

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ХАБАРОВСКОГО КРАЯ**

**Краевое государственное бюджетное профессиональное
образовательное учреждение «Спасский индустриально-
экономический колледж»**

**Специальность 151031 Монтаж и техническая эксплуатация
промышленного оборудования**

**ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА
МОСТОВОГО ГРЕЙФЕРНОГО КРАНА Г/П 50 КН,
ПРОЛЕТ ДО 14 М**

**Пояснительная записка
КР.М.ПМ 01.18.00.00.00.ПЗ**

Выполнил студент
гр.М-31

Руководитель
курсового проекта

Консультант
по нормоконтролю

Шавырин Ю.В.
«___» _____ 20 ... г.

Старых Н.В.
«___» _____ 20 ... г

Старых Н. В.
«___» _____ 20 ... г.

2015

Содержание

Введение	3
1 Общая часть	4
1.1 Схема машины, описание ее назначения, устройства и места в технологическом процессе производства	4
1.2 Поставка машины заводом – изготовителем, приемка заказчиком	6
2 Организационная часть	8
2.1 Выбор метода и способа монтажа	8
2.2 График производства, трудоемкость монтажных работ, расчет численности монтажников по специальностям	9
3 Технологическая часть	14
3.1 Монтажная площадка и ее оснащенность	14
3.2 Фундамент под оборудование, требования к устройству фундамента	15
3.3 Приемка оборудования в монтаж, проверка комплектности	16
3.4 Технологический процесс монтажа машины	17
3.5 Требования к установке составных частей машины, выверка и регулировка	19
3.6 Выбор грузоподъемного оборудования и расчет такелажной оснастки	20
3.7 Наладка, обкатка и сдача оборудования в эксплуатацию	21
4 Охрана труда и техника безопасности при монтаже машины	26
Заключение	27
Список литературы	28

Введение

Ликвидация ручных погрузочно-разгрузочных работ, исключение тяжелого ручного труда при выполнении основных и вспомогательных производственных операций, комплексная механизация и автоматизация производственных процессов во всех областях народного хозяйства немислимы без использования широкого комплекса подъемно – транспортных машин. Современные поточные технологические и автоматизированные линии, межцеховой и внутрицеховой транспорт, погрузочно-разгрузочные операции на складах и перевалочных пунктах органически связаны с применением разнообразных типов подъемно – транспортных машин и механизмов, обеспечивающих непрерывность и ритмичность производственных процессов. Поэтому применение данного оборудования во многом определяет эффективность современного производства, а уровень механизации технического производства – степень совершенства и производительность предприятия. При современной интенсивности производства нельзя обеспечить его устойчивый ритм без согласованной и безотказной работы средств транспортирования сырья, полуфабрикатов и готовой продукции на всех стадиях обработки и складирования.

Грузоподъемное оборудование является составной частью технологического оборудования и предназначено для выполнения погрузочно-разгрузочных, монтажно-демонтажных работ.

Цель курсовой работы – разработать технологию монтажа мостового грейферного крана грузоподъемностью 50 кН, пролет 14 метров

Задачи курсовой работы:

- изучение устройства и принципа действия, области применения мостовых грейферных кранов
- углубление теоретических знаний в соответствии с заданной темой;
- формирование умений применять теоретические знания при решении профессиональных задач
- формирование умений использовать справочную, нормативную документацию и литературу;
- подготовка к итоговой государственной аттестации. [6]

1 Общая часть

1.1 Схема машины, описание ее назначения, устройства и места в технологическом процессе производства

В строительном производстве грузоподъемные машины имеют очень широкое применение. С их помощью на строящиеся сооружения подают строительные материалы и штучные детали, стеновые ограждения и элементы кровли, монтируют крупноблочные и крупнопанельные жилые здания, железобетонные и металлические конструкции промышленных зданий и сооружений, выполняют погрузочно-разгрузочные работы на складах материалов и конструкций, обслуживают производственные процессы на открытых площадках предприятий строительной индустрии.

Одним из разновидностей подъемно – транспортных машин является краны мостового типа. Мостовые грейферные краны являются основным грузоподъемным оборудованием открытых и закрытых складов и предназначены для выполнения погрузочно-разгрузочных работ с насыпным грузом. Мостовой грейферный кран захватывает материал и перемещает его в соответствующий отсек склада. Краном также подают материал в бункера технологических агрегатов для переработки. На современном цементном заводе работают от десяти до пятнадцати мостовых кранов грузоподъемностью от пятидесяти до пятисот килоньютонов. Они обслуживают технологическое оборудование и производят погрузочно-разгрузочные операции. В формовочных цехах и складах заводов сборного железобетона работают краны грузоподъемностью от ста до трехсот килоньютонов. Разнообразная подъемно-транспортная техника используется также на стекольных, керамических и других заводах строительных материалов

Мостовой электрический грейферный кран грузоподъемностью 50 кН является однобалочным и состоит из следующих составных частей:

- а) моста;
- б) механизма передвижения крана;
- в) тележки;
- г) кабины;
- г) электрооборудования;
- е) грузозахватного устройства.

Схема мостового грейферного крана представлена на рисунке 1. Мост представляет собой жесткую металлическую раму, состоящую из двух пролетных и двух концевых балок коробчатого сечения, соединенных между собой. Концевые балки имеют один или два

монтажных разъема. На верхних поясах пролетных балок установлены рельсы для крановой тележки. С внешней стороны моста вдоль пролетных балок расположены две площадки: [2]

а) рабочая, на которой расположен механизм передвижения крана и электрооборудование.

б) троллейная, на которой расположены троллеи питания тележки.[2]

Площадки снабжены барьерами.

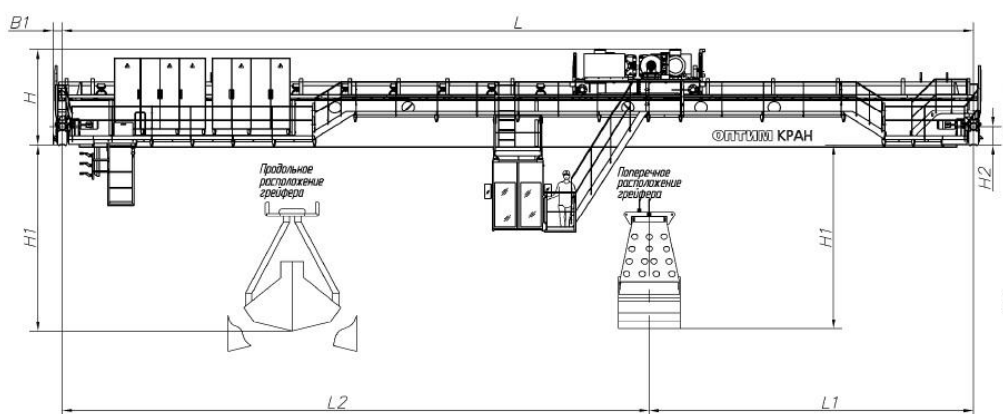


Рисунок 1 – Схема мостового грейферного крана

Механизм передвижения крана изготавливается в зависимости от условий работы двух типов: с быстроходной трансмиссией и с отдельным приводом. В механизмах передвижения крана с отдельным приводом около каждого приводного колеса с закрепленным на консоли вала редуктором устанавливается двигатель с тормозом, который при помощи зубчатых муфт и одного приводного вала соединяются с с входным валом редуктора.

Тележка состоит из опорной рамы с установленным механизмом подъема груза и передвижения. Кроме механизма главного подъема на тележке может быть установлен механизм вспомогательного подъема. Рама тележки сварена из листовой стали.

Катковые и поперечные балки коробчатого сечения составляют жесткую основу рамы, которая накрыта сплошным листом настила.

Механизм подъема состоит из электродвигателя, тормоза, редуктора, барабана и полиспаста. Электродвигатель при помощи приводного вала и зубчатых муфт соединен с редуктором. Выходной вал редуктора соединен с барабаном зубчатым соединением. На барабане закрепляются концы подъемных канатов сдвоенного полиспаста.

Кабина предназначена для размещения аппаратов управления механизмами крана и является рабочим местом крановщика. Она подвешивается к рабочей площадке крана со стороны, противоположной главным троллеям. Из кабины имеется выход на рабочую площадку крана и на посадочную площадку цеха.

Грузозахватное устройство крана – грейфер представляет собой самозачерпывающий захват для сыпучих материалов. В значение грузоподъемности крана включены масса груза и грейфера. От соотношения этих масс зависит зачерпывающая способность крана.[2]

Мостовые грейферные краны работают в исключительно тяжелых эксплуатационных условиях. И при действии разнообразных нагрузок. Механизмы крана подвергаются воздействию пыли, образующейся при перегрузке сыпучих грузов. Пыль, проникая в места сопряжения элементов крана, вызывает их износ. Динамические и статические нагрузки воздействуют на мост крана, детали привода и вызывают их поломку.[2]

1.2 Поставка машины заводом – изготовителем, приемка заказчиком

Однобалочные мостовые краны 50 кН в основном используются для перевозки грузов весом от 32 и до 50 кН. внутри закрытого помещения. Проектная документация, по которой делается кран, относится к проектному типу лёгкой металлоконструкции. Краны с такой грузоподъёмностью не регистрируются в органах Ростехнадзора и могут быть использованы любой организацией. Кран производится с соблюдением всех необходимых норм и стандартов. Кран мостовой электрический 50 кН способствует эффективной автоматизации процесса погрузки и разгрузки насыпных грузов на производстве.

Краны с заводов-изготовителей поступают на предприятие - заказчика комплектно. В комплект электрического мостового крана входит: мост с механизмом передвижения крана, грузовая тележка, кабина крановщика, кабина для осмотра цеховых троллеев, электрооборудование, грейфер, запасные части, эксплуатационная и товаросопроводительная документация. Все перечисленные узлы кранов в соответствии с транспортными условиями разделяют и отправляют с заводов-изготовителей сборочными единицами. Комплектующая ведомость на поставку узлов крана содержится в таблице 1

Таблица 1 – Комплектующая ведомость узлов мостового крана

Наименование узлов	Един. Измерения	Количество	Масса единицы, кг
1 Мост крана в комплекте	шт	1	6000
2 Тележка грейферная	шт	1	2300
3 Кабина крановщика	шт	1	1100
7 Запасные части	Комплект	1	-

Мост крана поставляют пролетной и концевыми балками с установленными ходовыми колесами Пролетную и концевые балки транспортируют с площадками, имеющими перила.

Площадки служат для обслуживания крана и расположения на них приводов. Как правило, электрооборудование привода на обслуживающей площадке установлено заводом-изготовителем.

Прием мостового крана, поступившего от заводов-изготовителей на предприятие, производится комиссией. Председателем комиссии является главный инженер или технический директор – заместитель руководителя предприятия по техническим вопросам, членами – главный механик, главный бухгалтер (бухгалтер) и руководитель подразделения по принадлежности оборудования, а также представители Ростехнадзора. Комиссия несет ответственность за строгое и точное соблюдение правил приемки оборудования, в том числе:

- выявление внешних дефектов;
- проверка фактической комплектности оборудования и технической документации;
- сохранение оборудования в целостности;
- проверка качества изготовленного оборудования и материалов.

В соответствии с ГОСТ 16504—70 предприятия обязаны соблюдать правила приема, в том числе проводить входной контроль. В случае нарушения перечисленных выше требований по приему оборудования предприятия-потребители лишаются права на устранение заводом-изготовителем дефектов и возмещение понесенных потребителем убытков.

Прием мостового крана состоит из проверки наличия технической документации и комплектности поставки, а также выявления внешних дефектов.

При приеме мостового крана должна быть обеспечена правильная его разгрузка с железнодорожных платформ и вагонов. Для этой цели у места приема оборудования должны быть оборудованы постоянные механизированные средства или предварительно устроены и доставлены для временного использования специальные разгрузочные средства.

Персонал, осуществляющий разгрузку прибывшего мостового крана, должен быть подготовлен к работе по сохранению оборудования в целостности и предотвращения поломок или повреждений, которые могут отрицательно повлиять на работу оборудования в период эксплуатации.

Акты приема-передачи оборудования, полностью оформленные и подписанные всеми членами комиссии, передаются в бухгалтерию предприятия для балансового учета, где оборудованию присваивается инвентарный номер.

2 Организационная часть

2.1 Выбор метода и способа монтажа

Установка на место нового грузоподъемного механизма – процесс достаточно сложный и имеющий некоторые особенности, поэтому монтаж мостовых кранов выполняется специализированными организациями, обладающими необходимым набором оборудования, оснастки и квалифицированным персоналом.

Существует два основных способа крепления, которые используются для монтажа крана мостового опорного. При первом способе опоры крепятся непосредственно под кран, во втором - на несущие опоры здания.

Предусмотренный при новом строительстве или реконструкции монтаж крана мостового может выполняться одним из трех методов:

- монтаж мостовых кранов методом поэлементной сборки. При таком способе на подкрановые пути устанавливаются ходовые устройства, далее монтируются полумосты или мост, грузовая тележка. После этого монтируется электросиловое оборудование, автоматика, выполняются пуско-наладочные работы. Такой способ используется в случае, когда для монтажа невозможно использовать монтажные краны высокой грузоподъемности;
- монтаж крана мостового крупноблочным методом. В этом случае, на монтажной площадке собираются крупные узлы и агрегаты, которые устанавливаются в проектное положение в собранном состоянии. Такой метод наиболее эффективен при сборке кранов значительной грузоподъемности с большим пролетом;
- монтаж мостовых кранов полносборным методом, когда на монтажную площадку доставляется кран в полностью собранном виде и при помощи мобильных кранов или монтажных мачт устанавливается на место.

При монтаже мостовых кранов укрупняют сборочные единицы, подают их на монтажную площадку и раскладывают в зоне действия подъемных устройств, стропят, поднимают укрупненные элементы на подкрановые пути, собирают и выверяют смонтированные краны.

Выбор способа монтажа мостовых кранов зависит от их конструкции и массы, места установки: внутри или вне здания, сроков поставки заводами-изготовителями, строительной готовности объекта, конструкции каркаса здания, а также типа и характеристик грузоподъемных машин, имеющихся у монтажной организации. [3]

Наибольшее распространение получили следующие способы монтажа мостовых кранов:

- с помощью башенных или стреловых рельсовых кранов, предназначенных для монтажа строительных конструкций зданий;

– с помощью стреловых самоходных кранов; с использованием конструкций каркасов зданий, в том числе полиспадами, закрепленными за колонны или за монтажные балки, опирающиеся на две соседние фермы,

— с помощью стреловых самоходных кранов непосредственно за фермы.

В последнее время получает распространение разработанный институтом «Гипрометаллургмонтаж» метод монтажа кранов, полностью собранных в нижнем положении, с помощью оборудования конвейерных линий для сборки и монтажа блоков покрытий зданий.

Широко распространенный ранее способ монтажа кранов с помощью мачт в настоящее время используется только в тех случаях, когда нет или нельзя применить другие подъемные устройства или механизмы, например, условия цеха не позволяют использовать самоходный кран, а конструкции его каркаса — установить монтажную балку. Главными недостатками этого способа являются большая, по сравнению с другими, трудоемкость (в 1,5—1,8 раза), металлоемкость, продолжительность работ, а также необходимость устанавливать расчалки для крепления мачты внутри цеха.

В последнее время начинает внедряться метод монтажа мостовых кранов с помощью гидравлических подъемников конструкции института «Гипротехмонтаж».

Наиболее простым и рациональным способом монтажа крана является его подъем за стропильные фермы. Если стропильные фермы расположены не достаточно высоко над краном, подъем крана производится с поперечных монтажных балок, опирающиеся на две соединяющие стропильные фермы

Выбор метода сборки и установки мостовых кранов определяется в зависимости от места установки (в здании или за его пределами), их массы и вида конструкции. Сроки поставки узлов и деталей мостовых кранов, оговоренные с заводами-изготовителями, готовность объекта, особенности конструкции каркаса цеха или иного здания, а также тип и характеристики грузоподъемных машин – все это оказывает влияние на установку мостовых кранов.

Порядок проведения укрупнительной сборки и степень укрупнения деталей кранов определяются утвержденным проектом производственных работ, исходя из выбранного метода монтажа и условий поставки мостовых кранов. Укрупнительная сборка конструкций позволяет осуществить монтаж мостовых кранов в более сжатые сроки и с меньшими трудовыми затратами. [3]

2.2 График производства, трудоемкость монтажных работ, расчет численности монтажников по специальностям

Трудоемкость монтажных работ на оборудование определяется по специальности «Ценникам на монтаж оборудования» исходя из технической характеристики монтируемого оборудования или по сборникам норм и расценок на такелажные и слесарно-сборочные работы,

составленным на основании опытно-статистических данных. Кроме того, для укрупненных расчетов в практике часто пользуются нормативами трудовых затрат на капитальный ремонт оборудования.

Трудоемкость монтажа мостового грейферного крана грузоподъемностью 50 кН, пролет 14 метров $Tr_{\text{мон}}$, чел. · ч. рассчитывается по формуле

$$Tr_{\text{мон}} = K \cdot Tr_{\text{к}} \quad (1)$$

где $K = 1,25$ – поправочный коэффициент

$Tr_{\text{к}} = 384$ чел. · ч – нормативная трудоёмкость капитального ремонта []

$$Tr_{\text{мон}} = 1,25 \cdot 384 = 480 \text{ чел.} \cdot \text{ч}$$

Продолжительность монтажа мостового грейферного крана грузоподъемностью 50 кН, пролет 14 метров $Pr_{\text{мон}}$, ч рассчитываем по формуле

$$Pr_{\text{мон}} = K \cdot Pr_{\text{к}} \quad (2)$$

где $K = 1,25$ – поправочный коэффициент

$Pr_{\text{к}} = 96$ ч – нормативная продолжительность капитального ремонта

$$Pr_{\text{мон}} = 1,25 \cdot 96 = 120 \text{ ч}$$

Принимаем режим работы монтажников на монтаже мостового грейферного крана грузоподъемностью 50 кН, пролет 14 метров односменный, продолжительность смены $T_{\text{см}} = 12$ часов. Сменная продолжительность монтажа сушильного барабана $Pr_{\text{см}}$, смен рассчитывается по формуле

$$Pr_{\text{см}} = Pr_{\text{монт}} / T_{\text{см}}, \quad (3)$$

где $Pr_{\text{монт}} = 120$ ч – нормативная продолжительность монтажа;

$T_{\text{см}} = 12$ ч – принятая продолжительность смены;

$$Pr_{\text{см}} = 120 / 12 = 10 \text{ смен}$$

Количество монтажников М, чел производится по формуле

$$M = \text{Tr}_{\text{МОНТ}} / (\text{Пр}_{\text{МОНТ}} \cdot K_{\text{СМ}}) \quad (4)$$

где $\text{Tr}_{\text{МОНТ}} = 480$ чел.ч – трудоёмкость монтажа

$\text{Пр}_{\text{МОНТ}} = 120$ ч – продолжительность монтажа

$K_{\text{СМ}} = 1,05$ – коэффициент сменности

$$M = 480 / (120 \cdot 1,05) \cong 4 \text{ чел.}$$

Исходя из содержания работ по монтажу мостового грейферного крана – слесарно-монтажных, сварочных и крановых принимаем коэффициенты по видам работ:

1 Слесарно-монтажные работы - $K_{\text{сл}} = 60\% = 0,6$

2 Сварочные работы - $K_{\text{св}} = 20\% = 0,2$

4 Крановые работы - $K_{\text{кр}} = 15\% = 0,15$

5 Прочие (неучтенные) работы - $K_{\text{пр}} = 5\% = 0,05$

Трудоёмкость работ по каждому виду Tr_i , чел.ч рассчитывается по формуле

$$\text{Tr}_{\text{МОН}} = \text{Tr}_{\text{МОНТ}} \cdot K_i, \quad (4)$$

где $\text{Tr}_{\text{МОНТ}}$ – общая трудоёмкость монтажных работ;

K_i - коэффициенты по видам работ.

$$\text{Tr}_{\text{сл}} = \text{Tr}_{\text{МОНТ}} \cdot K_{\text{сл}} = 480 \cdot 0,6 = 288 \text{ чел.ч}$$

$$\text{Tr}_{\text{св}} = \text{Tr}_{\text{МОНТ}} \cdot K_{\text{св}} = 480 \cdot 0,2 = 96 \text{ чел.ч}$$

$$\text{Tr}_{\text{кр}} = \text{Tr}_{\text{МОНТ}} \cdot K_{\text{кр}} = 480 \cdot 0,15 = 72 \text{ чел.ч}$$

$$\text{Tr}_{\text{пр}} = \text{Tr}_{\text{МОНТ}} \cdot K_{\text{пр}} = 480 \cdot 0,05 = 24 \text{ чел.ч}$$

где $K_{\text{сл}} = 0,6$, $K_{\text{св}} = 0,2$, $K_{\text{кр}} = 0,15$; $K_{\text{пр}} = 0,05$ – коэффициенты соответственно для слесарных, станочных, сварочных, крановых и прочих работ;

$\text{Tr}_{\text{МОНТ}} = 480$ чел.ч – общая трудоёмкость монтажных работ

Расчет количества монтажников по специальностям M_i , чел. производится по формуле

(3)

$$I_{нэ} = \frac{Q_{нэ}}{I_{д} \cdot E} = \frac{288}{120 \cdot 1.05} = 2,5 \text{ д.к.}$$

$$I_{на} = \frac{Q_{на}}{I_{д} \cdot E} = \frac{96}{120 \cdot 1.05} = 0,8 \text{ д.к.}$$

$$I_{эд} = \frac{Q_{эд}}{I_{д} \cdot E} = \frac{72}{120 \cdot 1.05} = 0,6 \text{ д.к.}$$

$$I_{д} = \frac{Q_{д}}{I_{д} \cdot E} = \frac{24}{120 \cdot 1.05} = 0,2 \text{ д.к.}$$

Окончательно принимаем состав монтажной бригады:

слесари – монтажники – 3 чел; сварщик – 1 чел.

Для производства крановых и прочих работ будут использоваться работники со стороны.

Для планирования монтажных работ и определения сроков монтажа разрабатывают сетевые графики, в которых порядок и последовательность монтажа привязываются к месту расположения фундаментов под оборудование.

Основными элементами сетевого графика является стрелки отображающие вид работ, и кружки между стрелками, обозначающие события – переход от одной работы к другой или, точнее, факт окончания одной работы или начала последующей.

Сетевой график – это технологическая модель производственного процесса, наглядно показывающая взаимосвязь подлежащих выполнению работ.

Основной для составления сетевого графика является перечень событий и работ по монтажу сушильного барабана. Перед построением сетевого графика надо составить ведомость работ с указанием трудоемкости и продолжительности отдельных видов работ. При этом должны быть использованы прогрессивные нормативы трудоемкости. Ведомость работ сетевого графика по монтажу мостового грейферного крана грузоподъемностью 50 кН приведена в таблице 6. [1]

Таблица 6 - Ведомость работ по монтажу мостового грейферного крана грузоподъемностью 50 кН

События	Наименование работ	Обозначение работ
1	Подготовка монтажной площадки	1-2
2	Доставка на монтажную площадку монтажного крана, такелажа	2 --3
3	Доставка на монтажную площадку узлов крана	3-4
4	Предмонтажная ревизия механизмов и усиление металлоконструкции крана	4 - 5
5	Укрупнительная сборка моста	5 - 6
6	Приемка подкрановых путей, разбивка осей	2-6

Продолжение таблицы 6

События	Наименование работ	Обозначение работ
7	Установка моста в сборе	6-7
8	Установка тележки	7-8
9	Установка кабины крана	8-9
10	Сварка стыков моста крана	9-10
11	Сборка и установка дополнительных устройств крана	10-11
12	Запасовка каната	11-12
13	Монтаж электрооборудования крана	10-13
14	Выверка, регулировка моста и крановых механизмов	12-13
15	Опробование механизмов, статическое и динамическое испытание крана	13-14
16	Окраска крана	14 -15
17	Передача в эксплуатацию	15 - 16

Сетевой график на монтаж мостового грейферного крана приведен на рисунке 2.

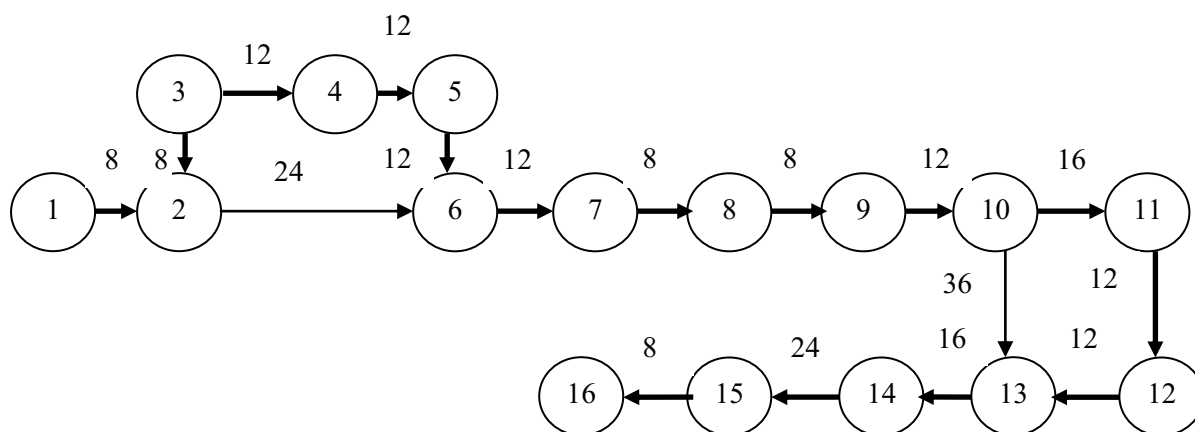


Рисунок 2 – Сетевой график на монтаж мостового крана

Пути сетевого графика:

Первый путь: 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16 $L_1 = 180$ ч

Второй путь: 1-2-6-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16 $L_2 = 160$ ч

Третий путь: 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-13-14-15-16 $L_3 = 176$ ч

Четвертый путь: 1-2-6-4-5-6-7-8-9-10-13-14-15-16 $L_4 = 156$ ч

Первый путь является критическим, работы, лежащие на критическом пути, не имеют резерва времени.

3 Технологическая часть

3.1 Монтажная площадка и ее оснащенность

Для монтажа крана необходимо выделить площадку, достаточную для свободного и удобного оперирования с краном при подготовке к монтажу и в процессе монтажа.

Организацию монтажной площадки для монтажа мостовых кранов не решают отдельно от организации монтажной площадки для монтажа технологического оборудования объекта в целом. Поэтому вопросы сооружения временных железнодорожных путей и дорог, производственных и бытовых помещений, внешних магистралей и разводов энергоснабжения, сжатого воздуха, кислорода и ацетилена, освещения площадки и др. не требуют самостоятельного решения для крана. Приступая к этим решениям, в первую очередь рассматривают вопрос подачи на монтажную площадку деталей крана и размещения их на этой площадке. Наиболее рационально и с наименьшими материальными затратами решается этот вопрос в том случае, если монтажную площадку пересекают железнодорожные пути, укладываемые для подачи на монтаж стальных конструкций здания, передвижения монтажных механизмов, подачи огнеупорного припаса и других материалов. Выбор места установки крана на подкрановые балки следует в том случае, если он не связан с другими обстоятельствами, сделать с учетом наличие железнодорожных путей, по которым детали крана могут быть поданы непосредственно под монтажный механизм: железнодорожные пути только для подачи крана прокладывать экономически нецелесообразно.

Если железнодорожные пути не пересекают монтажную площадку, надо определить трассу, по которой детали крана будут перемещены на площадку после доставки их со склада транспортными средствами до конечного их пункта. Следует рассмотреть также возможность перевозки кранового оборудования автомобильным транспортом, на трейлерах большой грузоподъемности. Такая перевозка в большинстве случаев позволяет доставить оборудование непосредственно к месту монтажа. [3]

Если детали крана намечено поднимать на подкрановые балки полиспастами, подвешенными к конструкциям здания, электролебедки, грузовые полиспасты с дополнительными устройствами для их подвески и другие средства для такелажных работ располагают на площадке с соблюдением определенных требований. Грузовые полиспасты и дополнительные устройства для их подвески, а также электролебедки располагают так, чтобы без перевески и перестановки обеспечить подъем и установку на место всех деталей крана. Электрические лебедки устанавливаются с соблюдением таких же требований, а также так, чтобы машинист видел поднимаемый груз и руководителя подъема: передача команды руководителя подъема через посредника допускается только в исключительных случаях; лебедки должны

быть установлены так чтобы число отводных блоков было минимальным, а расстояние от блока, направляющего канат на барабан грузовой лебедки, было не менее 20 длин барабана этой лебедки, если на ней нет канатоукладчика.

Правильность выбора монтажной площадки, ее размеры и расположение способствуют повышению производительности труда при монтаже мостовых кранов. Размеры площадки определяются строительной готовностью объекта и работой смежных организаций в районе монтажа. Ее размеры должны обеспечить правильное размещение такелажного оборудования, металлоконструкций и механизмов, а также безопасность и безаварийность работы. Такелажное оборудование располагают вне зоны опасности так, чтобы имелся хороший обзор монтажной площадки, и была обеспечена безопасность обслуживающего персонала. Площадку лучше всего располагать в районе подъездных путей так, чтобы можно было с меньшими затратами производить подачу и разгрузку такелажной оснастки и оборудования. При этом необходимо обеспечить подачу узлов крана непосредственно в зону монтажа, т. е. под подъемный механизм. Выбор наиболее экономичного варианта монтажа непосредственно связан с выбором монтажной площадки. Поэтому при проработке той или иной схемы подъема необходимо учитывать те возможности, которыми располагает выбранная монтажная площадка. Зачастую при изменении способа монтажа приходится подбирать новую площадку. [3]

3.2 Фундамент под оборудование, требования к устройству фундамента

Готовность зданий, сооружений, фундаментов и других строительных конструкций к производству работ по монтажу мостовых кранов, а также порядок сдачи-приемки оборудования и фундаментов под монтаж определяется СНиП 3.01.01 – 95.

Мостовой грейферный кран передвигается по рельсовому пути, размещенном на конструкциях здания. Монтаж крана производится одновременно с выполнением строительных работ. Для обеспечения правильного и безопасного монтажа необходимо закончить установку в здании не менее пяти – шести колонн, а так же закончить монтаж и выверку подкрановых путей.

При сооружении рельсовых путей рекомендуется пользоваться сборными инвентарными секциями с деревянными полушпалами, из деревометаллических звеньев и с железобетонными балками. Их геометрические параметры должны соответствовать требованиям СНиПа. Характеристики полушпал и рельсов подкранового пути должны соответствовать допустимому давлению на ходовые колеса крана.

Мостовые краны монтируют после сдачи по акту подкрановых путей в полном объеме или отдельными участками. Допускается приемка отдельного выверенного участка подкрановых путей длиной не менее трех баз крана с установкой по концам этого участка

временных тупиковых упоров. Допускаемые отклонения от проектных размеров смонтированных подкрановых путей: [3]

Смещение оси рельса относительно оси подкрановой балки, мм	15
Расстояние между осями подкрановых рельсов (колея крана), мм	10
Непрямолинейность оси рельса, мм, на длине 40 м	15
Разность отметок головок рельсов на соседних колоннах, мм, при расстоянии между колоннами $L > 10$ м	15
Разность отметок головок рельсов в одном поперечном сечении пути, мм:	
- на опорах	15
- в пролете	20
Взаимное смещение торцов рельсов в стыках по высоте и в плане, мм	2

3.3 Приемка оборудования в монтаж, проверка комплектности

Монтажная организация до начала монтажных работ должна принять узлы мостового крана от заказчика с оформлением акта приемки. Приемке предшествует изучение технической документации, которая должна быть передана заказчиком монтажной организации. Приемку – сдачу крана осуществляют специалисты - представители заказчика и монтажной организации. При приемке проверяют:

- наличие и комплектность технической документации;
- комплектность крана по комплекточной и отгрузочной ведомости завода – изготовителя.
- наличие и состояние предохранительного смазочного материала (консервационного) и защитных устройств на сборочных единицах и деталях. [3]

Оборудование до передачи в монтаж должно быть подготовлено в соответствии с требованиями завода – изготовителя. Эту подготовку называют ревизией. Ее выполняют в полном соответствии технической документацией. В процессе ревизии производится:

- 1 Распаковка узлов и электрооборудования крана. Ящики распаковываются осторожно, чтобы не повредить оборудование.
- 2 Все узлы крана и электрооборудование необходимо очистить от загрязнения и ржавчины.
- 3 Механизмы, покрытые антикоррозийным составом, промыть растворителем, протереть чистым маслом и вытереть насухо чистой ветошью.
- 4 Заменить масло в редукторах (если предусмотрено техническими условиями);
- 5 Проверка состояния, очистка и промывка смазочных каналов в деталях
- 6 Доукомплектование сборочных единиц.

При обнаружении отступлений от чертежей и технических условий составляется акт, и затем с решается вопрос о возможности монтажа крана или необходимость его замены.

Для подачи мостового крана в рабочую зону используются средства железнодорожного транспорта (если есть железнодорожные пути), а так же тягачи, трейлеры, краны различных типов, лебедки и другие различных типов и другие средства. [3]

3.4 Технологический процесс монтажа машины

Объектами монтажа для мостовых кранов являются мост, главные и вспомогательные грузовые тележки, балансиры, кабины и приборы безопасности, грейфер.

Монтаж мостового крана включает следующие основные операции:

1 сборку тележек, моста, крана, кабины и других узлов в наземных условиях (на нулевой отметке);

2 подъем на подкрановые пути собранных узлов;

3 подъем кабины и соединение ее с мостом или тележкой;

4 монтаж электрического оборудования крана;

5 окончательная наладка и регулировка всех механизмов и узлов;

6 испытание механизмов крана вхолостую, под номинальной и пониженной нагрузкой.

В соответствии с принятой схемой монтажа кран собирается на стеллажах на нулевой отметке, что создает максимум удобств для монтажных работ. После того как на собранном кране будет установлена и закреплена тележка, кран поднимают на подкрановые рельсы. Полная сборка крана на нулевой отметке позволит сократить продолжительность монтажа за счет удобства выполнения работ и улучшить его качество. [7]

Окончательную сборку моста крана выполняют приваркой накладок к концевым балкам в местах стыка полумостов.

Наиболее простым и рациональным способом монтажа крана является его подъем за стропильные фермы, если их прочность достаточна для восприятия веса крана и всех возникших при монтаже усилий. Если стропильные фермы расположены недостаточно высоко над краном, подъем производится с поперечных монтажных балок, опирающиеся на две соседние стропильные фермы. При отсутствии стропильных ферм или их недостаточной прочности кран монтируют с помощью мачты. Во время монтажа поднимать кран следует осторожно, не допуская деформации. Категорически запрещается крепить какие-либо монтажные приспособления к деталям механического оборудования крана.

При наличии на одних путях монтируемого и действующего кранов, в целях исключения возможности столкновения друг с другом, необходимо:

а) установить временные опоры на подкрановых путях;

- б) снять напряжение с троллеев в зоне монтажного участка;
- в) выставить предупредительные сигналы для крановщиков работающих кранов

В тех случаях, когда тележку поднимают отдельно, подъем ее производится после подъема моста. При подъеме тележка должна свободно проходить между мостами.

Если позволяют условия, то лучшим вариантом является подъем моста крана вместе с кабиной. Если условия не позволяют, то кабина крана монтируется после установки на подкрановые пути моста. Кабину поднимают на канатах, пропущенных через блоки, укрепленные непосредственно на конструкции моста над местом установки кабины. [7]

При общей сборке крана после основных монтажных операций производится:

- 1 сварка стыка концевых балок;
- 2 установка торцовых перил, скребков (щитков) ходовых колес, буфера крана, электрогидравлических толкателей тормозов, верхнего блока, стойки и рычага выключателей подъема крюка
- 3 запасовка каната;
- 4 монтаж электрооборудования и разводка проводов;
- 5 окраска крана антикоррозийной краской.

Для проектирования технологического процесса монтажа, а также определения потребности в грузоподъемных механизмах, монтажных приспособлениях и материалах, разрабатываются технологические карты. Технологическая карта на монтаж мостового грейферного крана грузоподъемностью 50 кН дана в таблице 2.

Таблица 2 – Технологическая карта на монтаж мостового грейферного крана грузоподъемностью 50 кН

Комплекс работ	Операции и режимы	Оборудование		Материалы		Технические условия
		наименование	количество	наименование	количество	
Подготовительные работы	1 Подготовка монтажной площадки	Самосвал	1	Щебень	Куб.м	Допускаемые отклонения по СНиП
	2 Доставка узлов крана	Ж.д. транспорт или тягач, кран монтажный	1			
	3 Разбивка осей и приемка подкрановых путей	Нивелир	1	Стальная проволока		
	4 подготовка и ревизия узлов крана	Кран монтажный	1	Промывочная жидкость		

Продолжение таблицы 2

Комплекс работ	Операции и режимы	Оборудование		Материалы		Технические условия
		наименование	количество	наименование	количество	
2 Монтажные работы	1 Укрупнительная сборка моста 2 Установка моста на подкрановые пути, выверка 3 Установка тележки 4 Установка кабины 5 Монтаж стыков моста 6 Установка сборочных элементов 7 Запасовка каната 8 Монтаж электрооборудования и разводка проводов	Кран монтажный	1			
3 Заключительные операции	1 Окраска крана 2 Статическое испытание 3 Динамическое испытание 4 Снятие такелажной оснастки	Распылитель, Груз весом 125 кН	1	Краска антикоррозийная		

3.5 Требования к установке составных частей машины, выверка и регулировка

Для проверки установки мостового крана выполняют следующие операции:

- 1) проверка горизонтальности, прямолинейности подкрановых путей;
- 2) проверка пролета и параллельность подкрановых путей;
- 3) проверка горизонтальности моста;
- 4) определение высоты подъема металлоконструкции мостового крана;
- 5) проверка перпендикулярности оси крана к оси подкрановых путей

Высоту подъема моста проверяют обычными методами нивелирования.

Перпендикулярность выверяют при помощи инструментов ИСЦБ-3.

Правильность расположения подкрановых путей проверяют при помощи натянутой струны с отвесами, нивелира и нивелирной рейки. Струной с отвесами проверяют отклонения подкранового рельса от прямолинейности в горизонтальной плоскости, нивелиром и рейкой — в вертикальной плоскости. Параллельность подкрановых рельсов и пролет крана проверяют рулеткой, измеряя расстояния между осями рельсов - отклонение должно быть не более

±5 миллиметров на длине один метр.

Зазор в стыках рельсов подкрановых и тележечных путей не должен превышать два миллиметра– проверяется щупом или штангенциркулем. Боковые и высотные смещения стыков не должно быть более одного миллиметра – проверяется шаблоном и щупом.

Износ поверхности качения ходовых колес допускается не более 0,2 толщины обода и не более 0,5-0,6 толщины реборды. Проверяется измерением с помощью штангенциркуля.

3.6 Выбор грузоподъемного оборудования и расчет такелажной оснастки

Выбор грузоподъемного механизма и расчет такелажной оснастки производится по весу пролетной балки моста крана. По технической документации завода – изготовителя вес балки $G_0 = 60$ кН

Требуемую грузоподъемность крана $Q_{тр}$, кН [6] определяем по формуле

$$Q_{тр} = k \cdot G, \quad (2)$$

где $G = 60$ кН – вес поднимаемого груза;

$k = 1,1$ - для механизма с короткозамкнутым приводом; [8]

$$Q_{тр} = 1,1 \cdot 60 \cong 66 \text{ кН}$$

По требуемой грузоподъемности $Q_{тр}$ из каталога выбираем монтажный кран на пневмоходу КС-5363, грузоподъемность 250 кН, Высота подъема при наибольшем вылете крюка 16,3 м. Схема установки пролетной балки стреловым краном дана на рисунке 6

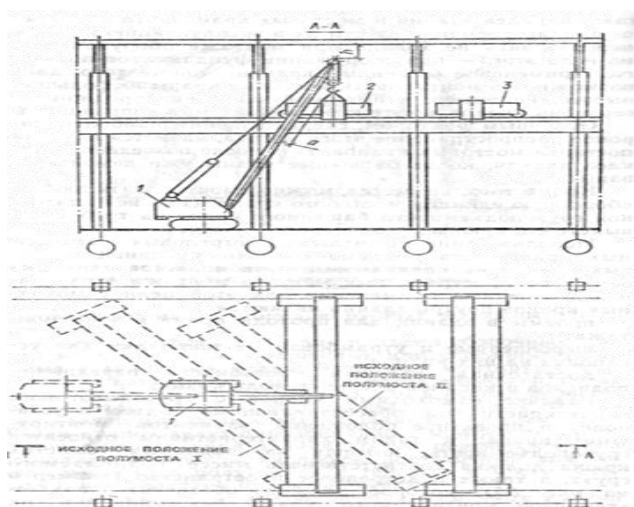


Рисунок 6 - Схема установки пролетной балки мостового крана на подкрановые пути одним монтажным краном

Схема строповки моста крана дана на рисунке 7

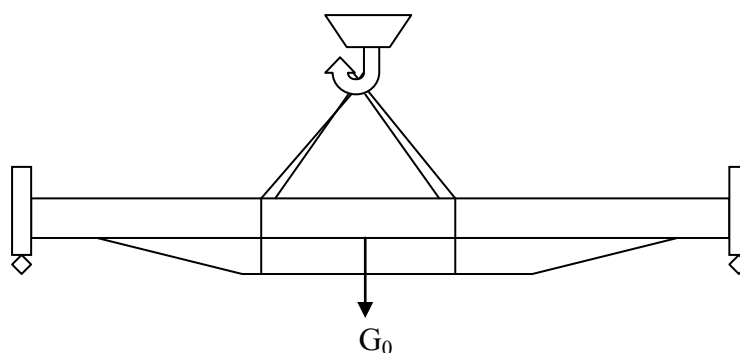


Рисунок 7- Схема строповки моста

Натяжение одной ветви стропа S , кН [6] определяется по формуле

$$S = \frac{P}{m \cdot \cos \alpha}, \quad (3)$$

где $P=G = 60$ кН - расчётное усилие приложенное к стропу;

$m = 4$ - общее количество ветвей стропа при сложении канатов, определяется по схеме строповки;

$\alpha = 45^\circ$ - угол между направлением действия расчётного усилия и ветвей стропа;

$$\cos 45^\circ = 0,7071.$$

$$S = \frac{60}{4 \cdot 0,7071} = 21,2 \text{ кН}$$

Разрывное усилие стропа R_k , кН определяем по формуле

$$R_k = S \cdot k_3 \quad (4)$$

где $S = 21,2$ кН - натяжение одной ветви стропа;

$k_3 = 6$ - коэффициент запаса прочности для стропа; [8]

$$R = 21,2 \cdot 6 = 127,3 \text{ кН}$$

По найденному разрывному усилию из таблицы ГОСТа [6] выбираем канат типа ЛК-Р конструкции 6x19 (1+6+6/6)+1 с характеристиками: [8]

Диаметр каната $d = 14$ мм;

Разрывное усилие $R = 108 - 131$ кН;

Временное сопротивление на разрыв - 1670

3.7 Наладка, обкатка и сдача оборудования в эксплуатацию

Монтаж крана завершают наладкой, опробованием, техническим освидетельствованием и сдачей в эксплуатацию. Эти работы проводятся при участии эксплуатационного персонала.

Наладка крана состоит в опробовании всех его механизмов и устранении обнаруженных недостатков. Механизмы крана работают нормально, если:

- температура в подшипниках не превышает установленную,
- подтекания в уплотнениях отсутствуют,
- шум при работе механизмов крана ровный, низкого тона,
- в конечных положениях крана срабатывают конечные выключатели.

Температуру проверяют термометром, закрепленным изоляционной лентой. Для подшипников качения мостового грейферного крана грузоподъемностью 100 кН она не должна превышать 50 градусов Цельсия. При ненормальном шуме редукторов его уровень проверяют шумомером. На расстоянии полуметра от редуктора и скорости вращения 6 – 15 метров в секунду уровень звукового давления при шестой степени точности шестерен не должен превышать 70 дБ.

При опробовании каждого механизма в отдельности их проверяют при выполнении совместных движений: например, при одновременном передвижении моста, тележки, грузозахватного органа. Работу тележки крана опробуют в течение рабочей смены, а моста – трех - четырехкратным проездом по свободной зоне цеха. До начала движения крана или тележки по путям проверяют действие звукового сигнала – звонка. Его звук должен быть громким. Одновременно проверяют блокировку входа в кабину крановщика. При открытом люке ни один механизм крана не должен включаться.

При опробовании крана проверяют потребление им электроэнергии. При повышенном расходе нужно выявить причину, устранить ее и повторить проверку.[7]

После опробования механизмов и устранения неисправностей, регулирования тормозов приступают к техническому освидетельствованию, статическому и динамическому испытанию. Испытаниям предшествует:

- проверка комплектности механической и электрической частей крана;
- наличие запасных частей и специального инструмента;
- проверка состояния подкрановых путей;
- подготовка испытательных грузов;
- подводка напряжения, устойчивого в период всего испытания.

Статическое испытание проводят грузом, превышающим номинальную грузоподъемность крана на 25 процентов. Мостовой кран при этом устанавливают над опорами

крановых путей, а тележку – в середине пролета, в положении, соответствующем наибольшему прогибу. При статическом испытании определяют упругую пластическую деформацию обеих пролетных балок моста. Измерения проводят с помощью отвесов и линейки. При наличии остаточной деформации кран в работу не допускается

При положительных результатах статического испытания проводят динамическое испытание грузом, на 10 процентов превышающим номинальную грузоподъемность крана. При этом проверяют действие всех механизмов крана при рабочих скоростях сначала отдельно, затем совместно. Кран продвигается по всей длине крановых путей до упоров с обеих сторон. При этом проверяют действие конечных выключателей. Аналогично испытывают передвижение крановой тележки. Проверку конечных выключателей подъема выполняют без груза. Результаты испытаний оформляются актом [7]

После динамических испытаний проводят повторный осмотр крана, обращая внимание на исправность механизмов, нагрев подшипников, подтекание масла в разъемах. При отсутствии неисправностей инженер по надзору дает разрешение на эксплуатацию крана.

Смонтированный и установленный на подкрановых путях кран до пуска в работу подлежит регистрации в органах Росгортехнадзора, республиканских и ведомственных инспекциях котлонадзора. Кран должен быть подвергнут техническому освидетельствованию в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов». Этими же правилами определяются условия эксплуатации мостовых кранов, которыми обязан руководствоваться в своей работе крановщик.

Очередное (не реже одного раза в год) и внеочередное (после монтажа, переустройства, ремонта, смены канатов или аварии) освидетельствование кранов проводится с целью установить, что кран изготовлен и оборудован согласно действующим правилам и нормам, соответствует своему назначению, находится в исправном состоянии. Наблюдение и уход за краном, а также его обслуживание должно быть поручено специально обученному и хорошо знающему свои обязанности лицу.[7]

Освидетельствование и испытание крана включают:

- а) наружное освидетельствование всех ответственных узлов и деталей в нерабочем состоянии крана;
- б) испытание механизмов на холостом ходу,
- в) испытание крана под статической нагрузкой, превышающей номинальную на 25 процентов;
- г) испытание крана под динамической нагрузкой, превышающей номинальную на 10 процентов.

При статическом испытании груз поднимают на высоту 0,1 метра и выдерживают в течение 10 мин. После снятия груза проверяют отсутствие остаточных деформаций. При динамическом испытании груз несколько раз поднимают и проверяют действие всех механизмов крана. Результаты испытания заносят в паспорт крана. На работающих кранах должны быть ясно обозначены регистрационный номер, грузоподъемность и дата очередного испытания. Одновременно с предъявлением крана к техническому освидетельствованию монтажная организация представляет исполнительскую техническую документацию. [7]

При подготовке крана к работе следует выполнять следующие правила безопасности:

а) наладочные работы и испытания производить при установленных кожухах на приводных валах, наличии крышек на клеммных коробках и закрытых дверях электрошкафов;

б) между персоналом, производящим наладку и испытания, и оператором обеспечить связь с помощью сигналов «Выключить», «Включить», «Вперед», «Назад», «Вверх», «Вниз» и др.;

в) до подачи напряжения на главные троллеи необходимо убедиться в отсутствии людей и посторонних предметов на подкрановых путях;

г) при выполнении наладочных работ необходимо соблюдать требования Правил Госгортехнадзора, «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТБ)».

Проверить наличие смазки в редукторах, зубчатых муфтах, подшипниках и шарнирах. Осмотреть резьбовые соединения, металлоконструкции крана, подкрановые и подтележечные пути, блокировочные устройства и убедиться в правильности крепления кабины. Произвести обкатку механизмов передвижения крана, тележки и подъема вхолостую в течении 10 минут в каждую сторону и проверить надежность крепления электродвигателей, редукторов, тормозов и муфт после обкатки, а также степень нагрева подшипников.

Наладочные работы на смонтированном кране условно разбиваются на три этапа.

Первый этап - работы, проводимые без подачи напряжения в схему крана;

Второй этап - работы, проводимые с подачей напряжения только в цепи исправления, защиты и сигнализации;

Третий этап - работы, проводимые после подачи напряжения по постоянной схеме, прокрутка и испытание механизмов.

Первый этап охватывает проверку отдельных элементов электрооборудования и проводов.

Второй этап охватывает проверку под напряжением смонтированного оборудования крана и взаимодействия его элементов. Производится измерение сопротивления изоляции вторичных цепей, проверка правильности смонтированной схемы управления, защиты и

сигнализации (прозванивание или опробование под напряжением), подача напряжения на схему управления (вторичные цепи) по постоянной схеме и комплексная проверка всех ее элементов и блокировок.

Третий этап охватывает окончательную проверку и испытание монтажа и наладки электрической части крана.

После опробования всех механизмов кран должен быть подвергнут полному техническому освидетельствованию в соответствии с Правилами Госгортехнадзора. Результаты окончательных испытаний оформляются соответствующими документами.

Сдача в эксплуатацию смонтированного крана разрешается только после регистрации на предприятии.

4 Охрана труда и техника безопасности при монтаже машины

Монтаж мостового крана осуществляется специализированными или комплексными бригадами. К монтажным работам допускаются рабочие, прошедшие инструктаж по технике безопасности непосредственно на месте монтажа и обязательную ежегодную проверку знаний правил техники безопасности. Леса и помосты, применяемые на монтажных работах, должны быть инвентарными и изготавливаться по типовым проектам.

К работе по пуско-наладке крана мостового на высоте допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие специальный медицинский осмотр.

Подъем рабочих на высоту (подкрановые балки, конструкции и т.п.) должен производиться по исправленным лестницам, надежно прикрепленным к основным элементам здания.

При работе на высоте монтажник обязан иметь при себе сумку для инструмента, болтов, гаек или, если работа выполняется с настилов, иметь для этого ящик.

Такелажное оборудование и механизмы, применяемые на монтаже кран балки в соответствии с действующими «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов», должны быть исправными, удовлетворять требованиям Правил Госгортехнадзора.

Монтаж кранов в действующих цехах предусматривает проведение следующих мероприятий:

- при монтаже мостовых кранов на путях, где имеются работающие краны в другом ярусе, монтажная зона должна быть ограждена временными упорами, выключающими линейками, которые бы исключали возможность въезда в зону монтажа работающих кранов мостовых;

- ванты подъема мачт, стяжки и прочие устройства должны находиться в зоне, ограниченной упорами, чтобы избегать наезда кранов мостовых электрических на них, троллеи в зоне, ограниченной упорами, должны быть обесточены, т.к. при работе с канатами возможно замыкание троллеев и неизбежные при этом несчастные случаи. [7]

Запрещается применять краны в агрессивных, взрыво- и пожароопасных средах и использовать для транспортировки расплавленного металла, шлака, ядовитых и взрывчатых веществ. Грузоподъемность грейфера определяется пробным зачерпыванием после установки грейфера на кране.

Заключение

Цель курсового проекта достигнута. Составлен проект производства работ по монтажу мостового однобалочного грейферного крана грузоподъемностью 50 кН.

Мостовой кран в целом представляет собой систему, которая состоит из невосстанавливаемых и восстанавливаемых элементов. Первые в случае отказа не могут быть восстановлены в процессе эксплуатации (например, стальной канат, подшипник качения), вторые после отказа могут быть восстановлены и вновь введены в эксплуатацию (например, тормозные накладки, зубчатые полумуфты).

Сокращение сроков ремонта и упрощение обслуживания кранов происходит за счет: стандартизации и нормализации узлов и деталей; применения более прочных и износостойких материалов; упрощения конструкции крана; установки предохранительных и предупреждающих устройств; высокой квалификации и производственного обучения обслуживающего персонала.

Реконструкция и монтаж крана с применением сварки, а также наладка приборов безопасности должны производиться организациями, имеющими разрешение (лицензию) органов Ростехнадзора.

Организация, производящая ремонт, реконструкцию и монтаж с применением сварки, должна иметь технические условия, содержащие указания о применяемых металлах и сварочных материалах, способах контроля качества сварки, нормах браковки сварных соединений и порядке приемки отдельных узлов и готовых изделий, а также о порядке оформления эксплуатационной документации.

Список использованной литературы

- 1 Ящур А.И. Система технического обслуживания и ремонта общепромышленного оборудования. Справочник – М: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006 – 360 с.
- 2 Севастьянов В.А. Механическое оборудование производства тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и изделий. / В.С. Севастьянов, В.С. Богданов, Н.Н.Дубинин, В.И. Уральский – М: ИНФРА – М, 2009 – 432 с.
- 3 Правила эксплуатации и ведения производственного процесса на предприятиях цементной промышленности. В 2-х ч.М: Оргпроектцемент, 1988 – 320 с.
- 4 Гологорский Е.Г. Эксплуатация и ремонт оборудования предприятий стройиндустрии / Е.Г.Гологорский, А.И.Доценко, А.С.Ильин. М: Архитектура – С, 2006 – 504 с.
- 5 Система технического обслуживания и ремонта технологического оборудования предприятий цементной промышленности. В 2-х частях.М: Оргпроектцемент, 1987 – 458 с.
- 6 Батищев А.Н. Эксплуатация и ремонт технологического оборудования /А.Н.Батищев, И.Г.Голубев, В.В. Курчаткин и др. М: Колос, 2007 – 424 с.
- 7 Галай Э.И. Монтаж, эксплуатация и ремонт подъемно-транспортных машин /Э.И. Галай, В.В.Каверин, И.А.Колядко. М: Машиностроение, 1991 – 330 с.
- 8 Матвеев В.В. Примеры расчета такелажной оснастки /В.В. Матвеев, Н.Ф. Крупин - Л., Стройиздат, 1987 – 320 с.
- 9 Справочник по кранам. В 2-х томах. Том 1 М, Машиностроение, 1988 – 525 с.