

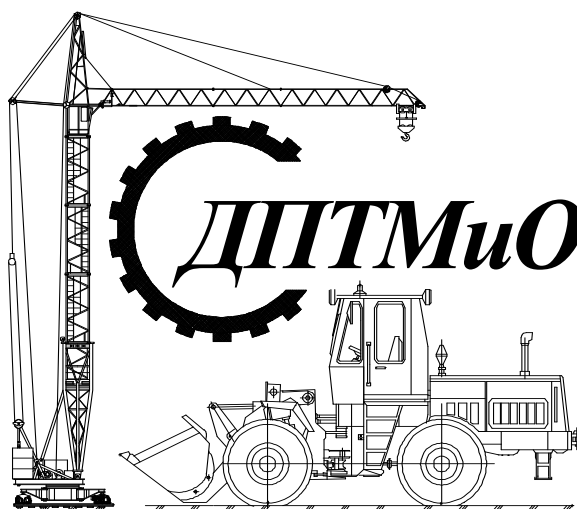
МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Транспортные и технологические машины»

ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА И БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН

*Методические рекомендации к практическим занятиям для
студентов специальности 1-36 11 01 «Подъемно-транспортные,
строительные, дорожные машины и оборудование
(по направлениям)» очной и заочной форм обучения*

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета
<http://e.biblio.bru.by/>



Могилев 2019

УДК 621.87
ББК 39.9
П 68

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой ТТМ «2» апреля 2019 г., протокол № 9

Составитель канд. техн. наук, доц. В. И. Матвеевко

Рецензент канд. техн. наук, доц. А. Е. Науменко

Методические рекомендации предназначены для выполнения практических занятий студентами специальности 1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование».

Учебно-методическое издание

ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА И БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН

Ответственный за выпуск	И. В. Лесковец
Технический редактор	С. Н. Красовская
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 56 экз. Заказ

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, Могилев

© Белорусско-Российский
университет, 2019



Содержание

Введение.....	4
1 Измерение отклонений рельсовых путей от проектного положения.....	5
2 Основные требования по обеспечению безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.....	11
3 Определение фактической высоты подъема груза стреловым краном...	17
4 Оптимизация параметров строповки длинномерных грузов и прижимных балок грузозахватных устройств.....	22
5 Типы строп и схемы строповки грузов.....	30
Список литературы.....	36



Введение

Дисциплина «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных машин» охватывает широкий круг технических и организационных вопросов, связанных с проектированием, изготовлением, монтажом и эксплуатацией грузоподъемных машин (грузоподъемных кранов).

Практически все грузоподъемные краны относятся к потенциально опасным промышленным производственным объектам. Для их безопасной эксплуатации разработаны «Правила по обеспечению промышленной безопасности грузоподъемных кранов». Эти «Правила ...» обязательны для организаций независимо от их организационно-правовой формы и формы собственности и индивидуальных предпринимателей, являющихся владельцами грузоподъемных кранов, сменных грузозахватных приспособлений и тары.

Настоящие рекомендации к практическим занятиям будут способствовать приобретению студентами теоретических знаний и практических навыков по решению конкретных технических задач и организационных вопросов, связанных с обеспечением промышленной безопасности грузоподъемных кранов.



1 Измерение отклонений рельсовых путей от проектного положения

Цель занятия: закрепление теоретических знаний по конструкции крановых путей, норм их проектирования и содержания, приобретение практических навыков по измерению отклонений крановых рельсов в плане и разработке рекомендаций по их выправке.

Приборы и измерительный инструмент: теодолит, геодезическая тренога, геодезическая линейка, рулетка, макет кранового пути, струна.

Крановые пути проектируются в соответствии с требованиями [1, 2], СНиП 11-23–81 и СНиП 3.08.01–85. Кран и крановый путь образуют единую сложную систему. Нагруженность и долговечность элементов этой системы (рельсов, ходовых колес и их подшипниковых узлов) в значительной степени зависят от точности укладки рельсовых путей как в плане, так и по высоте. Для крановых путей применяют железнодорожные рельсы (Р38, Р43, Р50, Р65) и крановые рельсы (КР70, КР80, КР120, КР140). В отдельных случаях применяют рельсы прямоугольного сечения.

Так как в процессе эксплуатации кранов от возникающих динамических горизонтальных поперечных нагрузок возможно смещение рельсов, то их крепление к подкрановым балкам у мостовых кранов или шпалам у козловых и башенных кранов делают, как правило, разъемными. Для крановых рельсов используют крепление прижимными планками с шагом 600...750 мм. Для установки железнодорожного рельса на бетонных балках или шпалах могут использоваться железнодорожные крепления. На подкрановых балках с небольшой шириной верхнего пояса рельс может быть закреплен крюками с гайками. Пары крюков располагают с шагом 750 мм и расстоянием между крюками в паре 80 мм. Рельсы прямоугольного сечения могут присоединяться к подкрановым балкам прижимными планами с применением сварки, что нежелательно, или болтами.

В соответствии с требованиями [1, 2] предельная величина отклонения рельсов от проектного положения в плане, т. е. сужение или уширение $\pm\Delta$ колеи составляет: для мостовых, козловых и порталных кранов ± 15 мм; для башенных кранов ± 10 мм; для мостовых перегружателей ± 20 мм.

Обычно расстояние между осями подкрановых рельсов контролируют прямым измерением стальной рулеткой с постоянным усилием натяжения, равным 120 Н, применяя динамометр. Однако применение рулетки не обеспечивает требуемой точности измерения, особенно при значительных пролетах 22,5...31,5 м и более. В этих целях наиболее удобно использовать лазерный дальномер, обеспечивающий измерение до 50 м с точностью ± 1 мм.

Однако применение рулетки или лазерного дальномера практически неприемлемо для контроля крановых путей козловых кранов, у которых площадка между рельсами занята хранимым грузом (лесоматериалы, металл, железобетонные конструкции и т. п.) с высотой штабелей до 2,5 м и более.



Кроме того, измерение величины отклонения рельсов от прямой линии с помощью натянутой струны неудобно, трудоемко и не обеспечивает требуемую точность, особенно при большой протяженности кранового пути и при ветре.

Измерение расстояния между осями крановых рельсов и отклонения рельсов от проектного положения рекомендуется производить с помощью теодолита на основании схемы, представленной на рисунке 1.1.

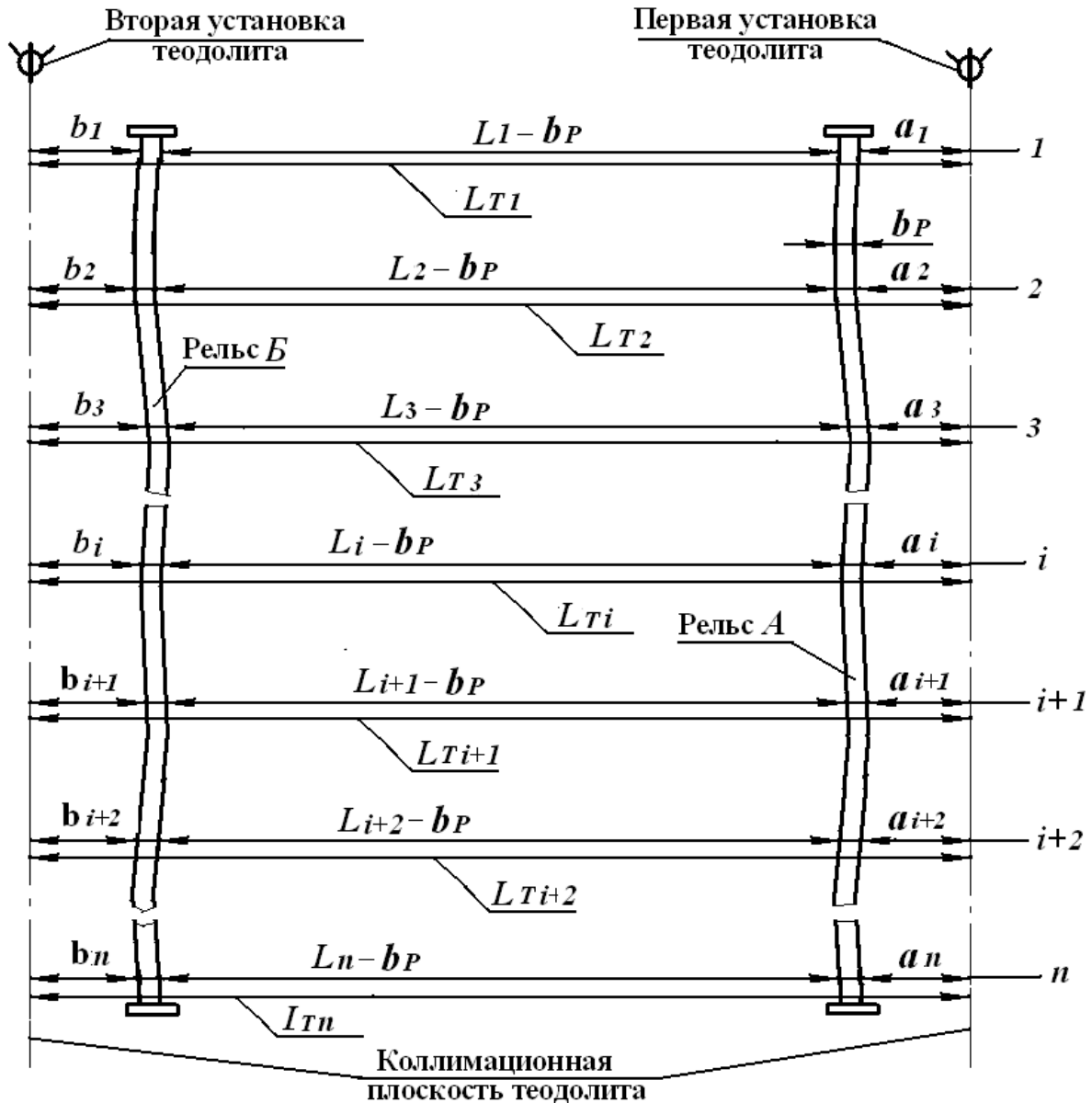


Рисунок 1.1 – Схема измерения отклонений от проектного положения в плане рельсов кранового пути

В соответствии с указанной схемой производится продольная разбивка кранового пути с порядковой нумерацией мелом на подошве или шейке обоих рельсов. Шаг разбивки для наземных рельсовых путей (козловые, башенные краны) принимается 5 м, для рельсов на крановых эстакадах (мостовые краны) 3 или 6 м, в зависимости от шага колонн 6 или 12 м соответственно. Составляется схема измерений в соответствии с рисунком 1.1. В начале и конце

кранового пути груз отсутствует, и выполнение этих измерений не представляет каких-либо затруднений.

Стальной рулеткой или лазерным дальномером измеряется расстояние между осями крановых рельсов в начале (сечение 1) и в конце (сечение n) кранового пути, соответственно L_1 и L_n . Для этого отсчетный конец рулетки перемещается вдоль оси рельса до получения наименьшего размера, который и является искомым.

На первой установке теодолита на расстоянии 200...300 мм от рельса A его коллимационная плоскость (заменяющая натянутую струну) ориентируется вдоль продольной оси рельса A и измеряются промежуточные расстояния $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ в соответствии с рисунком 1.2. При этом геодезическую линейку необходимо устанавливать горизонтально и перпендикулярно оси рельса.

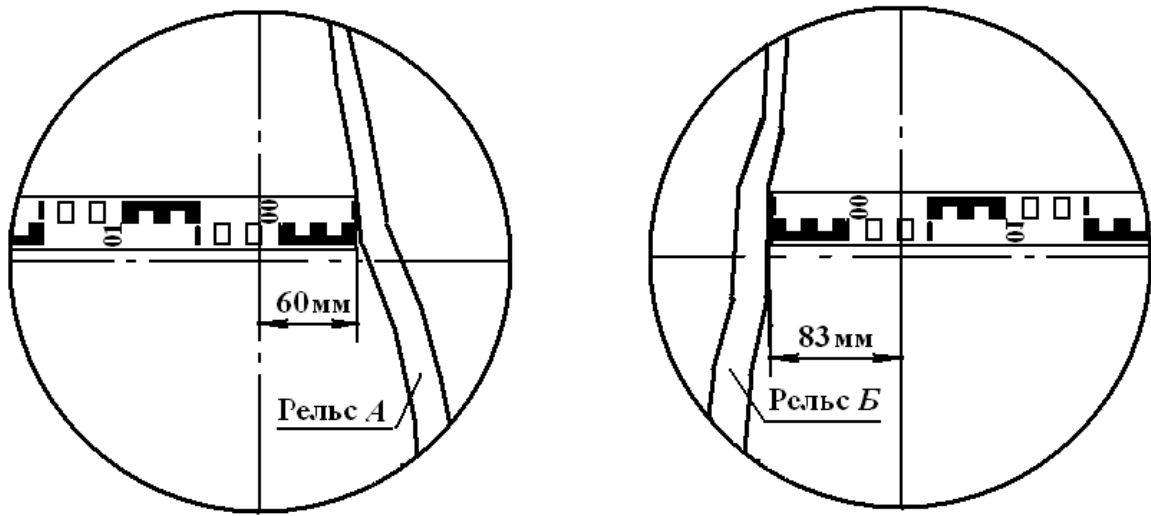


Рисунок 1.2 – Снятие размеров a_i и b_i с использованием теодолита

Вторая установка теодолита (см. рисунок 1.2) производится аналогично на расстоянии 200...300 мм от рельса B и его коллимационная плоскость ориентируется вдоль продольной оси рельса и измеряются промежуточные расстояния $b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$.

Расстояния между коллимационными плоскостями теодолита на первой и второй установке в начале (сечении 1) и в конце (сечение n) рельсового пути

$$L_{T1} = L_1 + a_1 + b_1 + 2b_p;$$

$$L_{Tn} = L_n + a_n + b_n + 2b_p,$$

где b_p – ширина головки рельса.

Расстояния между коллимационными плоскостями теодолита в промежуточных сечениях

$$L_{T2} = L_{T1} + \frac{L_{Tn} - L_{T1}}{n - 1}.$$

Примем, что

$$\frac{Ln - L_{T1}}{n - 1} = h.$$

Тогда

$$L_{T2} = L_{T1} + h, \quad L_{T3} = L_{T2} + h, \quad \text{и т. д.} \quad L_{Tn} = L_{Tn-1} + h.$$

Фактическое расстояние между осями крановых рельсов

$$L_1 = L_{T1} - a_1 - b_1 - b_p, \quad L_2 = L_{T2} - a_2 - b_2 - b_p, \quad \text{и т. д.} \quad L_n = L_{Tn} - a_n - b_n - b_p.$$

Для определения отклонений оси рельсов от проектного положение в плане условно принимается, что отклонения одного из рельсов, например, рельса A в начале и конце рельсового пути равно 0, т. е. $A_1 = 0$, и $A_n = 0$ (рисунок 1.3). Тогда отклонения рельса A от проектного положения в плане в промежуточных точках составит

$$A_2 = a_2 - a_1 - \frac{a_n - a_1}{n - 1}.$$

Примем, что

$$\frac{a_n - a_1}{n - 1} = h_1.$$

Тогда

$$A_3 = a_3 - a_1 - 2h_1, \quad A_4 = a_4 - a_1 - 3h_1, \quad \text{и т. д.} \quad A_n = a_n - a_1 - (n - 1) \cdot h_1.$$

Отклонения рельса B от проектного положения в плане

$$B_1 = L_1 - L_{ПС} - A_1, \quad B_2 = L_2 - L_{ПС} - A_2, \quad \text{и т. д.} \quad B_n = L_n - L_{ПС} - A_n,$$

где $L_{ПС}$ – расстояние между осями крановых рельсов (пролет крана) в соответствии с паспортом.

Рекомендуемая форма плановой съемки кранового пути с указанием выше приведенных измерений представлена на рисунке 1.3.

На основании анализа результатов измерений и вычислений делают вывод о соответствии или несоответствии рельсового пути по контролируемым

параметрам, т. е. отклонение крановых рельсов в плане превышает или не превышает предельные значения. При отклонении крановых рельсов, превышающих предельные значения, разрабатываются рекомендации по их выправке в плане. Например: рельс А в точках 2, 6, 10 сместить в сторону сужения колеи соответственно на 20, 18 и 10 мм, в точках 4 и 8 сместить в сторону сужения колеи соответственно на 5 и 15 мм, в точках 5 и 9 сместить в сторону уширения колеи соответственно на 8 и 12 мм. В случае большого объема работ по выправке рельсов рекомендации можно оформить в виде таблицы 1.1.

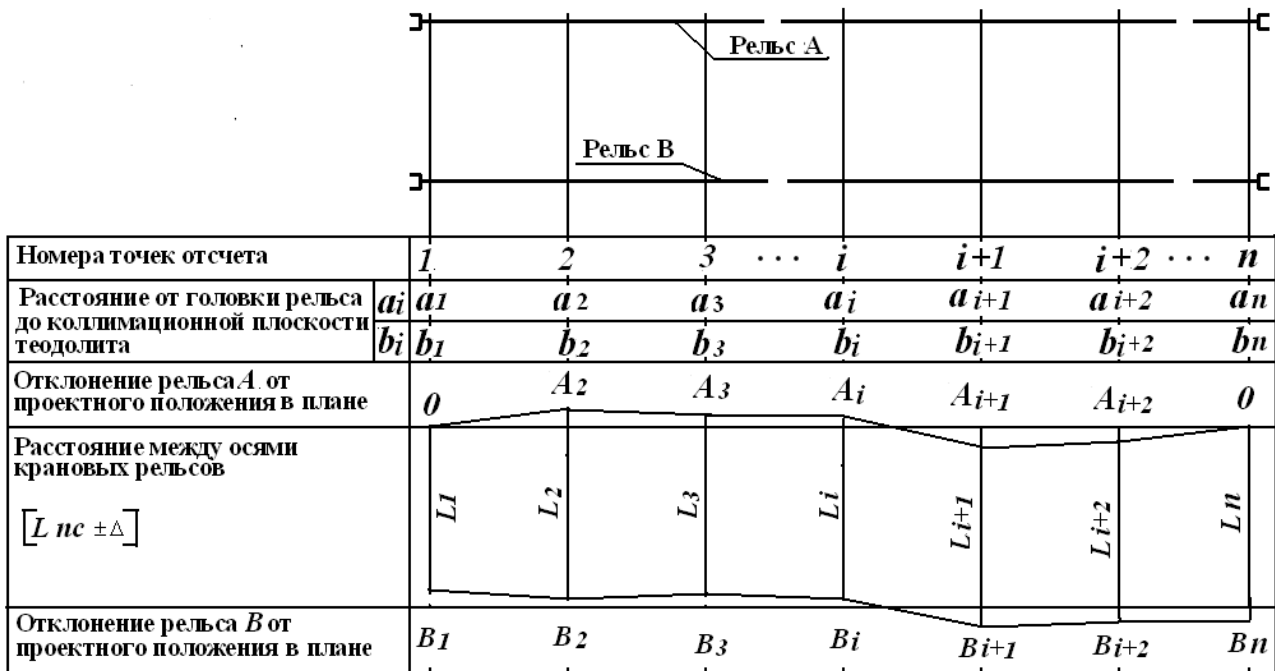


Рисунок 1.3 – Рекомендуемая форма плановой съемки кранового пути

Таблица 1. 1 – План производства работ по выправке крановых рельсов в плане

Номера точек отсчета	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Необходимое смещение крановых рельсов, мм	Рельс А	-	-20	-	+5	-	-18	-	+8	-	-10	-
	Рельс В	-	-	-5	-	+8	-	-15	-	+12	-	-
<p><i>Примечание</i> – + – смещение рельса в сторону увеличения колеи; – смещение рельса в сторону сужения колеи</p>												

При эксплуатации крана через каждые 20...24 смены работы производится плановая проверка состояния рельсового пути лицом, ответственным за содержание кранов в исправном состоянии в соответствии с должностной инструкцией и с записью результатов проверки в сменном журнале крана. При этом в обязательном порядке контролируются: отклонение рельсов от проектного положения; разница в диаметрах приводных колес крана; перекося колес крана из плоскости его движения; синхронность привода колес крана.

Кроме плановых проверок рельсового пути необходимо проводить

дополнительные осмотры при особо неблагоприятных метеорологических условиях (ливни, снежные заносы, таяние снега и др.). Во время таяния снега необходимо тщательно очистить водоотвод. В зимний период рельсы, рельсовые скрепления, выключающие линейки, перемишки заземления и соединительные проводники необходимо очистить от снега.

Перед началом смены машинист крана должен произвести осмотр рельсового пути в объеме производственной инструкции, обращая особое внимание на состояние креплений, зазоры в стыках, трещины в рельсах, отсутствие посторонних предметов на рельсах, состояние буферов и тупиковых упоров.

Складирование грузов, размещение временных сооружений на рельсовых путях не допускается.

Переезд подвижного транспорта через пути козловых и башенных кранов допускается в исключительных случаях, когда их объезд невозможен. В этом случае владелец крана обязан разработать меры безопасности с учетом интенсивности работы кранов и движения транспорта.

Пересечение путей козловых, башенных и порталных кранов с рельсовыми путями заводского транспорта может быть допущено в отдельных обоснованных случаях после разработки мероприятий по предупреждению столкновения работающих кранов с подвижным составом.

Порядок выполнения работы

- 1 Ознакомиться с общим устройством теодолита и порядком работы с ним.
- 2 Убедиться в том, что теодолит выполняет функции натянутой среды.
- 3 В соответствии со схемой, представленной на рисунке 1.1, произвести косвенное измерение расстояния между осями рельсов с помощью натянутой струны и с помощью теодолита.
- 4 Сравнить полученные результаты и произвести их проверку непосредственным измерением расстояния между осями рельсов.

Контрольные вопросы

- 1 Типы рельсов для строительства крановых путей.
- 2 Способы крепления крановых рельсов к подкрановым балкам и шпалам.
- 3 Основные причины отклонения крановых рельсов в плане от проектного положения.
- 4 Предельные величины отклонений крановых рельсов в плане и чем они обосновываются.
- 5 Какое влияние оказывает чрезмерное отклонение крановых рельсов на ходовую часть и металлоконструкцию крана?
- 6 Способы измерения отклонения крановых рельсов в плане.
- 7 Порядок проведения работ по измерению отклонений крановых рельсов с помощью теодолита.
- 8 Как правильно измерить расстояние между осями крановых рельсов стальной рулеткой?

9 Основные недостатки измерения отклонений крановых рельсов с использованием стальной рулетки и натянутой струны.

10 Порядок проведения плановой проверки состояния рельсового пути.

2 Основные требования по обеспечению безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов

Цель занятия: изучение основных требований «Правил по обеспечению промышленной безопасности грузоподъемных кранов» и других нормативных документов.

Раздаточный материал: сборник информационных материалов по курсам.

Правила по обеспечению промышленной безопасности грузоподъемных кранов обязательны для всех организаций независимо от организационно-правовой формы и формы собственности, являющихся владельцем грузоподъемных кранов.

Настоящие Правила распространяются на:

- грузоподъемные краны всех типов, включая мостовые краны-штабелеры с машинным приводом и краны-манипуляторы;
- грузовые электрические тележки, передвигающиеся по надземным рельсовым путям совместно с кабиной управления;
- краны-экскаваторы, используемые для работы только с крюком, подвешенным на канате, или электромагнитом;
- электрические тали;
- машины грузоподъемные военного назначения;
- грузозахватные органы и съемные грузозахватные приспособления;
- тару, за исключением специальной тары, используемой в металлургическом производстве.

Для осуществления ведомственного контроля по обеспечению промышленной безопасности грузоподъемные краны до пуска в работу подлежат регистрации в Госпромнадзоре.

Не подлежат регистрации в Госпромнадзоре следующие краны:

- краны мостового типа и консольные краны грузоподъемностью до 10 т включительно, управляемые с пола посредством кнопочного аппарата, подвешенного на кране, или со стационарного пульта, а также управляемые дистанционно по радиоканалу или однопроводной линии связи;
- краны стрелового типа грузоподъемностью до 1 т включительно;
- краны-манипуляторы, устанавливаемые на фундаменте;
- краны-манипуляторы автомобильные, пневмоколесные, гусеничные, железнодорожные грузоподъемностью до 5 т включительно или с грузовым моментом до 15 т·м;
- краны стрелового типа с постоянным вылетом или не снабженные механизмом поворота;



- переставные краны для монтажа мачт, башен, труб, устанавливаемые на монтируемом сооружении;
- краны мостового типа и башенные, используемые в учебных целях на полигонах учреждений образования;
- краны, установленные на экскаваторах, дробильно-сортировальных агрегатах, отвалообразователях и других технологических машинах, используемые только для ремонта этих машин;
- электрические тали;
- лебедки для подъема груза или людей.

Допуск к работе кранов, подлежащих регистрации в Госпромнадзоре, осуществляется должностным лицом Госпромнадзора, а кранов, не подлежащих регистрации в Госпромнадзоре, – владельцем крана (специалистом по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных кранов). Допуск к работе грузоподъемного крана оформляется записью в паспорте крана лицом, его осуществившим.

Руководители организаций и индивидуальные предприниматели – владельцы кранов, грузозахватных приспособлений и крановых путей, а также руководители организаций, эксплуатирующих краны, обязаны обеспечить лично или организовать содержание их в исправном состоянии и безопасные условия работы.

В этих целях должны быть:

- назначены приказом по организации специалист по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных кранов, грузозахватных приспособлений (ГЗП) и тары, специалист, ответственный за содержание грузоподъемных кранов в исправном состоянии, и лица, ответственные за безопасное производство работ кранами;
- установлен порядок периодических осмотров, технического обслуживания и ремонта кранов, крановых путей, ГЗП и тары;
- установлен порядок обучения и проверки знания инструкций у персонала, обслуживающего краны, а также проверки знаний настоящих «Правил ...» у ответственных специалистов;
- разработаны должностные инструкции для ответственных специалистов и производственные инструкции для обслуживающего персонала, проекты производства работ, технические условия на погрузку и разгрузку транспортных средств, схемы строповки и складирования и другие регламенты по безопасной эксплуатации кранов;
- разработаны инструкции по охране труда для обслуживающего персонала;
- обеспечено снабжение ответственных специалистов настоящими «Правилами ...», инструкциями и руководящими указаниями по безопасной эксплуатации кранов, а обслуживающего персонала – производственными инструкциями и их выполнение;
- обеспечено выполнение предписаний, выданных Госпромнадзором в области промышленной безопасности и его своевременное информирование о



несчастном случае, аварии и других инцидентах, произошедших при эксплуатации грузоподъемных кранов.

Специалисты по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных кранов, ГЗП и тары и специалисты, ответственные за содержание грузоподъемных кранов в исправном состоянии, должны иметь среднее специальное или высшее образование технического профиля, перед назначением пройти соответствующее повышение квалификации в соответствующем учреждении образования. Указанные специалисты должны не реже одного раза в пять лет повышать свою квалификацию, не реже одного раза в три года проходить проверку знаний действующего законодательства в области промышленной безопасности.

На время отпуска, командировки и в других случаях отсутствия ответственных специалистов выполнение их обязанностей должно быть возложено приказом (распоряжением) по организации на специалистов, замещающих их по должности.

В каждом цехе, на строительной площадке или другом участке работ в каждой смене должно быть приказом назначено лицо, ответственное за безопасное производство работ кранами, из числа мастеров, прорабов, начальников цехов, участков, заведующих складами. Назначение указанных работников в качестве лиц, ответственных за безопасное производство работ кранами, должно производиться после прохождения обучения и проверки знаний в области промышленной безопасности и выдачи соответствующего удостоверения.

Для правильного обслуживания кранов их владелец обязан обеспечить обслуживающий персонал (крановщики, стропальщики, слесаря, электрики, наладчики приборов безопасности) производственными инструкциями, определяющими их обязанности, инструкциями по охране труда, определяющими порядок безопасного производства работ, их права и ответственность. Эти инструкции должны выдаваться под роспись перед допуском к работе.

Периодическая проверка знаний инструкций у обслуживающего персонала должна проводиться периодически не реже одного раза в год. Внеочередная проверка знаний проводится:

- при переходе работающего на другое место работы;
- по требованию специалиста по надзору или должностного лица Госпромнадзора;
- после перерыва в работе по профессии более 12 месяцев.

Результаты аттестации и проверки знаний обслуживающего персонала должны оформляться протоколом с соответствующей отметкой в удостоверении.

Руководитель предприятия – владелец крана, а также индивидуальный предприниматель должны обеспечить лично или возложить на лицо, ответственное за безопасное производство работ кранами выполнение следующих обязанностей:

- организовать ведение работ кранами в соответствии с требованиями безопасности, проектом производства работ, техническими условиями и технологическими регламентами;



- инструктировать крановщиков и стропальщиков по безопасному выполнению предстоящей работы, обращая внимание на опасные факторы, особые условия на месте ведения работ;

- непосредственно руководить работами при загрузке и разгрузке транспортных средств, при перемещении тяжеловесного груза несколькими кранами, вблизи воздушных линий электропередач, при перемещении груза над перекрытиями помещений, где могут находиться люди, при перемещении груза, на который не разработана схема строповки, а также в других случаях, предусмотренных проектами и технологическими регламентами;

- обеспечить рабочих необходимым инвентарем и средствами индивидуальной защиты для безопасного ведения работ кранами.

Владелец крана должен установить порядок обмена сигналами между крановщиком и стропальщиком. При расположении кабины управления краном на высоте более 36 м должна применяться двусторонняя радиопереговорная связь. В случаях, когда зона, обслуживаемая краном, полностью не просматривается из кабины крановщика, и при отсутствии между крановщиком и стропальщиком радиосвязи для передачи сигналов крановщику должен быть назначен сигнальщик из числа стропальщиков.

Лицо, ответственное за безопасное производство работ кранами, должно выдавать разрешение на работу крана с записью в вахтенном журнале. На месте производства работ по перемещению грузов, а также на кране не должно допускаться нахождение лиц, не имеющих прямого отношения к выполняемой работе.

Погрузочно-разгрузочные работы и складирование грузов на базах, складах, площадках должны выполняться по технологическим картам, разработанным с учетом требований нормативных документов. Нахождение людей в кузове транспортного средства, в том числе и в кабине автомобиля при подъеме или опускании грузов кранами (при погрузке, выгрузке) не допускается. В местах постоянной погрузки и разгрузки транспортных средств должны быть установлены эстакады или навесные площадки стропальщиков. Погрузка и разгрузка полувагонов крюковыми кранами должна производиться под руководством лица, ответственного за безопасное производство работ, и по технологии, утвержденной производителем работ, в которой должны быть определены места нахождения стропальщиков при перемещении грузов, а также возможность выхода их на эстакады и навесные площадки. Перемещение груза не должно производиться при нахождении под ним людей. Стropальщик может находиться возле груза при его подъеме и опускании, если груз поднят на высоту не более 200...300 мм. Перемещение мелкоштучных грузов должно производиться в специально предназначенной для этого таре, исключающей возможность выпадения из нее отдельных грузов.

Перед подъемом груза убедиться в том, что ветви грузового каната занимают вертикальное положение. После чего груз должен быть предварительно поднят на высоту не более 200...300 мм для проверки правильности строповки, надежности действия тормоза и устойчивости стреловых кранов.

Опускать и укладывать перемещаемый груз разрешается лишь на предназ-



наченное для этого место, где исключается возможность падения, опрокидывания или сползания груза. На место установки груза должны быть предварительно уложены подкладки соответствующих размеров и прочности для легкого и безопасного извлечения строп из-под груза. Укладка груза в кузов транспортного средства должна производиться в полном соответствии с разработанной и утвержденной схемой погрузки.

Не допускается нахождение людей и проведение каких-либо работ в пределах перемещения груза кранами, оснащенными грейфером или магнитом. Персонал, обслуживающий такие краны, может допускаться к выполнению своих обязанностей только во время перерывов в работе кранов и после того, как грейфер или магнит будут опущены на землю.

При подъеме, опускании или перемещении груза не должно допускаться нахождение людей между грузом и каким-либо предметом (стена здания, вагон, штабель, станок и др.).

При работе крана не допускаются:

- вход в кабину крана во время его движения;
- нахождение людей в зоне работающего стрелового самоходного крана во избежание зажатия их между поворотной и неповоротной частями крана;
- перемещение груза, находящегося в неустойчивом положении;
- перемещение людей или груза с находящимися на нем людьми. Подъем людей грузоподъемными кранами может производиться в случаях, предусмотренных эксплуатационной документации на кран, только в кабине (люльке), поставленной организацией-изготовителем крана в комплекте с ним, и после разработки мероприятий, обеспечивающих безопасность людей;
- подъем груза, засыпанного землей или примерзшего к земле, заложенных другими грузами, укрепленного болтами или иным способом, залитого бетоном, а также металла и шлака, застывших в печи;
- подтаскивание груза по земле, полу, рельсам и т. п. крюком крана при наклонном положении ветвей грузового каната без применения направляющих блоков, обеспечивающих их вертикальное положение;
- подтягивание или отталкивание груза во время его подъема, перемещения и опускания. Для разворота длинномерных и крупногабаритных грузов во время их перемещения должны применяться крючья или оттяжки соответствующей длины;
- выравнивание перемещаемого груза руками, а также поправка строп на весу;
- подача груза в оконные проемы, на балконы и лоджии без специальных приемных площадок;
- использование концевых выключателей в качестве рабочих органов для автоматической остановки механизмов, за исключением случая, когда кран подходит к посадочной площадке, устроенной в торце здания;
- работа при отключенных или неисправных приборах безопасности и тормозах;
- включение механизмов крана при нахождении людей на кране вне его



кабины. Исключение допускается для лиц, ведущих осмотр и регулировку механизмов, электрооборудования и приборов безопасности. В этом случае механизмы должны включаться по сигналу лица, производящего осмотр;

- подъем груза непосредственно с места его установки стреловой лебедкой, а также механизмами подъема и телескопирования стрелы;

- нарушения проектов производства строительно-монтажных работ, технологических карт складирования грузов, погрузки и разгрузки транспортных средств и других технологических регламентов.

Перемещение грузов над перекрытиями, под которыми размещены производственные, жилые или служебные помещения, где могут находиться люди, не допускается. В отдельных случаях перемещение груза над указанными помещениями допускается после разработки организационно-технических мероприятий по обеспечению безопасности и под непосредственным руководством лица, ответственного за безопасное производство работ грузоподъемными кранами.

Эксплуатация грузоподъемных кранов не допускается:

- при появлении трещин, деформаций в расчетных элементах металлоконструкции, неисправности тормозов, канатов и их креплений, цепей, крюков, ходовых колес, приборов и устройств безопасности, электрооборудования, а также при несоответствии электросхемы крана технической документации;

- при выявлении несоответствия кранового пути требованиям нормативной документации, а также дефектов и повреждений кранового пути;

- по истечении срока очередного технического освидетельствования;

- в случае отрицательного заключения по результатам технического освидетельствования;

- по истечении срока технического диагностирования грузоподъемных кранов, отработавших нормативный срок службы;

- без получения в установленном порядке допуска к эксплуатации грузоподъемного крана;

- при отсутствии у владельца крана или производителя работ обученных и прошедших проверку знаний ответственных специалистов и обслуживающего персонала;

- при отсутствии паспорта крана;

- без регистрации крана в Госпромнадзоре в установленном порядке;

- при отсутствии съемных грузозахватных приспособлений и тары, соответствующих массе и характеру перемещаемых грузов, или их неисправности;

- при неисправности защитного заземления (зануления);

- при невыполнении требования (предписания) должностного лица Госпромнадзора или других органов, уполномоченных на осуществление контроля (надзора);

- при отсутствии или невыполнении требований технологических регламентов по производству работ (проекта производства работ, проекта организации строительства и т. п.).



– при скорости ветра, превышающей допустимую для данного крана, при снегопаде, дожде, тумане и в других случаях, когда крановщик плохо различает сигналы стропальщика или перемещаемый груз, при температуре ниже указанной в паспорте крана.

Порядок выполнения работы

Изучить основные положения по обеспечению промышленной безопасности грузоподъемных кранов и представить отчет в объеме 8...10 стр.

Контрольные вопросы

- 1 На какие краны распространяются «Правила ...»?
- 2 Какие краны подлежат регистрации в Госпромнадзоре, какие не подлежат?
- 3 Порядок назначения специалистов по грузоподъемным кранам и требования предъявляемые к ним.
- 4 Какие работы по подъему и перемещению грузов кранами должны выполняться под непосредственным руководством и в присутствии лица, ответственного за безопасное производство работ кранами?
- 5 Какие требования предъявляются к владельцу крана по обеспечению его безопасной эксплуатации?
- 6 В каких случаях не допускается эксплуатация грузоподъемных кранов?
- 7 В каких случаях производится внеочередная проверка знаний производственных инструкций у обслуживающего персонала?

3 Определение фактической высоты подъема груза стреловым краном

Цель занятия: уяснение необходимости, приобретение и закрепление теоретических и практических навыков определения фактической высоты подъема груза с учетом его габаритных размеров и параметров стрелового оборудования грузоподъемного крана, конструктивные исполнения стрел с увеличенной высотой подъема крупногабаритных грузов.

В паспорте стрелового крана любого типа, в том числе и автомобильного, в обязательном порядке представляется его грузовая и высотная характеристика (рисунок 3.1). На основании высотной характеристики можно определить высоту подъема крюка в зависимости от его вылета от оси вращения.

Возможная высота подъема груза $H_{г}$, имеющего конкретные размеры в плане и по высоте меньше высоты подъема крюка. Естественно, чем больше габаритные размеры груза, тем меньше высота его подъема.

В большинстве случаев при обосновании выбора того или иного типа



стрелового крана для выполнения погрузочно-разгрузочных или строительномонтажных работ необходимо точно определить возможности крана по высоте подъема конкретного груза на различных вылетах.

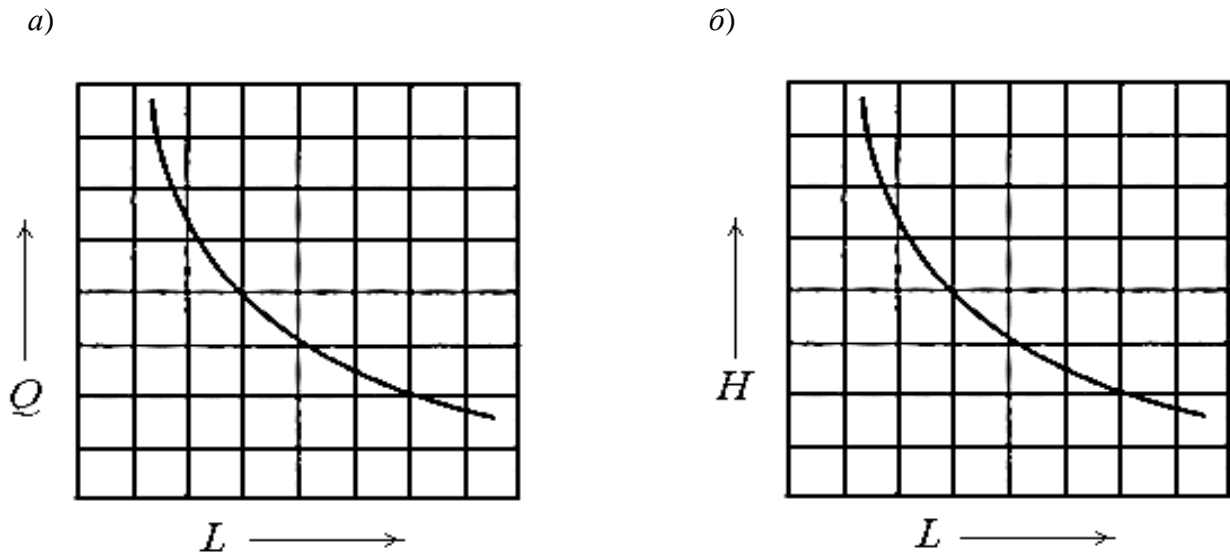


Рисунок 3.1 – Грузовая (а) и высотная (б) характеристики стрелового крана

В соответствии с требованиями [1, с. 43, 44, 92] установка стрелового крана для выполнения строительномонтажных и других работ по подъему и перемещению грузов должна производиться в соответствии с проектом производства работ. Одним из требований при этом является обоснование соответствия устанавливаемого крана условиям строительномонтажных работ по грузоподъемности, высоте подъема и вылету. При этом кран следует подбирать так, чтобы все его вышеуказанные параметры были близки к требуемым, т. е. не должно быть больших запасов по грузоподъемности, высоте подъема и вылету. Необходимо, чтобы использование крана было наиболее экономично в конкретных условиях.

Расчетная схема для определения высоты подъема груза в зависимости от его габаритных размеров и конструктивных параметров крана и стрелового оборудования представлена на рисунке 3.2.

К конструктивным параметрам крана и стрелового оборудования, от которых зависит высота подъема груза, относятся: длина стрелы l_c ; расстояние от продольной оси стрелы до оси шарнира ее крепления m и до оси верхних блоков грузового полиспаста a ; расстояние от оси вращения поворотной части крана до оси шарнира крепления стрелы n ; расстояние от оси шарнира крепления стрелы до опорной площадки h .

При подъеме груза на максимальную высоту необходимо, чтобы между грузом и стрелой обеспечивался гарантийный зазор $K \geq 400 \dots 500$ мм с целью исключения возможности контакта груза со стрелой, что недопустимо.

Согласно рисунку 3.2 высота подъема груза составляет

$$H_r = CB - CB^1 - h_r + h.$$

и вылет стрелы

$$L = (l_c + a \operatorname{tg} \alpha + m \operatorname{ctg} \alpha) \cos \alpha - \frac{m}{\sin \alpha} - n.$$

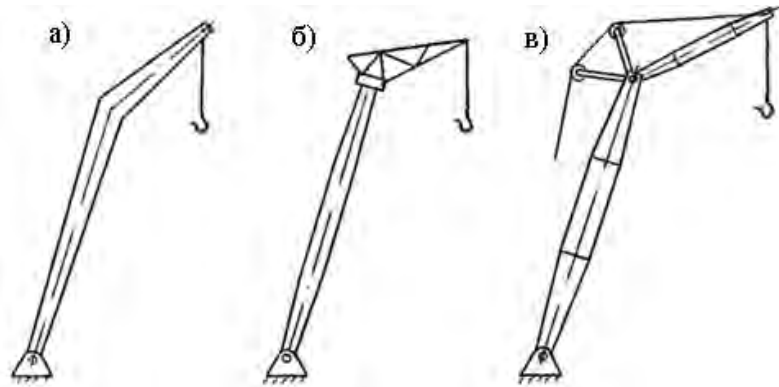
Подставляя в последние два выражения $\alpha_1 = 80^\circ$, $\alpha_2 = 75^\circ$, $\alpha_3 = 70^\circ \dots \alpha_n = 10^\circ$ определяют высоту подъема груза H_Γ и соответствующий вылет L и строят график зависимости $H_\Gamma = f(L)$. При этом необходимо учитывать, чтобы вылет крюка L не превышал предельного в соответствии с грузовой характеристикой (см. рисунок 3.1, а).

При подъеме груза с малыми габаритными размерами в плане высота подъема определяется высотой подъема крюка H в соответствии с высотной характеристикой (см. рисунок 3.1, б). В этом случае высота подъема груза на соответствующем вылете составит

$$H_\Gamma = H - h_{\Gamma\Pi} - h_\Gamma,$$

где $h_{\Gamma\Pi}$ – высота грузозахватного приспособления, т. е. расстояние между опорной точкой зева крюка и поверхностью груза.

В целях увеличения высоты подъема грузов с большими габаритами в плане применяют изогнутые стрелы и стрелы с жестким или маневренным гуськом, представленные на рисунке 3.3.



а – изогнутая стрела; б – стрела с жестким гуськом; в – стрела с маневренным гуськом

Рисунок 3.3 – Стрелы с увеличенной высотой подъема

Расчетная схема по определению высоты подъема груза для этих стрел представлена на рисунке 3.4.

Проанализировав схему, представленную на рисунке 3.4, можно сделать вывод, что применение гуська длиной l_Γ , установленного под углом β к продольной оси стрелы, равнозначно увеличению длины стрелы на величину Δl .

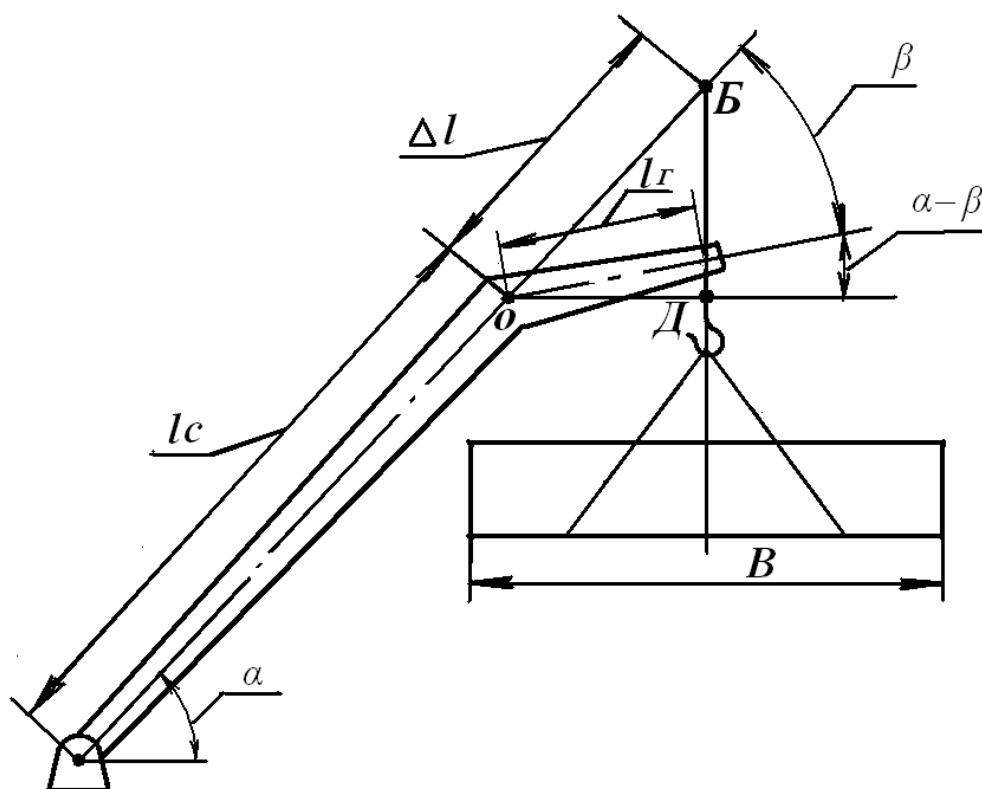


Рисунок 3.4 – Расчетная схема для стрел с увеличенной высотой подъема груза

Горизонтальная проекция гуська

$$l_r^Г = l_r \cos(\alpha - \beta).$$

Тогда из прямоугольного треугольника ОБД

$$\Delta l = \frac{l_r^Г}{\cos \alpha} = \frac{l_r \cos(\alpha - \beta)}{\cos \alpha}.$$

Для определения высоты подъема крупногабаритного груза в этом случае и построения зависимости $H_r = f(L)$ вместо l_c необходимо подставить $l_c + \frac{l_r \cos(\alpha - \beta)}{\cos \alpha}$.

Следует отметить, что такой расчет приемлем для грузов, у которых $0,5B \geq l_r^Г$. В случае, когда, $0,5B \leq l_r^Г$, то такой груз по схеме, представленной на рисунке 3.4, можно поднять выше гуська, что невозможно. В этом случае высота подъема груза определится

$$H_r = H - h_{ГЗП} - h_r.$$

Порядок выполнения работы

1 Законспектировать основные положения по определению высоты подъема груза в зависимости от его габаритных размеров, параметров стрелового оборудования и крана.

2 По заданным преподавателем параметрам крана и стрелового оборудования, габаритным размерам груза и углу наклона стрелы определить высоту подъема и вылет. Причем угол задается каждому студенту разный с определенным шагом, например 25, 30, 35, ..., 75.

3 По результатам расчетов построить графики зависимости высоты подъема и вылета в зависимости от угла наклона стрелы.

4 По виду графиков сделать заключение о правильности выполненных расчетов каждым студентом.

Контрольные вопросы

1 Какие параметры крана и стрелового оборудования оказывают влияние на высоту подъема груза?

2 Чем обусловлена необходимость зазора между грузом и стрелой и какова его величина?

3 Конструктивные исполнения стрел для увеличения высоты подъема груза.

4 Оптимизация параметров строповки длинномерных грузов и прижимных балок грузозахватных устройств

Цель занятия: закрепление теоретических и приобретение практических навыков по определению мест строповки длинномерных грузов и оптимизации параметров прижимных балок грузозахватных устройств.

Основным требованием к грузозахватным устройствам и способам строповки является обеспечение сохранности количества и качества груза. При строповке длинномерных грузов длиной до 25 м и более (рельсы, трубы, прокат и др.) важным моментом является определение мест наложения строп или других захватных элементов по длине груза. Стropовка длинномерных грузов должна производиться не менее чем в двух местах для предотвращения чрезмерного их провисания, деформации и повреждения. В этих целях используют траверсу соответствующей длины с подвеской к ней груза в трех, четырех или даже пяти точках по длине. При этом необходимо обеспечить равномерное натяжение строп с применением уравнильных блоков или рычагов. Один из вариантов такой траверсы представлен на рисунке 4.1.

При симметричном расположении захватных элементов или строп по длине ближе к середине или краям груза его средняя часть будет подвержена значительному изгибающему моменту от действия собственной силы тяжести.



В практике строповки длинномерных грузов отсутствуют обоснованные рекомендации и нормы по расположению захватных элементов по длине груза, что иногда приводит к его излишней деформации и повреждению. В целях уменьшения изгибающего момента, а, следовательно, и уменьшения деформации груза захватные элементы необходимо накладывать по длине груза симметрично и в точках, обеспечивающих наименьший изгибающий момент от действия собственной силы тяжести.

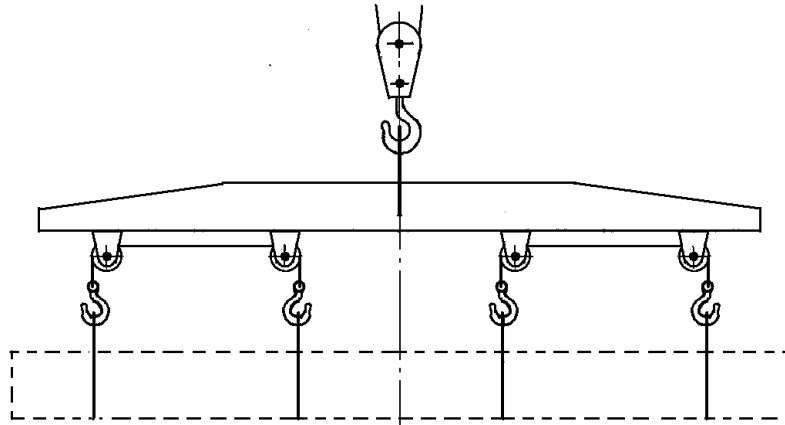


Рисунок 4.1 – Траверса для подъема и перемещения длинномерных грузов

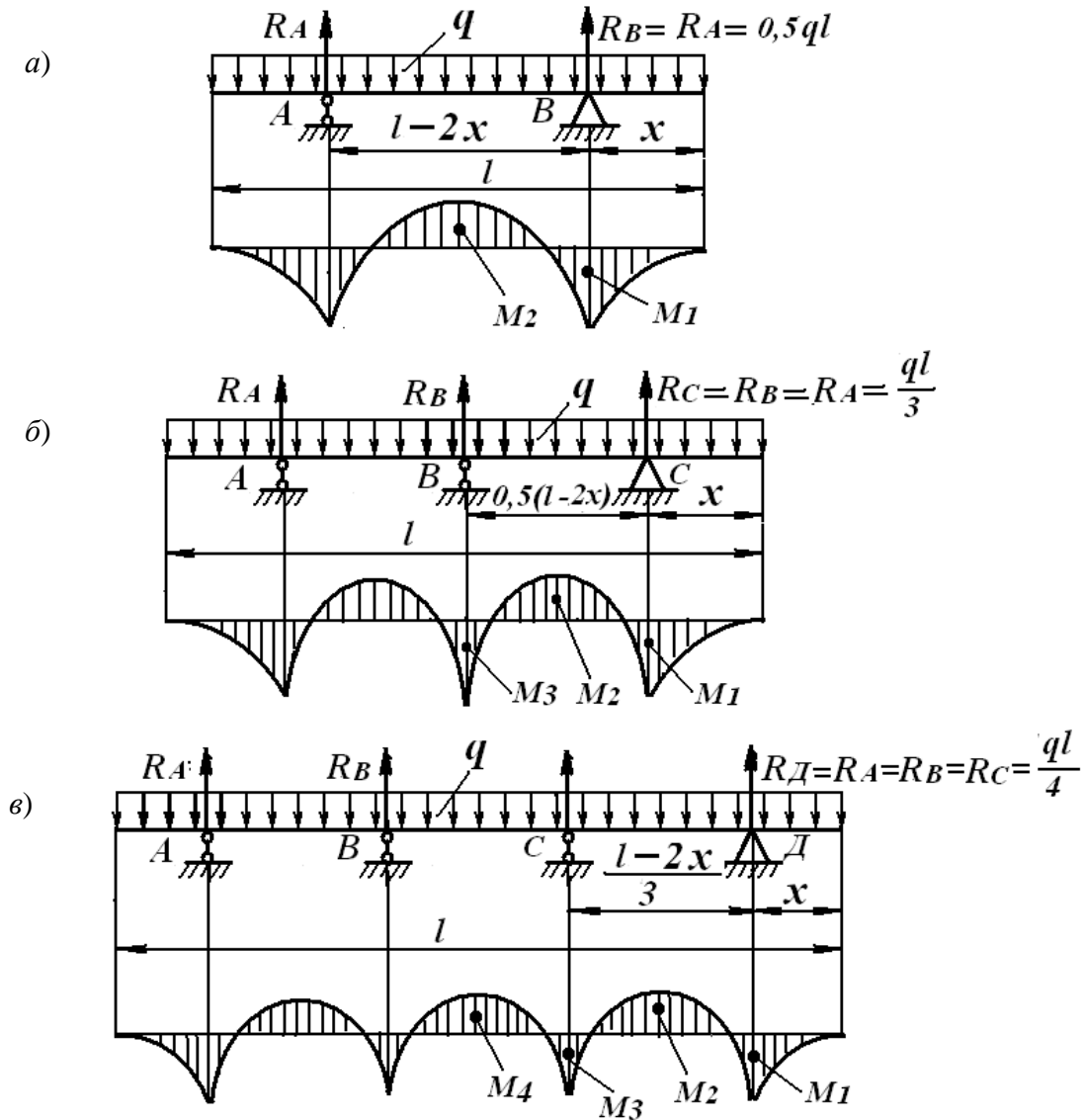
Аналогичная задача ставится при проектировании грузозахватных устройств, принцип действия которых основан на зажатии груза двумя прижимными балками посредством двух или трех пар рычагов, расположенных симметрично по длине последних. Для обеспечения надежного захвата штучного груза, особенно пакета, состоящего из отдельных штучных грузов, расположенных по длине и ширине (пакеты силикатного кирпича, газо-силикатных блоков, строительного камня и др.), необходимо обеспечить более равномерное сжатие всех рядов по длине прижимных балок. При расположении рычагов ближе к краям прижимных балок сила сжатия средних рядов будет меньше, чем крайних из-за деформации средних участков прижимных балок, а при расположении рычагов ближе к середине балок – наоборот. Следовательно, для уменьшения деформации прижимных балок, а равным образом, и обеспечения более равномерного сжатия всех рядов, необходимо рычаги располагать по длине прижимных балок симметрично и в точках, обеспечивающих наименьший изгибающий момент M от действия распределенной нагрузки со стороны захватываемого пакета. Рассматривая длинномерный груз, подвешенный на паре строп, или прижимные балки с двумя парами рычагов, как балку, представленную на рисунке 4.2 а, нагруженную равномерно распределенной нагрузкой и опирающуюся на две опоры, расположенные симметрично по ее длине, имеем

$$M_1 = \frac{qx^2}{2},$$

где q – равномерно распределенная нагрузка.
Для длинномерных грузов

$$q = P_{\Gamma},$$

где P_{Γ} – сила тяжести одного погонного метра груза.



a – при строповке длинномерного груза в двух точках или для прижимных балок с двумя парами рычагов; *б* – то же в трех точках или с тремя парами рычагов; *в* – то же в четырех точках или с четырьмя парами рычагов

Рисунок 4.2 – Расчетные схемы по определению мест строповки длинномерных грузов и расположению рычагов на прижимных балках грузозахватных устройств

Для прижимных балок

$$q = \frac{P_C}{l},$$

где P_C – фактическая сила сжатия пакета при его захвате;
 l – длина прижимных балок.

$$M_2 = -R_B \frac{l-2x}{2} + \frac{ql^2}{8} = -0,5ql \frac{l-2x}{2} + \frac{ql^2}{8} = 0,5qlx - \frac{ql^2}{8}.$$

Анализируя эпюру изгибающих моментов (см. рисунок 4.2, а) можно сделать вывод, что при увеличении длины консоли x изгибающий момент M_1 увеличивается, а изгибающий момент M_2 уменьшается, и наоборот.

Следовательно, возможно наименьшее значение моментов M_1 и M_2 обеспечивается при равенстве их абсолютных значений. Так как эти моменты имеют противоположные знаки, то можно записать

$$M_1 + M_2 = 0;$$

$$\frac{qx^2}{2} + 0,5qlx - \frac{ql^2}{8} = 0.$$

Выполнив несложные преобразования и сократив на q получим

$$x^2 + lx - \frac{l^2}{4} = 0.$$

Откуда

$$x = -\frac{l}{2} + \sqrt{\frac{l^2}{4} + \frac{l^2}{4}} = -\frac{l}{2} + l\sqrt{\frac{1}{2}} \approx 0,207l.$$

При расположении строп по концам длинномерного груза или в его средней части, а рычагов по длине прижимных балок наибольший изгибающий момент составит $\frac{ql^2}{8} = 0,125ql^2$.

При симметричном расположении строп или рычагов и при длине консоли $0,207l$ наибольший изгибающий момент под опорой и в средней части составит $\frac{(0,207l)^2 q}{2} = 0,0214ql^2$, что почти в 6 раз меньше, чем в первом случае.

Следует отметить, что при строповке длинномерных грузов и укладки их на подкладки при складировании длину консоли обычно принимают $0,25$ от длины груза. Тогда максимальный изгибающий момент от действия собственной силы тяжести составляет $\frac{(0,25l)^2 q}{2} = 0,03125ql^2$, что на 46 % больше, чем при длине консоли $0,207l$. Следовательно, при длине консоли $0,25$ от длины груза и напряжение от изгиба будет на 46 % больше.



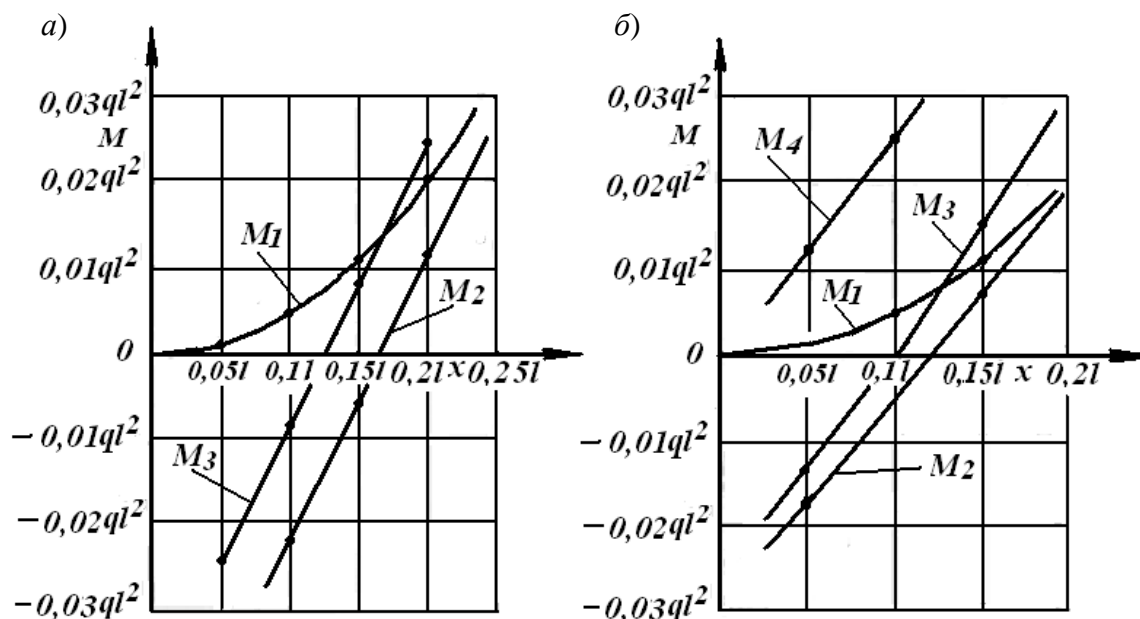
На рисунке 4.2, б представлена схема для определения мест наложения трех строп на длиномерный груз, а равным образом и трех пар рычагов на прижимные балки по условию обеспечения минимального изгибающего момента. Согласно рисунку 4.2, б имеем

$$M_1 = \frac{x^2}{2} q;$$

$$M_2 = 0,5q[0,25(l-2x)+x]^2 - \frac{ql}{3}0,25(l-2x) = q\left(\frac{x^2}{8} + \frac{7lx}{24} - \frac{5l^2}{96}\right);$$

$$M_3 = 0,5q[0,5(l-2x)+x]^2 - \frac{ql}{3}0,5(l-2x) = q\left(\frac{lx}{3} - \frac{l^2}{24}\right).$$

Анализируя графическую зависимость этих изгибающих моментов (рисунок 4.3, а), можно сделать вывод, что оптимальная длина консоли x по условию обеспечения наименьшего изгибающего момента находится в пределах $(0,13...0,14)l$. В этой зоне максимальные значения имеют изгибающие моменты M_1 и M_2 с противоположными знаками.



а – при строповке груза в трех точках; б – при строповке груза в четырех точках

Рисунок 4.3 – Зависимость изгибающих моментов от длины консоли

Следовательно, оптимальное значение длины консоли x можно определить из условия

$$M_1 + M_2 = 0;$$

$$q\left(\frac{x^2}{2} + \frac{x^2}{8} + \frac{7}{24}lx - \frac{5}{96}l^2\right) = 0.$$

После соответствующих преобразований и сокращения на q получим

$$x^2 + \frac{7}{15}lx - \frac{1}{12}l^2 = 0.$$

Откуда

$$x = -\frac{7}{30}l + \sqrt{\frac{49}{900}l^2 + \frac{1}{12}l^2} \approx 0,13785l.$$

Аналогично, на основании рисунков 4.2, *в* и 4.3, *б* можно определить оптимальную длину консоли при симметричном наложении четырех строп на длиномерный груз.

$$M_1 = \frac{x^2}{2}q;$$

$$M_2 = 0,5q\left(x + \frac{l-2x}{6}\right)^2 - \frac{ql}{4} \frac{l-2x}{6} = q\left(\frac{2x^2}{9} + \frac{7lx}{36} - \frac{l^2}{36}\right);$$

$$M_3 = 0,5q\left(x + \frac{l-2x}{3}\right)^2 - \frac{ql}{4} \frac{l-2x}{3} = q\left(\frac{x^2}{18} + \frac{5lx}{18} - \frac{l^2}{36}\right);$$

$$M_4 = 0,5ql - 0,25l - \frac{ql}{4} \cdot 1,5\left(\frac{l-2x}{3}\right) = \frac{qlx}{4}.$$

Исходя из рисунка 4.3, *б*,

$$M_2 + M_4 = 0.$$

После подстановки получим

$$\frac{2qx^2}{9} + \frac{7qlx}{36} - \frac{ql^2}{36} + \frac{qlx}{4} = 0.$$

Сократив на q и выполнив соответствующие преобразования получим

$$x^2 + 2lx - \frac{l^2}{8} = 0.$$



Откуда

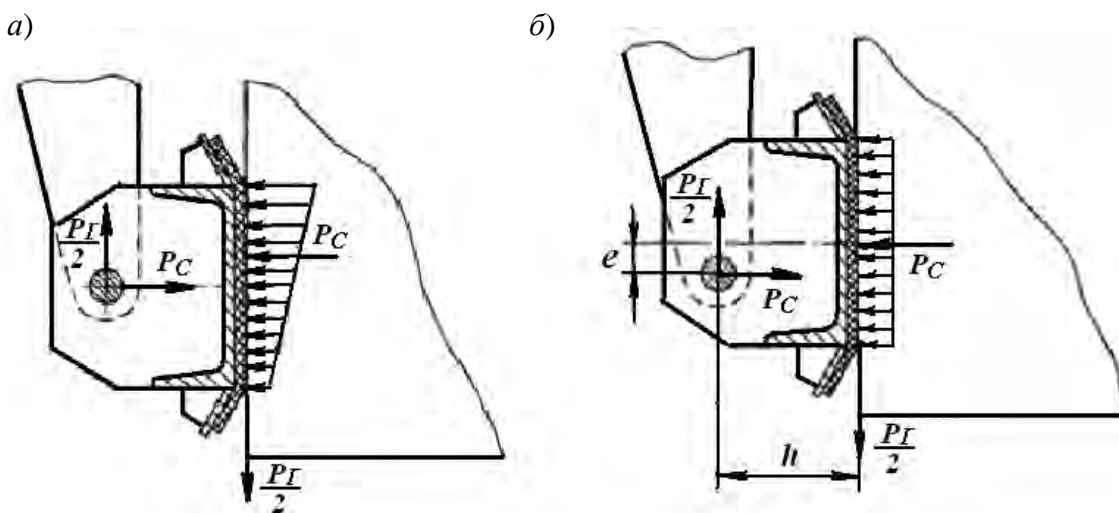
$$x \approx 0,061l.$$

При проектировании грузозахватных устройств, принцип действия которых основан на зажатии груза двумя прижимными балками, необходимо правильно установить положение горизонтальной оси шарнира по отношению к продольной оси балки. При симметричном расположении оси шарнира по отношению к прижимной балке (рисунок 4.4, а) последняя стремится под действием силы тяжести груза повернуться по часовой стрелке. Это приводит к увеличению контактных напряжений между грузом и балкой в ее верхней части и снижению этих напряжений в нижней части балки. В большинстве случаев величина этих контактных напряжений ограничена по условию обеспечения сохранности груза. Следовательно, для уменьшения контактных напряжений при прочих равных условиях необходимо ось шарнира сместить вниз по отношению к горизонтальной оси симметрии прижимной балки. Величина смещения оси шарнира определяется на основании рисунка 4.4, б из условия равновесия прижимной балки, т. е. равенства нулю моментов всех сил, действующих на балку, относительно продольной оси шарнира.

$$\frac{P_{\Gamma}}{2}h - P_{\text{C}}e = 0.$$

Откуда

$$e = \frac{P_{\Gamma}h}{2P_{\text{C}}}.$$



а – с симметричным расположением оси шарнира по отношению к прижимной балке;
 б – со смещением вниз оси шарнира по отношению к горизонтальной оси симметрии прижимной балки

Рисунок 4.4 – Схемы крепления рычагов к прижимным балкам грузозахватных устройств

Порядок выполнения работы

1 Изучить основные положения по оптимизации параметров строповки длинномерных грузов

2 В соответствии с исходными данными (таблица 4.1) определить: рациональную длину консоли; максимальный изгибающий от действия собственной силы тяжести длинномерного груза при его строповке в двух, трех и четырех точках; величину смещения продольной оси шарнира к продольной оси симметрии прижимной балки.

Таблица 4.1 – Исходные данные для самостоятельной работы

Номер варианта задания	l , м	q , Н/м	P_G , кН	P_C , кН	h , м
1	25	500	30	80	0,15
2	12,5	430	15	20	0,2
3	25	650	40	90	0,2
4	20	350	30	120	0,25
5	18	220	20	50	0,15
6	12	180	25	60	0,2
7	16	250	35	60	0,18
8	30	450	45	100	0,25
9	40	350	10	16	0,15
10	50	250	50	90	0,2

Контрольные вопросы

1 Основные требования, предъявляемые к грузозахватным устройствам и строповке длинномерных грузов.

2 В каких целях на рисунке 4.2 представлены зависимости изгибающих моментов от длины консоли?

3 Чем обусловлена необходимость смещения оси шарнира вниз по отношению к горизонтальной оси симметрии прижимной балки?

4 Что можно отнести к конструктивным недостаткам грузозахватных устройств для газосиликатных блоков?

5 Какие технические решения можно использовать для обеспечения равномерной нагрузки строп?



5 Типы строп и схемы строповки грузов

Цель занятия: изучение требований «Правил ...» к проектированию, изготовлению, и строповке грузов. Основные типы строп и грузозахватных приспособлений (ГЗП), используемые при подъеме и перемещении грузов кранами.

Наглядные пособия: раздаточный материал по схемам строповки и складированию грузов.

Правильная и надежная строповка груза является необходимым условием обеспечения безопасности работ по подъему и перемещению грузов кранами. Следует отметить сложность и небезопасность труда стропальщиков, особенно при работах на открытых площадках и в стесненных условиях кузова транспортного средства.

В соответствии с требованиями «Правил ...» владельцем крана или производителем работ должны быть разработаны способы правильной строповки, зацепки и складирования грузов, которым должны быть обучены стропальщики. Схемы строповки (графическое изображение) и перечень применяемых ГЗП должны быть приведены в технологических регламентах. Количество ветвей применяемого съемного ГЗП должно соответствовать количеству строповочных петель, предусмотренных на грузе. Перемещение груза, на который не разработана схема строповки, должно производиться с письменного разрешения лица, ответственного за безопасное производство работ кранами, в его присутствии и под его руководством. Перемещение груза с нарушением схемы строповки не допускается.

Проектирование строп, съемных ГЗП и тары должно осуществляться специализированными организациями в соответствии с государственными стандартами и «Правилами ...». Для изготовления строп используют стальные канаты крестовой свивки, круглозвенные сварные цепи, текстильные канаты и ленты из пеньковых, хлопчатобумажных или синтетических материалов. Качество указанных материалов должно быть подтверждено сертификатом, при его отсутствии материал к использованию не допускается.

Расчет стропов должен выполняться с учетом числа ветвей, угла их наклона к вертикали и из условия равномерного натяжения каждой ветви.

При расчете стропов общего назначения, имеющих несколько ветвей, расчетный угол между ветвью стропа и вертикалью принимается равным 45° . При расчете специальных строп для конкретного груза, особенно для крупногабаритных и длинномерных грузов, принимаются фактические углы согласно проекта, отличные от 45° . Следует отметить, что стропы общего назначения можно использовать для подъема и перемещения различных грузов соответствующей массы, а специальные стропы – для конкретного груза. При использовании строп общего назначения необходимо контролировать, чтобы угол между ветвью стропа и вертикалью не превышал 45° .

Расчетное натяжение ветви стропа определяется по формуле

$$S = \frac{Q_{\Gamma}}{n \cos \alpha},$$

где Q_{Γ} – вес груза;

n – число ветвей стропа;

α – угол наклона ветви стропа к вертикали.

Подбор материала для изготовления ветвей стропа производится по формуле

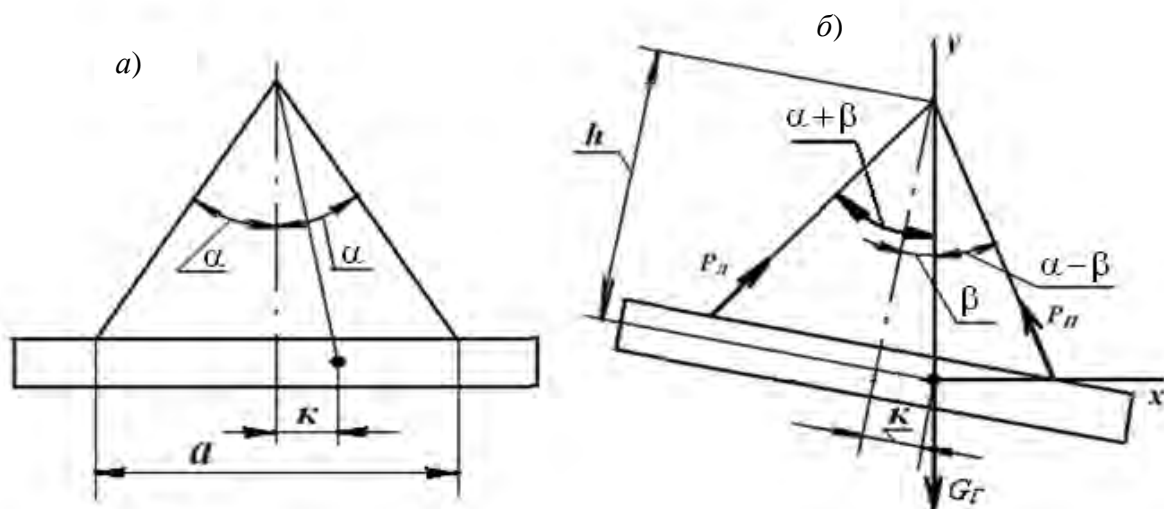
$$F_P \geq Sk,$$

где F_P – разрывное усилие стального каната, цепи, текстильного каната ленты или ленты, принимается по стандарту или техническому условию;

k – коэффициент запаса прочности, принимаемый для строп из стальных канатов – не менее 6, для цепных строп – не менее 4, для строп из пеньковых, хлопчатобумажных или синтетических материалов – не менее 7.

Для обеспечения равномерной нагрузки на стропы строповка груза должна производиться симметрично по отношению к его центра тяжести. Однако встречаются грузы, у которых допускается смещение центра тяжести – универсальные и специальные контейнеры, пачки круглого леса, всевозможное оборудование. В случае существенного смещения центра тяжести величина этого смещения должна быть оговорена в сопроводительной документации или технических условиях. Так для 40-футовых (длиной 1292 мм) контейнеров возможное смещение центра тяжести груженого контейнера вдоль его продольной оси составляет до 600 мм

При строповке и подъеме груза со смещенным центром тяжести произойдет перераспределение нагрузки на ветви стропа. Схема для определения этих нагрузок представлена на рисунке 5.1.



a – при строповке груза; b – при подъеме груза

Рисунок 5.1 – Схема для расчета натяжения ветвей стропа

При подъеме груза после его строповки (см. рисунок 5.1, *a*) последний повернется по часовой стрелке на угол β , так, что вертикальная линия подвеса пройдет через его центра тяжести (см. рисунок 5.1, *б*), Угол поворота груза определится по формуле

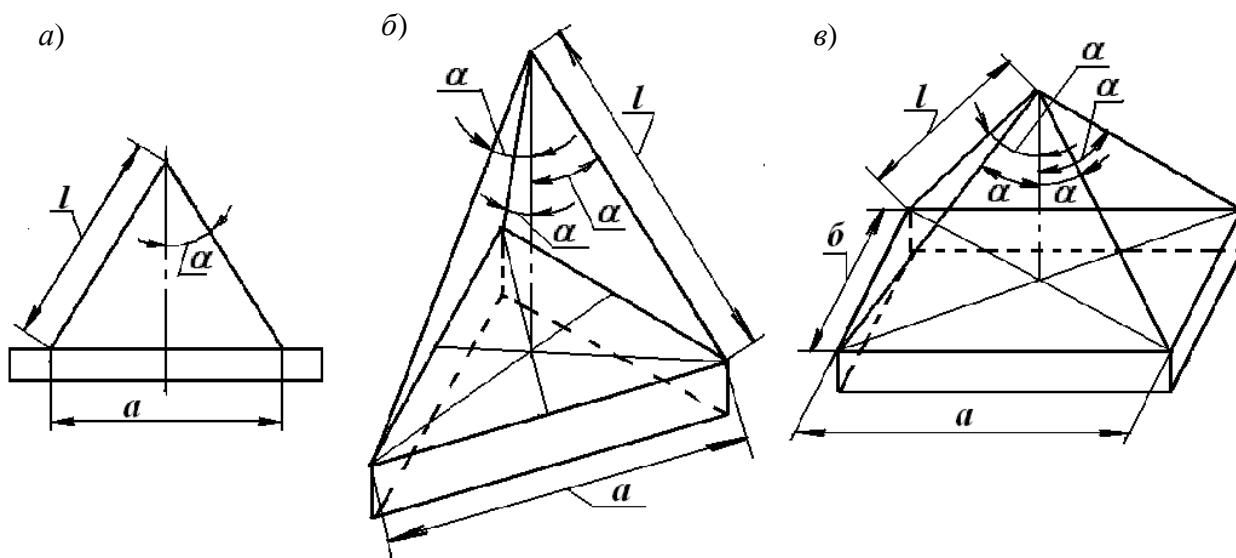
$$\beta = \operatorname{arctg} \frac{\kappa}{h}.$$

Тогда натяжение ветвей стропа определится из условия равновесия груза под действием сил P_L , P_{II} и G_G

$$\sum X = 0, P_L \cdot \sin(\alpha + \beta) - P_{II} \cdot \sin(\alpha - \beta) = 0;$$

$$\sum Y = 0, P_L \cdot \cos(\alpha + \beta) + P_{II} \cdot \cos(\alpha - \beta) - G_G = 0.$$

Основным параметром многоветвевых строп является длина ветви стропа, зависящая от размеров груза. Схемы для расчета длины ветви стропа представлены на рисунке 5.2.



a – для двухветвевых строп; b – для трехветвевых строп; c – для четырехветвевых строп

Рисунок 5.2 – Схемы для расчета длины ветви стропа.

Длина ветви двухветвевоего стропа (см. рисунок 5.2, *a*)

$$l \geq \frac{0,5a}{\sin \alpha}.$$

Длина ветви трехветвевоего стропа (см. рисунок 5.2, *б*)

$$l = \frac{2}{3 \sin \alpha} a \cos 30^\circ.$$

Длина ветви четырехветвевго стропа (см. рисунок 5.2, в)

$$l = \frac{0,5\sqrt{a^2 + e^2}}{\sin \alpha}.$$

Стропы и другие сменные ГЗП испытываются после изготовления в организации-изготовителе, а после ремонта – в организации, в которой они ремонтировались нагрузкой, на 25 % превышающей их паспортную грузоподъемность. Стропы, за исключением цепных, ремонту не подлежат.

Стропы и другие съемные ГЗП должны снабжаться клеймом или прочно прикрепленной металлической биркой с указанием номера, паспортной грузоподъемности и даты испытания. Крепление бирок должно обеспечить их сохранность до конца срока службы.

На таре, за исключением специальной технологической, должны быть указаны ее назначение, номер, собственный вес и наибольший вес груза, для транспортирования которого она предназначена.

Учет изготовленных съемных ГЗП должен содержать следующие сведения: наименование приспособления, паспортная грузоподъемность, номер нормативного документа (технологической карты), номер сертификата на примененный материал, результаты контроля качества сварки, результаты испытания ГЗП.

В процессе эксплуатации съемные ГЗП и тара должны периодически осматриваться в следующие сроки:

- траверсы, клещи, другие захваты и тара – каждый месяц;
- стропы (за исключением редко используемых) – каждые 10 дней;
- редко используемые съемные ГЗП – перед их применением.

Порядок осмотра съемных ГЗП и тары определяется их владельцем.

Результаты осмотра съемных ГЗП и тары заносятся в журнал их учета.

Для осмотра съемных ГЗП и тары их владелец или производитель работ должны назначить работника из числа специалистов, ответственных за содержание кранов в исправном состоянии, или лиц, ответственных за безопасное производство работ кранами. Осмотр съемных ГЗП и тары должен производиться по инструкции, разработанной в организации их проектирующей или в организации – изготовителя, и определяющей порядок и методы осмотра, браковочные показатели. Обычно эта информация содержится в паспорте на ГЗП и тару.

Канатный строп подлежит браковке, если число видимых обрывов наружных проволок каната превышает указанное в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Число видимых обрывов проволок каната

Участок каната длиной	$3d$	$6d$	$30d$
Число видимых обрывов проволок	4	6	16
<i>Примечание – d – диаметр каната, мм</i>			



Кроме того, не допускается эксплуатация канатных стропов со следующими дефектами:

- уменьшение диаметра каната из-за износа или коррозии на 7 % и более (даже при отсутствии видимых обрывов);
- уменьшение диаметра наружных проволок из-за износа или коррозии на 40 % и более;
- уменьшение диаметра на 10% из-за повреждений сердечника;
- обрыв хотя бы одной пряди;
- выдавливание сердечника;
- повреждения из-за воздействия температуры или электрического дугового разряда;
- деформации коуша или износ его сечения более чем на 15 %;
- трещины на опрессовочной втулке или изменение ее размера более чем на 10 % от первоначального;
- отсутствие на крюке предохранительного замка;
- перекручивания, перегибы каната, заломы и т. д.

Цепной строп подлежит браковке при увеличении длины звена цепи более чем на 3 % от первоначального размера и при уменьшении диаметра сечения звена цепи вследствие износа более 10 %.

Чалочные крюки подлежат браковке при следующих дефектах:

- наличие трещин;
- износ поверхностных элементов или местные вмятины, уменьшающие площадь поперечного сечения на 10 % и более;
- остаточные деформации, изменяющие первоначальный размер более чем на 5 %.

Нормы браковки текстильных строп должны быть указаны в их паспорте.

Выявленные в процессе осмотра съемные ГЗП и тара должны изыматься из работы.

При строповке, подъеме, перемещении и укладке грузов необходимо выполнять определенные требования и рекомендации:

- для предохранения канатов от резких перегибов и перетирания при строповке с подведением строп под груз на острые кромки необходимо накладывать соответствующие проставки, набор которых должен быть у стропальщика. В качестве проставок, кроме специально изготовленных, могут быть использованы деревянные бруски, доски, куски прорезиненных ремней, разрезанные вдоль обрезки труб и др.;

- во время строповки груза не допускать образования искусственных петель или вытягивания отдельных прядей;

- после строповки груз предварительно поднимают краном на высоту 200...300 мм, убеждаются в надежности строповки и действия тормоза механизма подъема, после чего производят перемещение груза к месту укладки. Причем подъем груза необходимо произвести не менее чем на 0,5 м выше встречающихся на пути перемещения предметов;

- груз необходимо укладывать на заранее уложенные подкладки или



прокладки соответствующих размеров для обеспечения свободного извлечения строп из-под груза. Извлекать краном зажатый грузом строп категорически запрещается;

- для подведения строп под крупногабаритный груз необходимо пользоваться крючьями соответствующей длины;

- не использованные для строповки концы многоветвевго стропа должны быть подвешены к крюку крана для исключения возможности их задевания или зацепления за встречающиеся по пути перемещения предметы.

Основные требования при использовании текстильных строп:

- соприкасающиеся со стропом поверхности не должны иметь острых кромок;

- радиус кривизны поверхности, непосредственно соприкасающейся со стропом, должен быть не менее 0,75 несущей ширины стропа;

- запрещается размещать места сшивок лент на грузозахватном органе;

- запрещается эксплуатировать стропы в средах, содержащих абразивные материалы – цемент, бетон и т. д., при концентрации пыли вещества в воздухе более 10 мг/м³;

- не допускается контакт строп с кислотами, щелочами, растворителями;

- стропы, ленты которых изготовлены из волокон капрона, допускается применять для транспортирования грузов, имеющих температуру не выше 80 °С, а стропы, ленты которых изготовлены из волокон лавсана, полиэфира, полипропилена и полиамида, – не выше 100 °С.

Порядок выполнения работы

1 Изучить основные требования «Правил ...»:

- к проектированию, изготовлению, и строповке грузов;

- о порядке осмотра строп, съемных ГЗП и тары, браковочные показатели.

2 Основные типы строп и сменных ГЗП, используемых при подъеме и перемещении грузов кранами.

3 В соответствии с исходными данными, представленными в таблице 5.2, определить длину ветви, нагрузку на ветвь, подобрать материал для изготовления двух-, трех- и четырехветвевго универсального стропа. Определить нагрузку на ветви двухветвевго универсального стропа с продольным смещением центра тяжести.

Таблица 5.2 – Исходные данные для самостоятельной работы (см. рисунки 5.1 и 5.2)

Номер варианта задания	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>a</i> , м	2	1,5	1	2,5	1,8	2,8	3	3,2
<i>b</i> , м	1,4	1,2	0,8	2	1,5	2	2	2,2
Вес груза, т	2	1,5	3	3,5	6	4	4,5	5
<i>K</i> , м	0,15	0,1	0,1	0,25	0,2	0,3	0,3	0,3



Контрольные вопросы

- 1 В чем отличие универсального стропа от специального?
- 2 Какие требования предъявляются к неиспользованным ветвям при строповке груза?
- 3 Какие материалы используются для изготовления стропа и соответствующие значения коэффициента запаса прочности?
- 4 Какова периодичность осмотра съемных ГЗП и тары?
- 5 Основные браковочные показатели при осмотре стропа?
- 6 Основные требования при строповке, подъеме, перемещении и укладке груза?

Список литературы

- 1 Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. – Минск: ДИЭКОС, 2015. – 242 с.
- 2 Справочник по кранам: в 2 т. Т. 1: Характеристика материалов и нагрузок. Основы расчета кранов, их приводов и металлических конструкций / В. И. Брауде [и др.]; под общ. ред. М. М. Гохберга. – Москва: Машиностроение, 1988. – 536 с.: ил.
- 3 **Дудко, Г. Д.** Монтаж мостовых кранов и кранов-перегрузателей / Г. Д. Дудко, Ю. Л. Колчинский. – Москва: Стройиздат, 1990. – 223 с.
- 4 Грузозахватные устройства: справочник / Ю. Т. Козлов [и др.]. – Москва: Транспорт, 1980. – 223 с.
- 5 **Вайнсон, А. А.** Крановые грузозахватные устройства: справочник / А. А. Вайнсон, А. Ф. Андреев. – Москва: Машиностроение, 1982. – 304 с.
- 6 **Андреев, А. Ф.** Грузозахватные устройства с автоматическим и дистанционным управлением / А. Ф. Андреев. – Москва: Стройиздат, 1979. – 173 с.
- 7 **Оберман, Я. И.** Строповка грузов: справочник / Я. И. Оберман. – Москва: Металлургия, 1990. – 336 с.

