7,7
ФБ18III-7II	400	3,7	9,2
ФБ18IV-9II	400	4,2	10,5

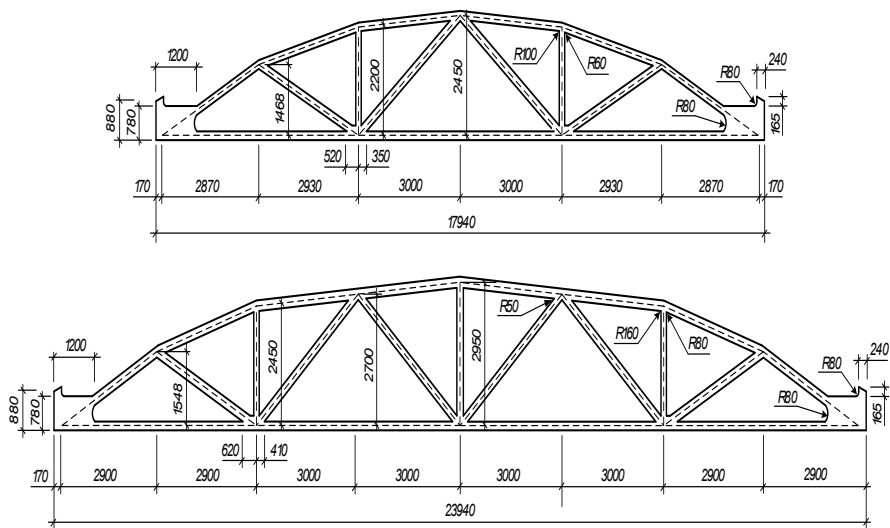
## Железобетонные безраскосные фермы для плоских и скатных кровель пролетом 24 м



Марка фермы	Марка бетона	Расход бетона, м <sup>3</sup>	Вес, т
ФБМ24I-III	400	3,9	9,8
ФБМ24II-3II	400	4,4	11,0
ФБМ24III-5II	400	4,9	12,2
ФБМ24IV-8II	400	6,6	15,0
ФБМ24V-III	400	7,6	19,0
ФБ24I-III	400	3,7	9,2
ФБ24II-3II	400	4,2	10,5
ФБ24III-5II	400	4,7	11,7
ФБ24IV-8II	400	5,7	14,2
ФБ24V-III	400	7,3	18,2

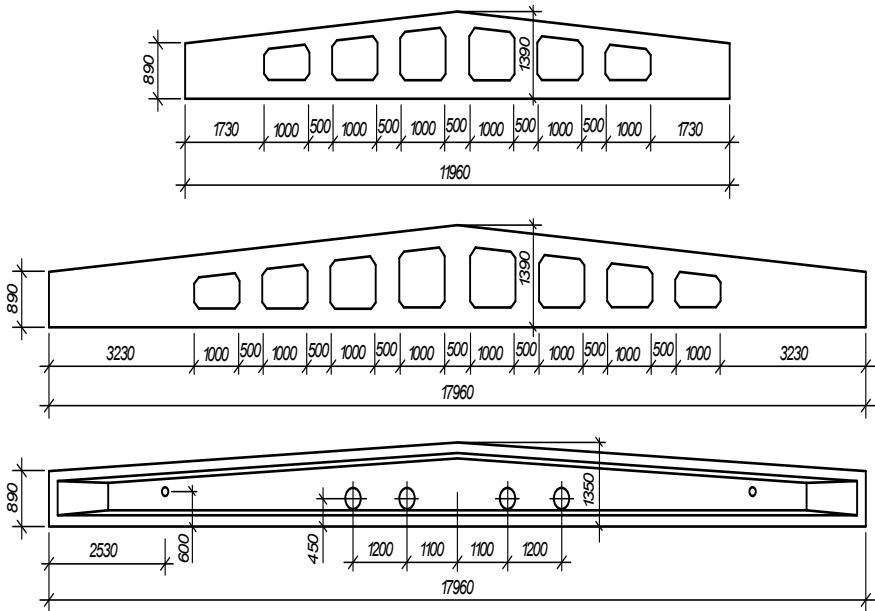


**Железобетонные сегментные раскосные фермы для скатных кровель  
пролетом 18 и 24 м**



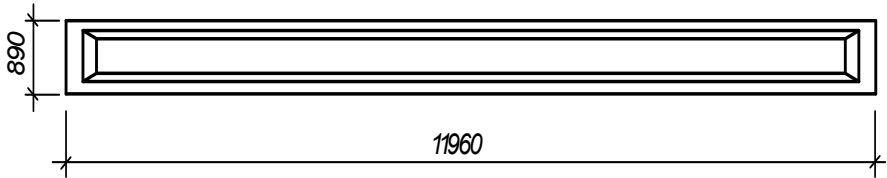
Марка фермы	Марка бетона	Расход бетона, м <sup>3</sup>	Вес, т
1ФС18-1АШВ-Н	400	1,8	4,5
2ФС18-4АШВ-Н	400	2,42	6,0
3ФС18-5АШВ-Н	400	3,11	7,8
4ФС18-8АШВ-Н	400	1,8	7,8
1ФС18-1АШВ-а	400	2,42	4,5
1ФС24-4АШВ-Н	700	3,68	9,2
2ФС24-6АШВ-Н	700	4,47	11,2
3ФС24-9АШВ-Н	700	5,94	14,9
4ФС24-12АШВ-Н	700	7,42	18,6
1ФС24-2АШВ-а	700	3,68	9,2

## Стропильные балки пролетом 12 и 18 м



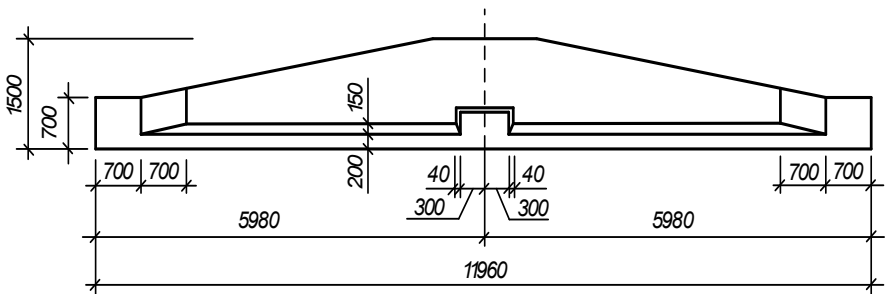
Марка фермы	Марка бетона	Расход бетона, м <sup>3</sup>	Вес, т
1БДР12-1К7Т	300	1,86	4,7
2БДР12-5К7Т	400	2,0	5,0
1БДР18-1К7Т	350	3,46	8,4
2БДР18-3К7Т	400	4,15	10,4
3БДР18-4К7Т	400	4,84	12,1

**Железобетонная балка с параллельными поясами пролетом 12 м  
для покрытий с плоской и скатной кровлей**



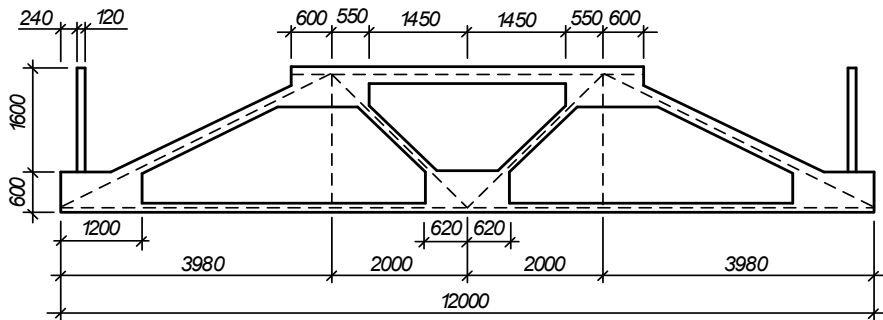
Марка балки	Марка бетона	Расход бетона, м <sup>3</sup>	Вес, т
1БСП12-1ВрII	300	1,8	4,5
2БСП12-3ВрII	500	2,8	5,0

**Подстропильная балка для скатной и плоской кровли**



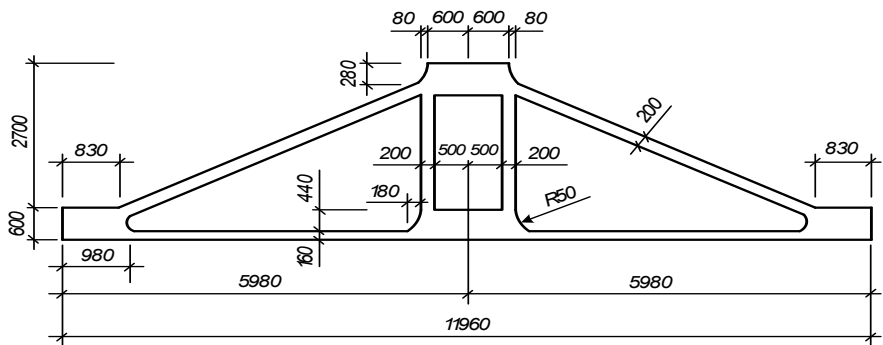
Марка балки	Марка бетона	Расход бетона, м <sup>3</sup>	Вес, т
БПС-1	400	4,8	12,0
БПС-2	400	4,8	12,0

### Подстропильная ферма для скатной кровли



Марка фермы	Марка бетона	Расход бетона, м <sup>3</sup>	Вес, т
1ФПС12-ІАШВ	450	4,5	11,3
2ФПС12-ІАШВ	450	4,4	11,0

### Подстропильная ферма для малоуклонной кровли

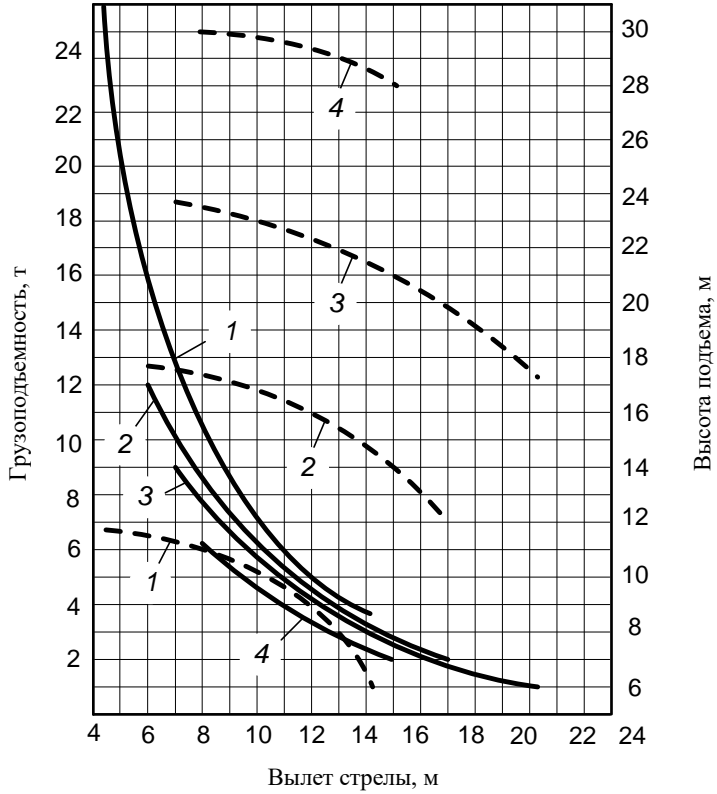


Марка фермы	Марка бетона	Расход бетона, м <sup>3</sup>	Вес, т
ФПМ12-ІАШВ	300	3,75	9,4

ПРИЛОЖЕНИЕ Г  
(справочное)

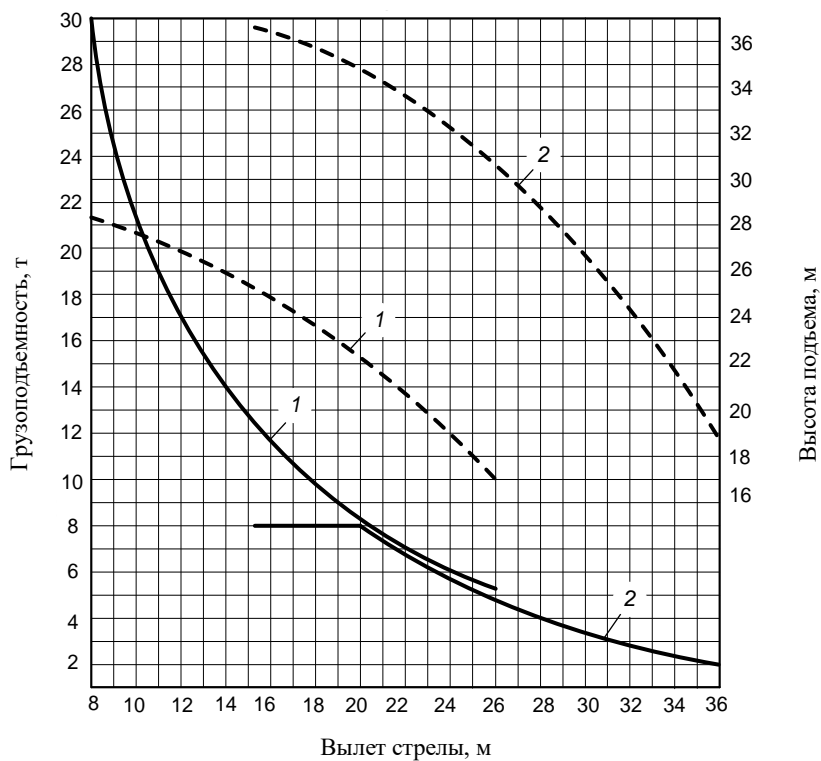
Грузовые характеристики самоходных стреловых кранов

Грузовые характеристики ДЭК-25



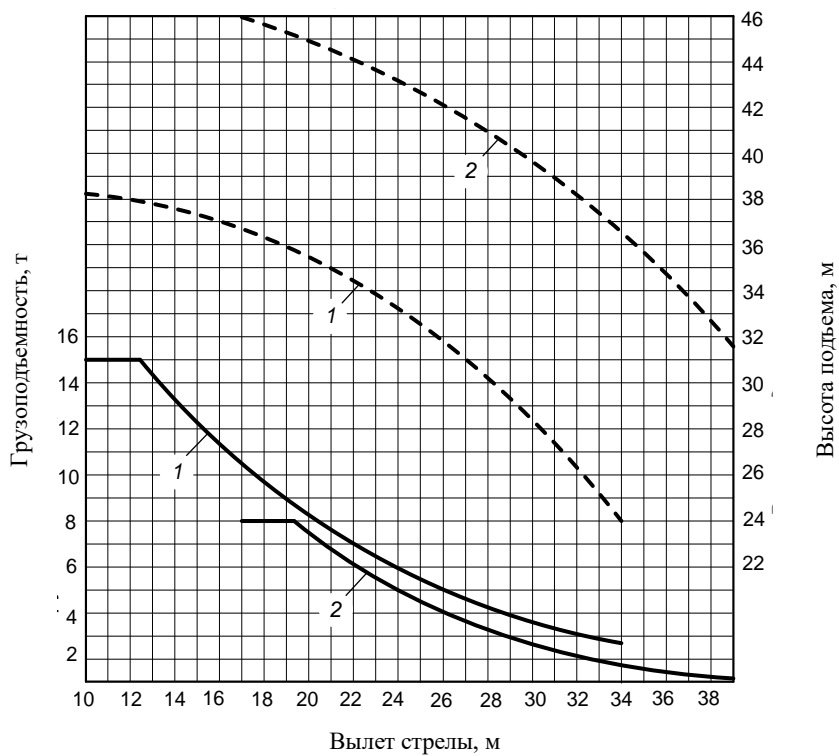
1, 2, 3, 4 – основной крюк на стреле длиной соответственно 14, 20, 26 и 32 м

### Грузовые характеристики ДЭК-50 Стрела 30 м



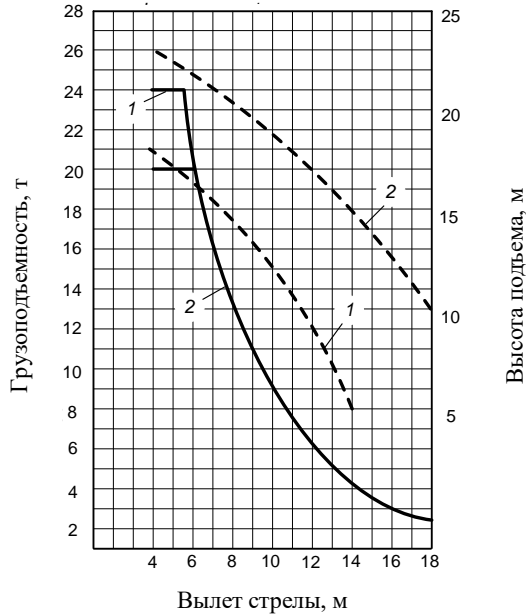
- 1 – основной крюк на стреле длиной 30 м  
2 – вспомогательный крюк на гуське длиной 10 м

## Грузовые характеристики ДЭК-50 Стрела 40 м

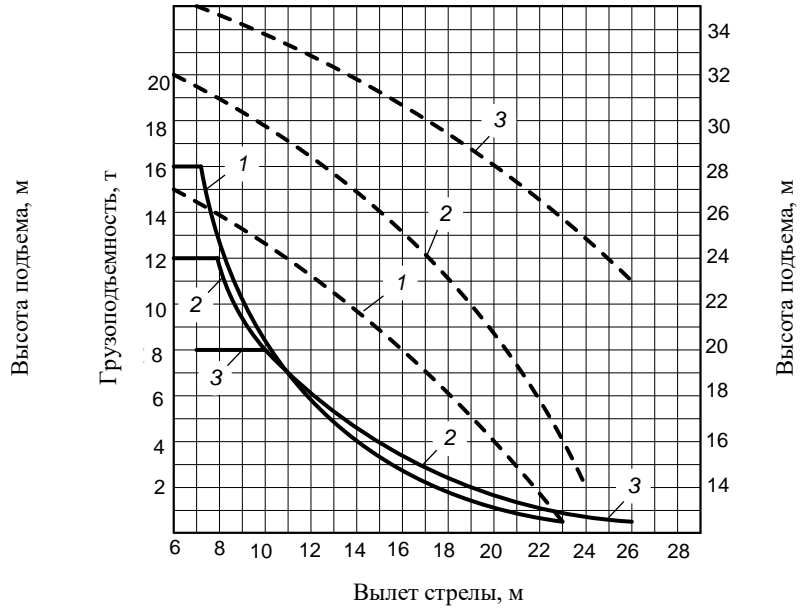


- 1 – основной крюк на стреле длиной 40 м  
 2 – вспомогательный крюк на гуське длиной 10 м

### Грузовые характеристики крана на спецшасси «КАТО»



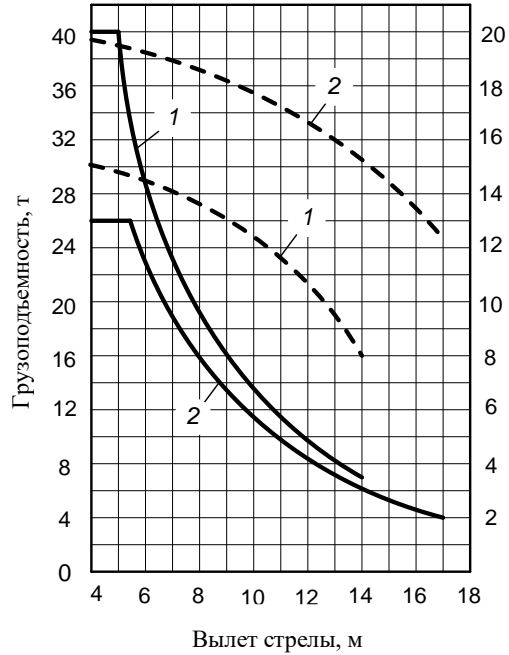
- 1 – основной подъем на стреле длиной 16,5 м
- 2 – основной подъем на стреле длиной 22 м



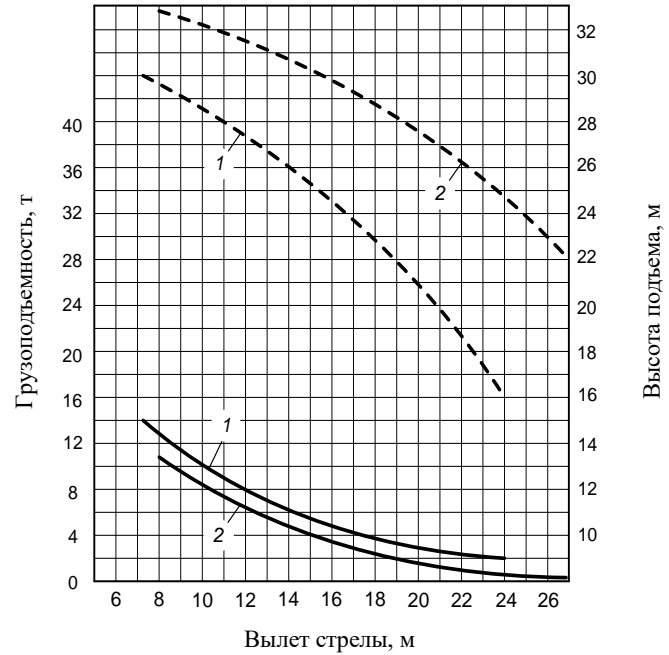
- 1 – основной подъем на стреле длиной 27 м
- 2 – основной подъем на стреле длиной 31 м
- 3 – основной подъем на стреле длиной 35 м



### Грузовые характеристики КС-6362

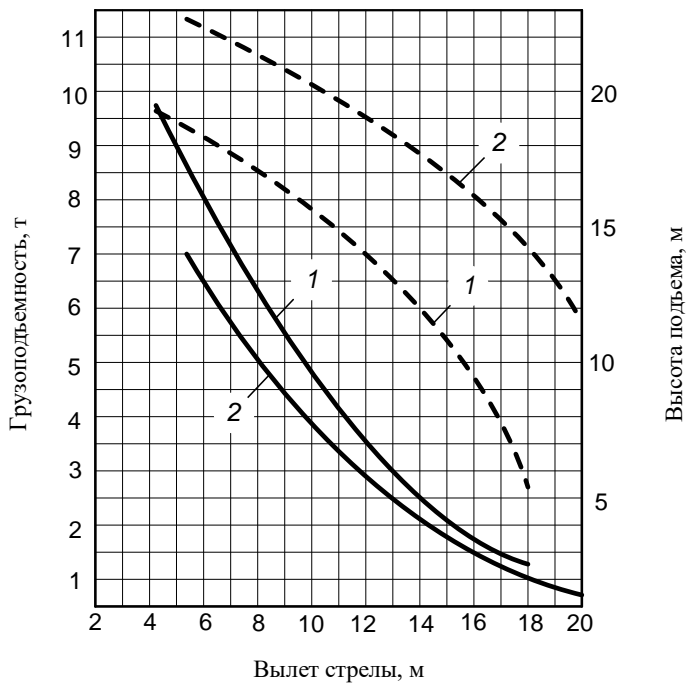


1 – основной подъем на стреле длиной 15 м  
2 – основной подъем на стреле длиной 20 м



1 – основной подъем на стреле длиной 25 м  
2 – основной подъем на стреле длиной 30 м

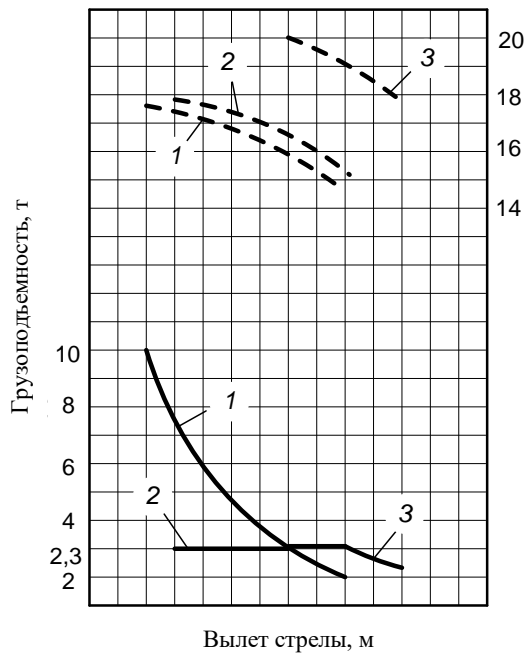
### Грузовые характеристики КС-5473



1 – основной подъем на стреле длиной 20 м  
2 – основной подъем на стреле длиной 24 м

### Грузовые характеристики МГК-16

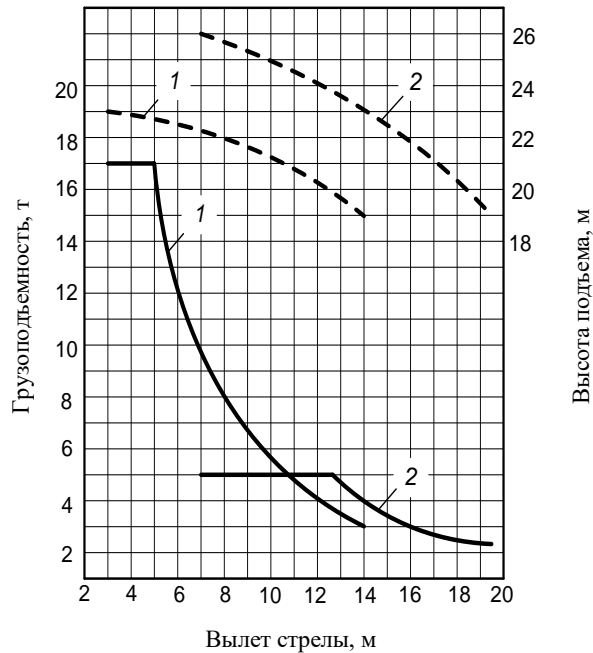
Стрела длиной 18,5 м



- 1 – основной крюк
- 2 – вспомогательный крюк
- 3 – гусек со вспомогательным крюком

### Грузовые характеристики МГК-25БР

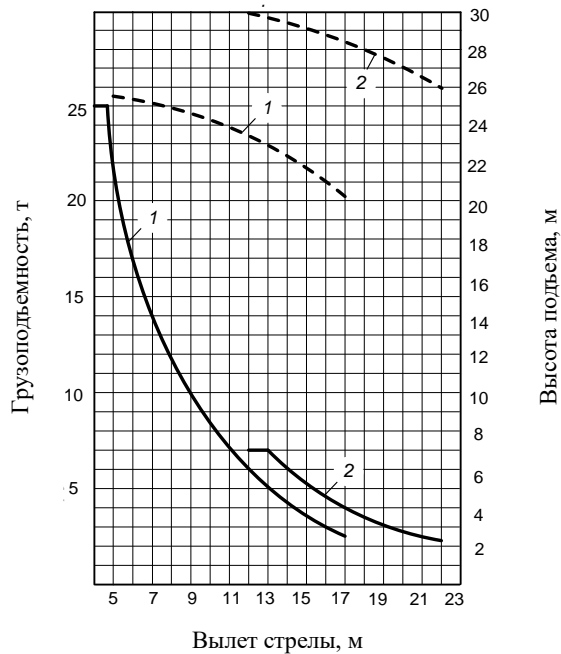
Стрела длиной 23,5 м с гуськом



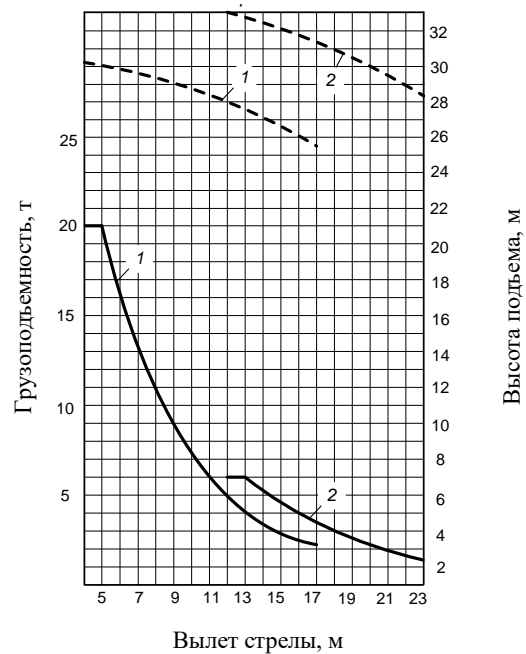
- 1 – основной подъем
- 2 – вспомогательный подъем

## Грузовые характеристики МКТ-40

Стрела длиной 25 м



Стрела длиной 30 м

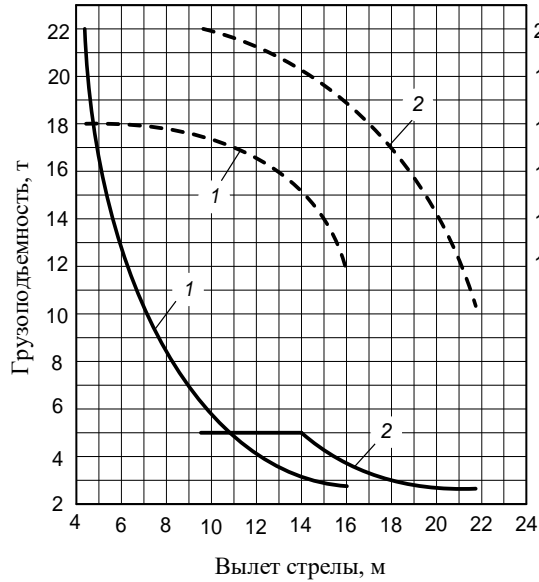


1 – основной подъем

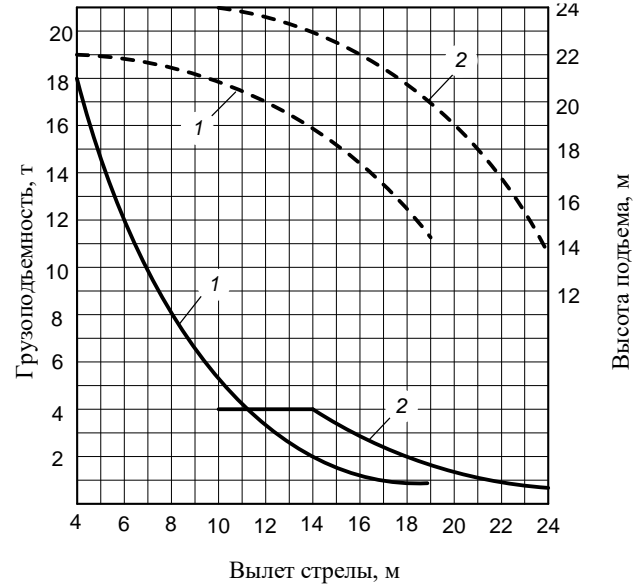
2 – вспомогательный подъем на гуське 6 м

## Грузовые характеристики РДК-25

Стрела длиной 17,5 м с гуськом 5 м



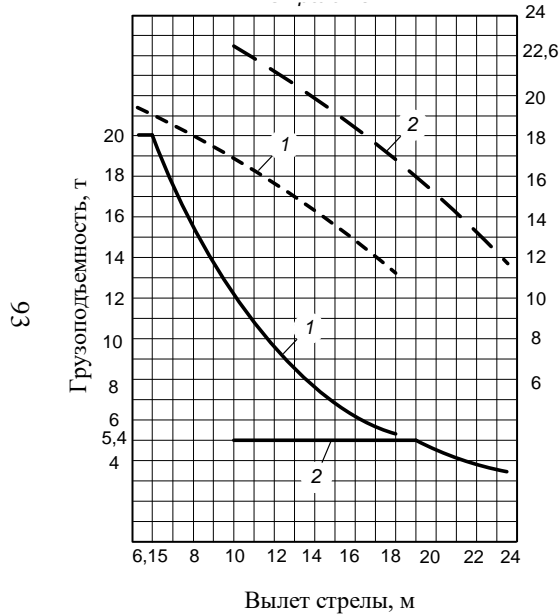
Стрела длиной 22,5 м с гуськом 5 м



- 1 – основной крюк  
2 – вспомогательный крюк

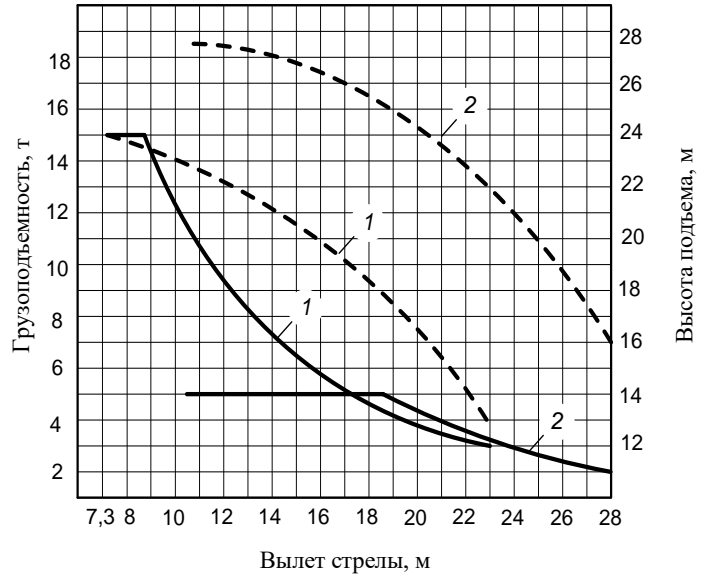
## Грузовые характеристики СКГ-30

Стрела 20 м



- 1 – основной крюк на стреле длиной 20 м  
 2 – вспомогательный крюк на гуське длиной 5 м

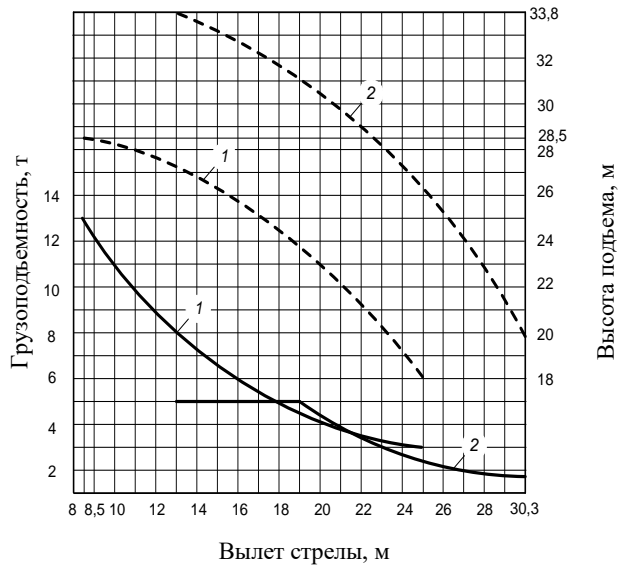
Стрела 25 м



- 1 – основной крюк на стреле длиной 25 м  
 2 – вспомогательный крюк на гуське длиной 5 м

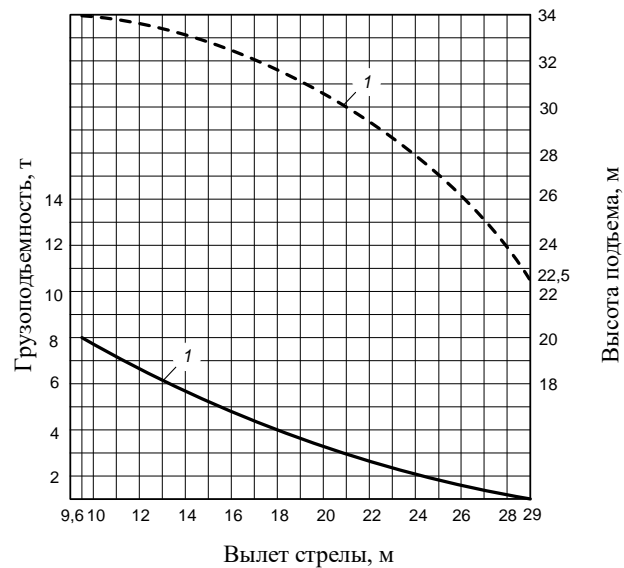
## Грузовые характеристики СКГ-30

Стрела 30 м



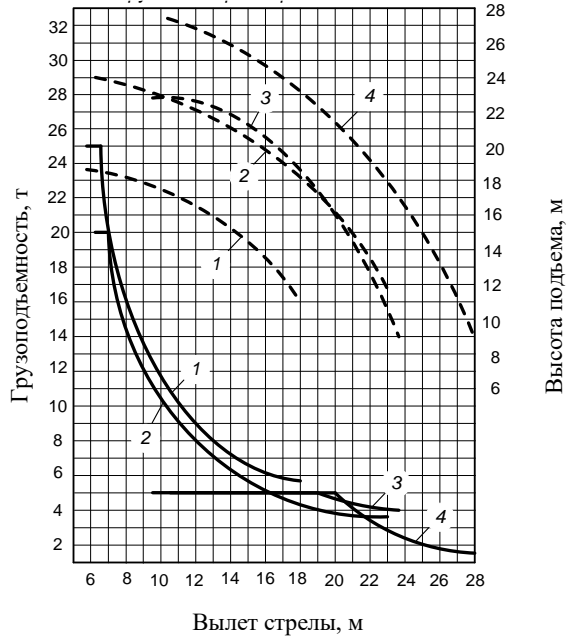
- 1 – основной крюк на стреле длиной 30 м  
2 – вспомогательный крюк на гуське длиной 5 м

Стрела 35 м

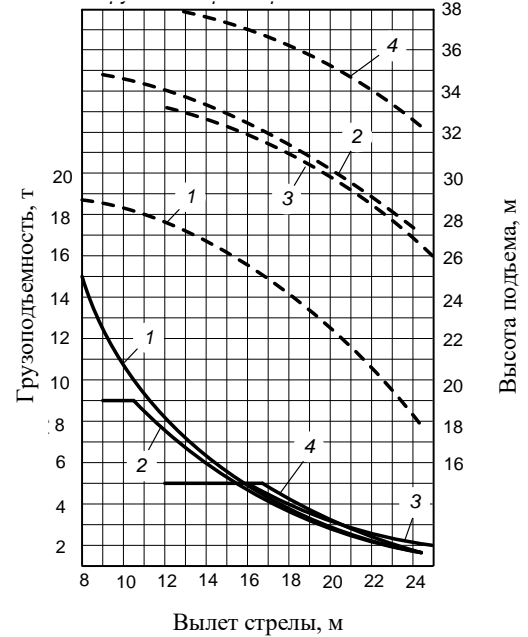


- 1 – основной крюк на стреле длиной 35 м

### Грузовые характеристики СКГ-40



- 1, 2 – основной крюк на стреле длиной соответственно 20, 25 м  
 3, 4 – вспомогательный крюк на гуське длиной 5 м на стреле длиной соответственно 20, 25 м

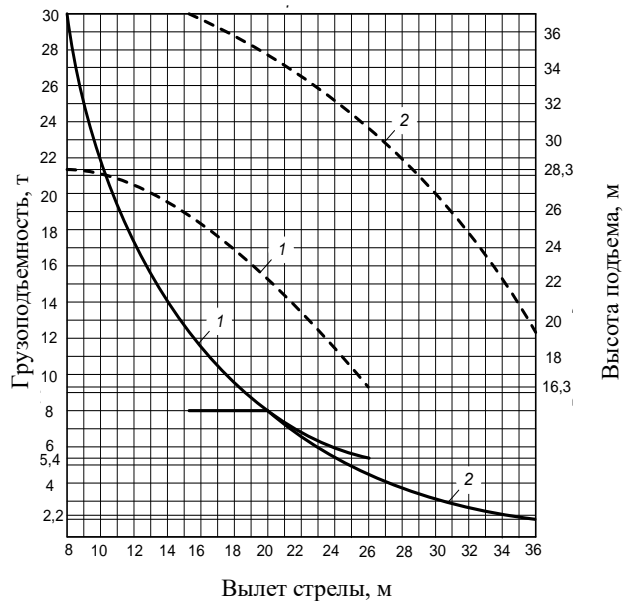


- 1, 2 – основной крюк на стреле длиной соответственно 30, 35 м  
 3, 4 – вспомогательный крюк на гуське длиной 5 м на стреле длиной соответственно 30, 35 м



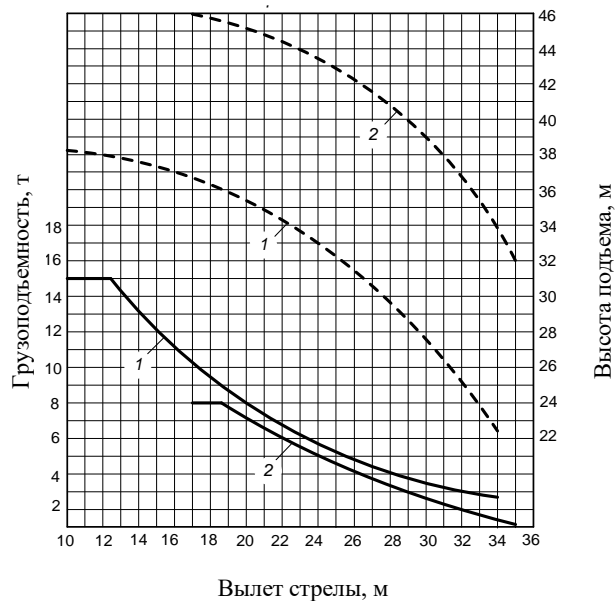
## Грузовые характеристики СКГ-50

Стрела 30 м



- 1 – основной крюк на стреле длиной 30 м  
2 – вспомогательный крюк на гуське длиной 10 м

Стрела 40 м

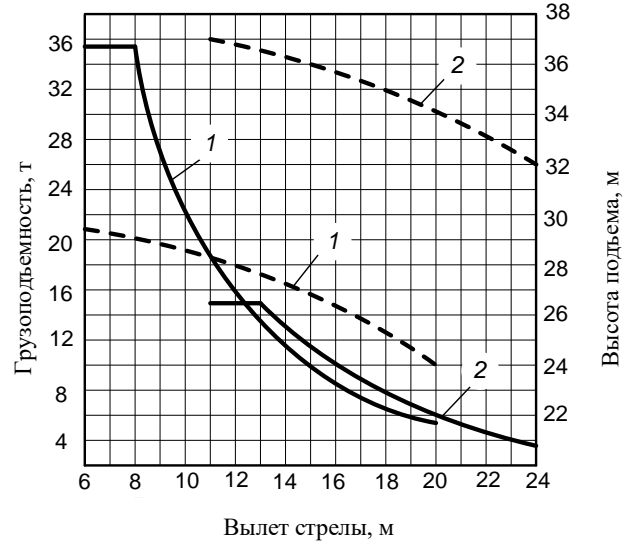
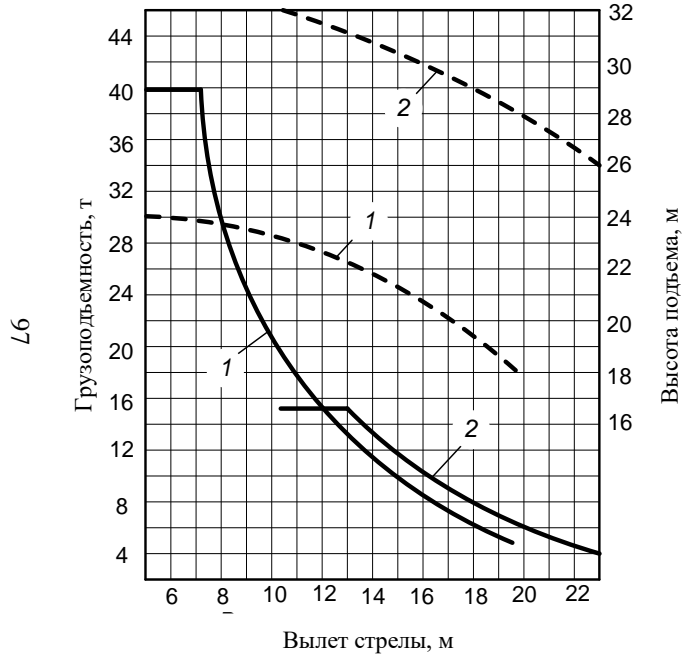


- 1 – основной крюк на стреле длиной 40 м  
2 – вспомогательный крюк на гуське длиной 10 м

## Грузовые характеристики СКГ-63

Стрела 25 м

Стрела 30 м

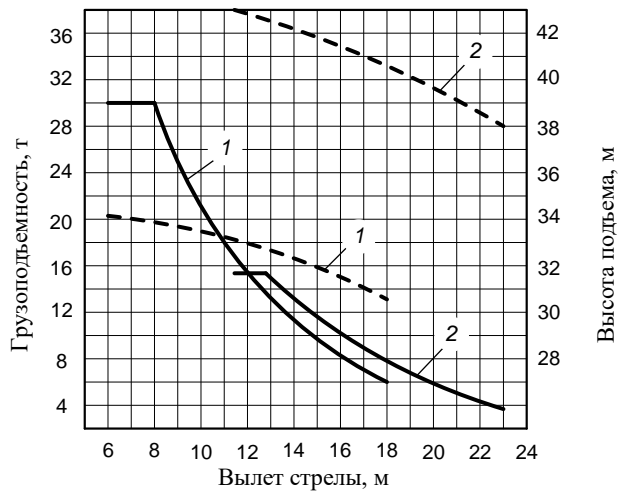


- 1 – основной крюк на стреле длиной 25 м  
 2 – вспомогательный крюк на гуське длиной 10 м

- 1 – основной крюк на стреле длиной 30 м  
 2 – вспомогательный крюк на гуське длиной 10 м

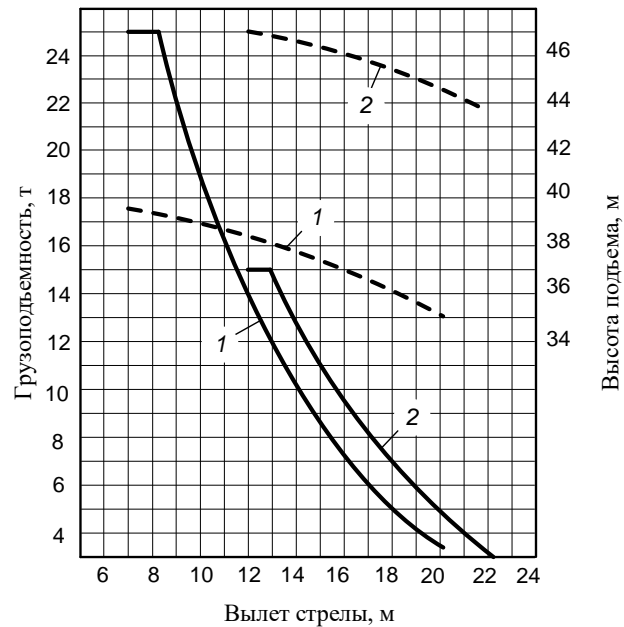
## Грузовые характеристики СКГ-63

Стрела 35 м



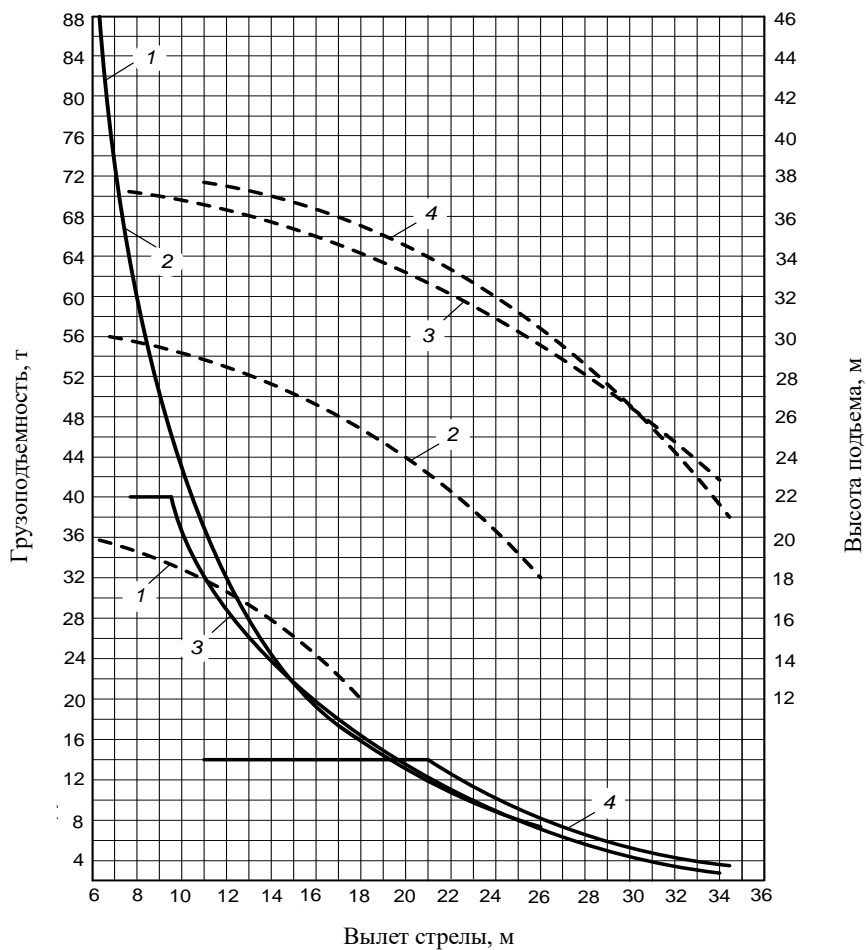
- 1 – основной крюк на стреле длиной 35 м  
2 – вспомогательный крюк на гуське длиной 10 м

Стрела 40 м



- 1 – основной крюк на стреле длиной 40 м  
2 – вспомогательный крюк на гуське длиной 10 м

## Грузовые характеристики СКГ-100

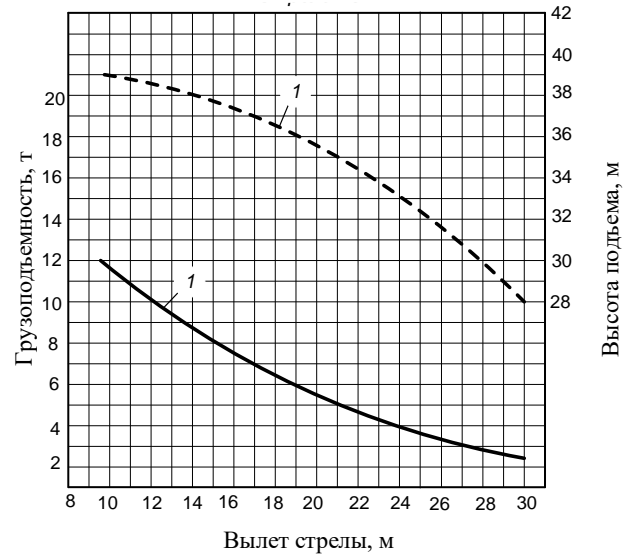
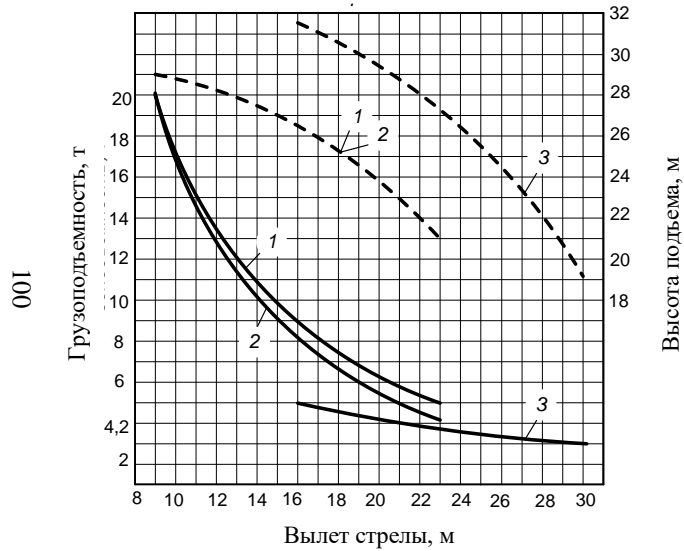


1, 2, 3 – основной крюк на стреле длиной соответственно 20, 30 и 40 м  
 4 – вспомогательный крюк с гуськом длиной 10 м на стреле 30 м

## Грузовые характеристики Э-2508

Стрела 30 м

Стрела 40 м



- 1 – основной крюк на стреле без гуська
- 2 – основной крюк на стреле с гуськом длиной 7,5 м
- 3 – вспомогательный крюк на гуське длиной 7,5 м

- 1 – основной крюк на стреле без гуська



*ПРИЛОЖЕНИЕ Е*  
*(справочное)*

**Среднестатистические расчетные данные среднемесячной температуры  
зимнего периода работ**

Город и соответствующая область Беларуси	Расчетная среднемесячная температура наружного воздуха, °С, по месяцам				
	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март
Брест	-6	-12	-13	-13	-9
Витебск	-8	-14	-18	-17	-13
Гродно	-6	-11	-12	-12	-8
Гомель	-6	-12	-15	-14	-9
Минск	-7	-13	-17	-16	-12
Могилев	-7	-13	-16	-15	-11

**ПРИЛОЖЕНИЕ Ж**  
(справочное)

**Относительная прочность бетона при изотермическом прогреве**

Бетон	Время прогрева а, ч	Прочность бетона, %, от проектной при температуре изотермического прогрева, °С				
		40	50	60	70	80
Класс В15 – В22,5 (М200 – М300) на ПЦ М400	8	18	30	38	50	60
	16	33	44	55	66	75
	24	45	55	65	74	80
	48	68	75	80	–	–
	72	77	85	89	–	–
Класс В30 (М400) на Г1Ц М500, Класс В40 (М500) на ПЦ М600	8	25	35	45	60	70
	16	48	55	60	70	80
	24	55	65	70	80	–
	48	75	85	90	–	–
	72	85	92	98	–	–
Класс В15 – В22,5 (М200 – М300) на ШПЦ М400	8	16	20	30	40	50
	16	30	35	50	60	70
	24	40	50	65	74	83
	48	60	75	90	100	–
	72	70	90	–	–	–
<i>Примечания</i>						
1 Промежуточные значения определяют интерполяцией.						
2 В случае применения ускорителей твердения бетона (хлорид кальция, нитрат кальция, нитрит-нитрат кальция, сульфат кальция и др.) нарастание прочности бетона принимают с поправочным коэффициентом.						

Время прогрева бетона, ч	Значения поправочного коэффициента для температуры прогрева, °С				
	40	50	60	70	80
До 24	1,8	1,6	1,4	1,35	1,3
48	1,5	1,4	1,3	–	–
<i>Примечание</i> – Не рекомендуется прогрев бетона с добавками – ускорителями твердения более 24 ч.					



**ПРИЛОЖЕНИЕ И**  
(справочное)

**Относительная прочность бетона в зависимости от сроков  
и температуры твердения**

Бетон	Возраст, сут	Прочность бетона, % от проектной, для средней температуры при его твердении, °С					
		0	5	10	20	30	40
Класс В15–В22.5 (М200–М300) на ПЦ М400	1	5	9	12	23	35	45
	2	12	19	25	40	55	65
	3	18	27	37	50	65	77
	5	28	38	50	65	80	90
	7	35	48	58	75	90	100
	14	50	62	72	90	100	–
	28	65	77	85	100	–	–
Класс В30 (М400) на ПЦ М500	1	8	12	18	28	40	55
	2	16	22	32	50	63	75
	3	22	32	45	60	74	85
	5	32	45	58	74	85	96
	7	40	55	66	82	92	100
	14	57	70	80	92	100	–
	28	70	80	90	100	–	–
Класс В40 (М500) на ПЦ М600	1	8	13	21	32	45	59
	2	17	25	36	52	65	75
	3	23	35	45	62	75	85
	5	34	47	58	75	83	90
	7	42	57	68	85	90	100
	14	58	73	82	95	100	–
	28	71	83	92	100	–	–

ПРИЛОЖЕНИЕ К  
(справочное)

**Относительная прочность бетона с противоморозными добавками  
при твердении при отрицательных температурах**

Добавки	Расчетная температура твердения бетона, °С	Количество безводной добавки, % от массы цемента	Прочность бетона, % от проектной, при твердении на морозе в течение суток			
			7	14	28	90
Нитрит натрия НН, (ГОСТ 19906)	0...-5	4...6	30	50	70	90
	-6...-10	6...8	20	35	55	70
	-11...-15	8...10	10	25	35	50
Нитрат кальция НК + мочевина М (ГОСТ 2081) в соотношении 1:1 Соединение НКМ Нитрит-нитрат кальция ННК + мочевина М в соотношении 3:1	0... -5	3...15	30	50	70	90
	-6... -10	6...9	20	35	50	70
	-11... -15	7...10	15	25	35	60
	-16... -20	9.12	10	20	30	50
Хлористый кальций ХК (ГОСТ 450) + хлористый натрий ХН (ГОСТ 13830)	0...-5	(0+3)...(2+3)	35	65	80	100
	-6...-10	(3,5+3,5)...(2,5+4)	25	35	45	70
	-11... -15	(4,5+3)...(5+3,5)	15	25	35	50
	-16... -20	(6+2,5)...(7+3)	10	15	20	40
Нитрит-нитрат-хлорид кальция ННХК Хлористый кальций ХК + нитрит натрия НН в соотношении 1:1 Нитрит-нитрат-хлорид кальция ННХК + мочевина М в соотношении 3:1	0...-5	3...5	40	60	80	100
	-6...-10	6...9,5	25	40	50	80
	-11...-15	7...11	20	35	45	70
	-16... -20	8...12	15	30	40	60
Поташ П (ГОСТ 10690)	0...-5	5...6	50	65	75	100
	-6...-10	7...8	30	50	70	90
	-11...-15	8...10	25	40	65	80
	-16...-20	10...12	25	40	55	70
	-21...-25	12...15	20	30	50	60

*ПРИЛОЖЕНИЕ Л*  
*(справочное)*

**Объем сопутствующих монтажу работ**

Стыки	Электросварка монтажных стыков на 1 элемент, пм	Объем бетонной смеси	
		на 1 стык	на 1 пм
Колонны с фундаментами при сечении колонн: 400х400 600х400		0,085	
		0,200	
Плиты покрытий и перекрытий	0,50	–	0,01
Колонны многоэтажных зданий	0,60	0,074	
Ригели	0,40	0,040	
Наружные стеновые панели: вертикальные стыки горизонтальные стыки			
	0,60 0,60	0,30 0,010	

Учебное издание

*ПАНТЮХОВ Олег Емельянович*  
*ШАПОВАЛОВ Виктор Михайлович*

## **МОНТАЖ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Часть I

### **Выбор грузоподъемных машин и механизмов**

Учебно-методическое пособие  
по курсовому и дипломному проектированию

Редактор Н. А. Дашкевич  
Технический редактор В. Н. Кучерова  
Корректор Т. А. Пугач

Подписано в печать 06.04.2016 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub> .  
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать на ризографе.  
Усл. печ. л. 6,04. Уч.-изд. л. 5,95. Тираж 500 экз.  
Зак. № 000. Изд. № 98

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Белорусский государственный университет транспорта.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий

№ 1/361 от 13.06.2014.

№ 2/104 от 01.04.2014.

Ул. Кирова, 34, 246653, г. Гомель