

## МОНТАЖ КОЗЛОВЫХ КРАНОВ ([смотреть видео](#))

В настоящее время практически все выпускаемые промышленностью козловые краны — самоподъемные; подъем их моста в рабочее положение происходит при стягивании стоек монтажных опор. Вместе с тем находящиеся еще в эксплуатации бесконсольные козловые краны монтируются с помощью стороннего грузоподъемного оборудования с относительно большими грузоподъемностью и высотой подъема; установка их требует устройства якорей, что дополнительно увеличивает трудоемкость и длительность монтажных работ.

Известно большое число методов монтажа и самомонтажа, а также конструкций козловых кранов, обеспечивающих их ускоренный монтаж. Далее будут рассмотрены наиболее употребительные из них.

Типовые схемы монтажа крана путем стягивания стоек опор приведены на рис. 104. Мост 1 (рис. 104, а) укладывают на шпальных клетках (или козлах) 2, с ним шарнирно соединяют стойки опор 5, колеса ходовых тележек 4 которых установлены на крановые рельсы 5. К основаниям стоек или ходовым тележкам крепят обоймы 7 монтажных полиспастов. Канаты полиспастов запасованы на барабаны лебедок 6. При стягивании полиспастов основания стоек сближаются, что вызывает подъем моста. Угол наклона стоек обычно принимают равным  $20 \dots 30^\circ$ . У кранов с высотой подъема  $9 \dots 10$  м это соответствует высоте шпальной клетки, равной  $3,5 \dots 4,5$  м.

Для того чтобы избежать подъема моста на клетках, применяют различные методы монтажа в два этапа. Этим обеспечивается также снижение усилия стягивающего полиспаста, резко возрастающего при уменьшении угла наклона стоек.

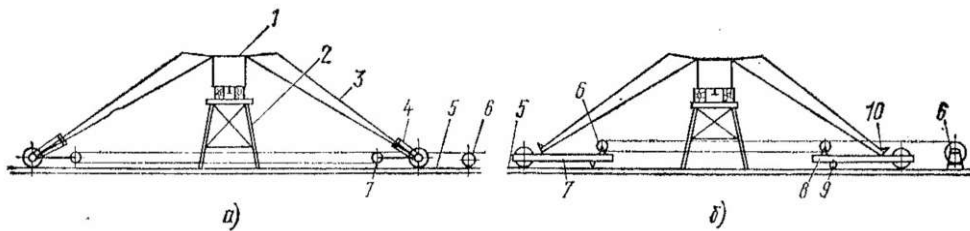


Рис. 104. Типовые схемы монтажа крана:  
а) с раздельными ходовыми тележками; б) с жесткими ходовыми балками

Наиболее распространенный из них метод заключается в выполнении стоек опор с разрезами. Первоначально ходовые тележки и обоймы полиспастов крепят к фланцам верхних частей опор, затем стягивают эти части, подводят под мост клетки, отсоединяют тележки и обоймы и крепят их к основаниям нижних частей стоек. Последнюю стыкуют с верхними частями стоек, после чего опоры стягивают до подъема моста в проектное положение.

В некоторых кранах, преимущественно небольшой ( $3,2 \dots 5$  т) грузоподъемности, стяжки опор выполняют в виде ходовых балок (рис. 104, б). В этих случаях для обеспечения монтажа балку выполняют разъемной и одну из частей балки 7 крепят к рельсу в горизонтальном положении, а вторую 8 снабжают роликом или башмаком 9 для перемещения по рельсу. На балке предусмотрен шарнир 10 для стоек опор. После окончания стягивания части балок соединяют накладками и устанавливают болты фланцев оснований опор. Для того чтобы не препятствовать стыковке этих фланцев, в шарнирах 10 предусмотрены увеличенные зазоры.

Подъем кранов стягивающим полиспастом накладывает свои особенности на конструкцию опор и ходовых частей.

Лучше всего когда направление усилия полиспаста и направление оси опорной стойки пересекаются в оси балансира ходовой тележки или колеса. Однако конструктивно это не всегда выполнимо. У одноколесных тележек таких кранов ось опорной стойки совпадает с осью ходового колеса, но направление усилия полиспаста часто значительно смещено, что при подъеме вызывает дополнительный изгибающий момент в опоре. В начальном положении точка приложения полиспаста расположена ниже оси колеса, в среднем — выше. Оптимальное положение этой точки можно найти исходя из условия равенства отрицательного и положительного моментов усилия полиспаста относительно оси колеса.

В опорах кранов, имеющих двухколесные балансирующие тележки, это не возникает, но при высоком расположении опорного шарнира относительно осей ходовых колес может наблюдаться опрокидывание тележки. Это обуславливает необходимость проверки устойчивости тележек при подъеме.

У кранов с балансирующими ходовыми тележками шарниры крепления стяжек, соединяющих стойки каждой из опор, обычно приходится располагать выше стягивающего полиспаста, что обуславливает нагружение стоек изгибающими моментами. Этого можно избежать путем оснащения стоек вилочными пятами, шарнирно соединенными с тележками на уровне осей ходовых колес. Стяжка может быть выполнена разрезной из двух частей, каждая из которых шарнирно соединена с рамой одной из ходовых тележек. При этом оси шарниров также расположены на уровне осей колес. Обоймы полиспаста монтируют внутри стяжки у мест разреза.

Стойки каждой опоры с мостом соединяются с помощью одного или двух шарниров. В первом случае при подъеме образуется трехзвенная шарнирная система, гарантирующая подъем моста без перекоса. Недостатком такой схемы часто является сложная конструкция опорных стоек, которым необходимо придавать Г-образное очертание. Особенно это проявляется в мостах прямоугольного сечения. Для двухбалочных мостов такая схема вообще не применима.

Практика монтажных работ показывает, что установка пальца, соединяющего одновременно стойки обеих опор с проушинами моста, весьма сложно. Поэтому в ряде случаев стойки соединяют с мостом с помощью расположенных в непосредственной близости один от другого шарниров. При этом, как правило, шарнирная четырехзвенная система получается достаточно устойчивой: в каких-либо дополнительных противоперекосных устройствах необходимости нет.

При увеличении расстояния между шарнирами, например при размещении их у верхних поясов мостов прямоугольного сечения, система может оказаться неустойчивой — стягивание оснований опор повлечет за собой поворот моста относительно его продольной оси, причем наклон одной из стоек будет уменьшаться, а другой — увеличиваться.

При продолжении стягивания стойки одной из сторон моста будут опускаться, а другой — подниматься. Этот процесс не приведет к подъему моста, а может закончиться разрушением элементов конструкции крана.

Устойчивость шарнирной четырехзвенной системы должна проверяться расчетом. Если возможна потеря устойчивости, следует предусматривать ограничительные упоры или выравнивающие (синхронизирующие, блокирующие) механизмы.

Упоры ограничивают крайние верхнее и нижнее положения стоек [А. с. № 516619 (СССР)]. В начале стягивания (положение I на рис. 105, а), более тяжелые стойки остаются неподвижными, поворот их начинается только после остановки противоположных стоек нижними упорами. Подъем сопровождается перекосом моста на  $15 \dots 25^\circ$  (положение II). Дальнейшее стягивание опор влечет за собой постепенное выравнивание моста (положение III):

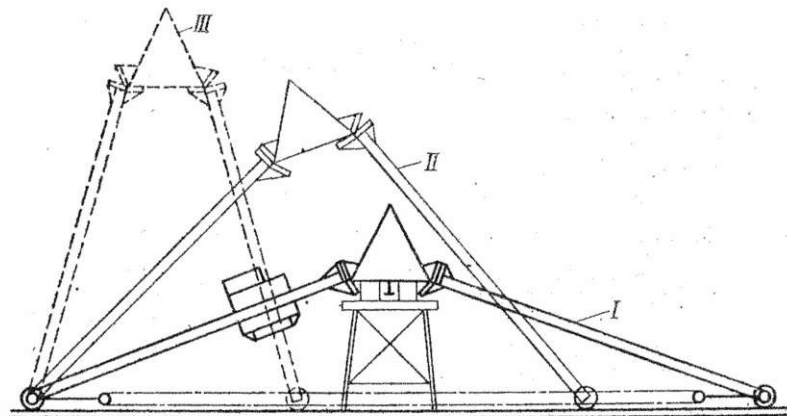


Рис. 105. Монтаж крана с ограничением перекоса моста упорами: / — исходное положение; // — подтягивание более легкой стойки; III — поворот более \* тяжелой стойки

Однако применять упоры можно только на кранах сравнительно небольшой грузоподъемности — обычно не больше 12,5 т. Стойки, первоначально оставшиеся неподвижными, в конце первого этапа стягивания испытывают значительный поперечный изгиб вследствие перекоса моста. В ряде случаев, например у кранов с двухбалочными мостами, подъем с разворотом моста на  $5 \dots 10^\circ$  приведет к чрезмерному повышению нагрузки не только на стойки, но и на элементы самого моста.

Эти недостатки устраняются применением выравнивающих механизмов.

Наиболее просто выравнивающие механизмы выполняют при соединении стоек с верхней гранью моста. Эти механизмы ранее состояли из зубчатых колес, связывающих стойки опор в местах крепления их к мосту. Основным недостатком такого механизма является его высокая стоимость.

На рис. 106 показана схема рычажно-тягового механизма, применяемого на кранах КДКК-10 и некоторых других моделей.

Оголовки опорных стоек снабжены рычагами, наклоненными выше и ниже осей шарниров. При монтаже крана после укладки моста на шпальные клетки и соединения с ним опор кронштейны обеих опорных стоек соединяют двумя перекрещивающимися тягами. При подъеме моста тяги должны обеспечивать поворот опорных стоек на один и тот же угол. Однако в процессе поворота стоек расстояние между шарнирами рычагов не остается постоянным. Это вызывает некоторый перекос моста и заставляет применять гибкие тяги, не воспринимающие сжимающих усилий. В противном случае возможно разрушение элементов крепления

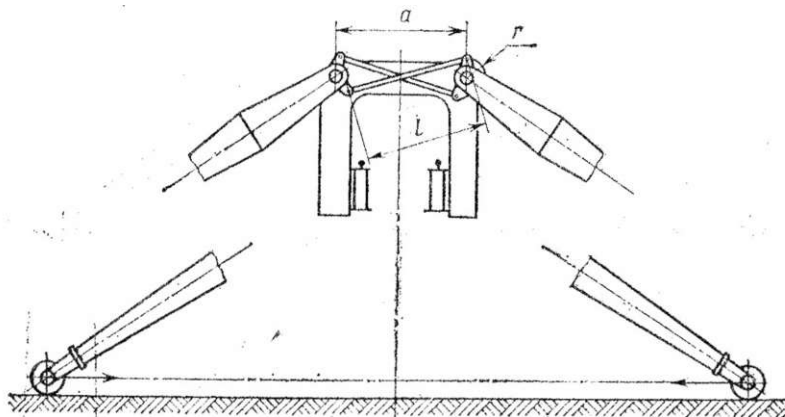


Рис. 106. Рычажно-тяговый выравнивающий механизм

тяг. Попытки применения канатных тяг вследствие вытяжки канатов оказались неудачными. Тяги следует изготовлять из стальных полос. I

Такой же явление может наблюдаться в конце подъема моста, при подходе одной из стоек к мосту до упора во фланец. Здесь механизм должен быть отключен.

Отклонение расстояния  $l$  зависит от расстояния  $a$  между шарнирами стоек и радиуса  $r$  осей рычагов; оно снижается при увеличении  $a$  и уменьшении  $r$ .

Однако увеличение размера  $a$  часто невозможно, а уменьшение радиуса  $r$  вызывает увеличение нагрузок в элементах механизма.

Обычно при конструировании целесообразно кинематическую схему механизма (рис. 106) находят методом подбора, а иногда аналитически [8].

На рис. 107 показан канатно-рычажный выравнивающий механизм кранов ККС-10.

У нижних поясов моста у места крепления гибкой опоры (рис. 107, б) установлены по два шарнира для крепления рычагов 1 размещенных с обеих сторон опоры. Рычаги имеют на концах блоки 2 для запасовки канатных полупетель 3 и 6. Полупетли крепятся к пальцам 4, приваренным к внутренним поясам стоек. Полупетля 3 от пояса на левой стойке огибает блок рычага, проходит поперек моста и крепится непосредственно к поясу правой стойки, полупетля 6 — от правой стойки к левой. Рычаги свободно вращаются на осях и проходят через точки крепления долу петель.

Полупетли имеют натяжные ванты 5, которыми регулируют натяжение канатов перед подъемом и выравнивают фермы моста в поперечном направлении после подъема. Во время подъема моста при неравномерном угле поворота опорных стоек одна из полупетель будет натягиваться, препятствуя перекосу системы.

Механизм, показанный на рис. 107, обладает рядом преимуществ.

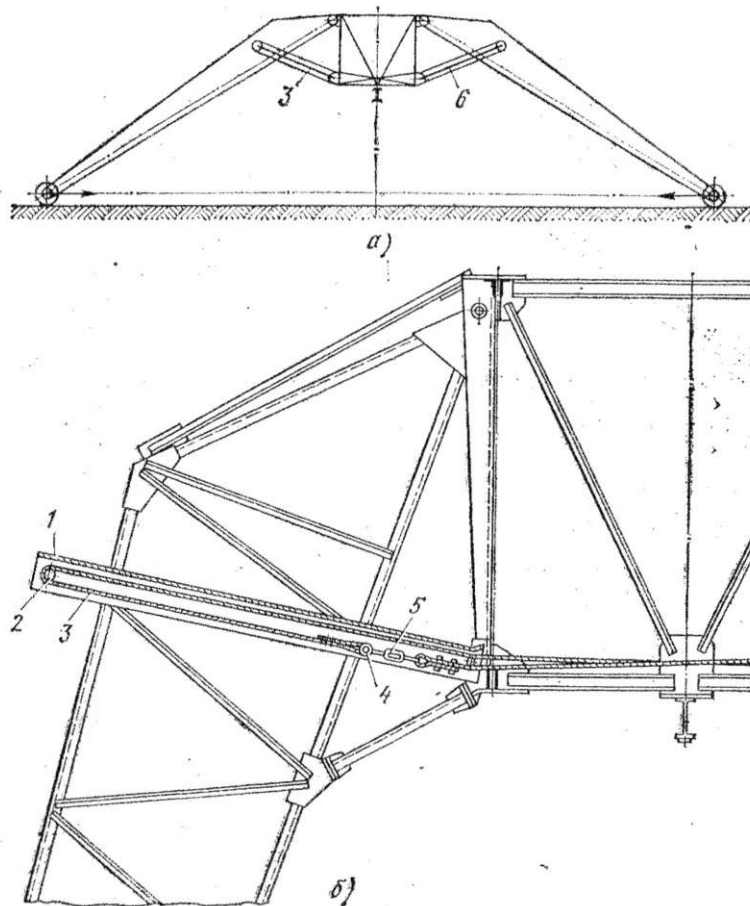


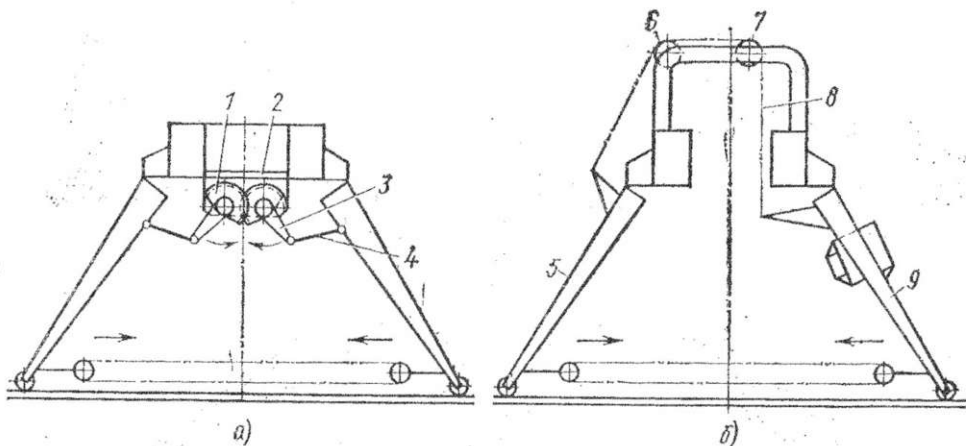
Рис. 107. Канатно-рычажный выравнивающий механизм: а) — схема механизма; б) — установка механизма на кране ККС-18

1. Большое плечо восприятия внешних нагрузок, стремящихся вывести систему из равновесия, так как точки закрепления полупетель на стойках могут быть удалены от шарнира последних на значительное расстояние. Это позволяет применять механизм для кранов с большим расстоянием между шарнирами стоек, наличием больших эксцентричных нагрузок или высоким расположением центра масс моста. Надежность работы позволяет установить механизм только на одной (гибкой) опоре крана ККС-10,

2. Неизменяемость для всех кинематических элементов в процессе подъема.

3. Невысокая стоимость изготовления и простота наладки.

Более сложны механизмы для кранов с креплением стоек к нижней грани моста. Выравнивающий механизм крана КК-5 (рис. 108, а) содержит зубчатые секторы 1, монтируемые на временно укрепляемой между пролетными балками моста поперечине 2, к кривошипам 3 секторов 2 подсоединены шарнирные



Рис\* 108. Выравнивающие механизмы кранов с креплением опорных стоек «нижней стороне моста:

а) зубчато-кривошипный; б) в гибкой тягой

тяги, 4, прикрепленные к стойкам опоры. Механизм надежен в работе, но трудоемок в изготовлении и демонтаже, когда приходится удалять механизм с уже поднятого моста.

На рис. 108, б показана схема выравнивающего канатного механизма для того же крана [А. с. № 796178 (СССР)]. Здесь использована несимметрия размещения масс крана, приводящая к тому, что стойка 5 всегда будет подтягиваться ранее расположенной с более тяжелой стороны стойки 9. Механизм содержит канатную тягу 8, которая проведена по блокам 6 и 7, монтированным на П-образной раме моста, и подсоединена к кронштейнам стоек. Геометрия механизма обеспечивает подтягивание по мере подъема моста стойки 9 стойкой 5.

Приводом стягивающих полиспастов кранов, которые поднимают стягиванием опор, как правило, являются электрические монтажные лебедки или лебедки, встроенные в ходовую часть и приводимые в движение электродвигателями механизмов передвижения крана.

Выносные монтажные лебедки часто с успехом заменяются лебедками тракторов или самими тракторами.

Встроенными лебедками снабжены обычно краны грузоподъемностью 3,2 ... 2,5 т, предназначенные для работы в условиях частого перебазирования.

Необходимо отметить, что распространение стреловых самоходных кранов увеличенной грузоподъемности и высоты подъема позволяет, в особенности для кранов массой 20 ... 30 т, вести монтаж козловых кранов без применения стяжных полиспастов, непосредственным подъемом стреловым краном моста и шарнирно

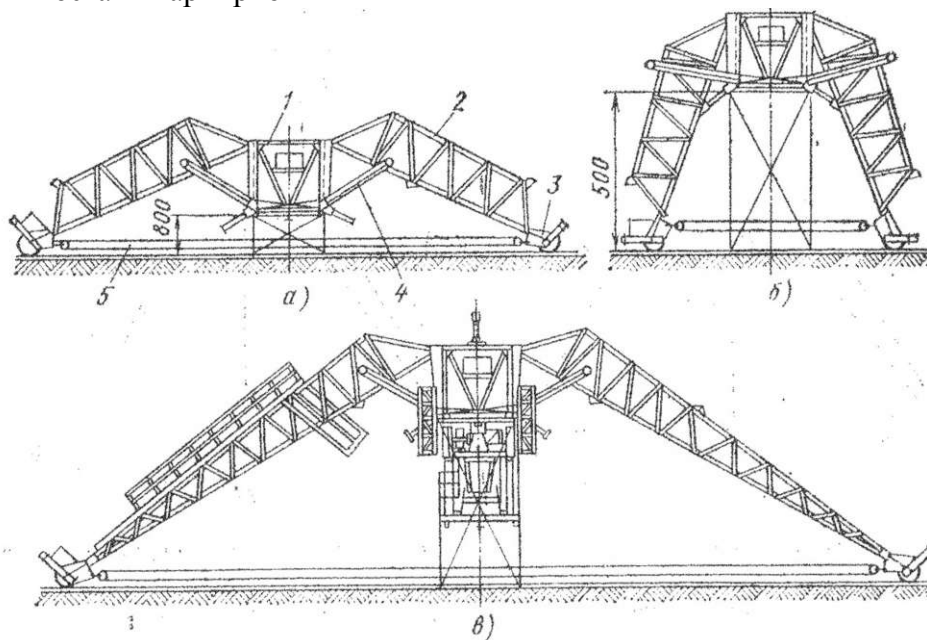


Рис. 109. Последовательные этапы монтажа крана ККС-10: а начальный этап; б окончание стягивания верхних секций опор; в — заключительный этап

подсоединенными к нему стойками опор. Такая возможность должна быть предусмотрена в инструкциях по эксплуатации.

Наиболее целесообразно проводить контрольный монтаж с полной сборкой и опробованием кранов непосредственно на заводе изготовителя. Однако это требование часто удовлетворить не удастся. В этом случае кран отгружается с завода-изготовителя укрупненными элементами.

На примере крана ККС-10 (рис. 109) рассмотрим основные этапы выполнения монтажных работ. В соответствии с чертежом на монтаж крана к началу работ на монтажную площадку завозят части крана и все необходимые материалы, оборудование и инструмент; сооружают якоря для крепления лебедок, готовят монтажные канаты, временные упоры и шпальные клетки. Монтажная организация обследует узлы крана и принимает их под монтаж; раскладывает в соответствии, со схемой раскладки и порядком монтажа.

Монтируют в три этапа.

Первый этап — монтаж по высоте 0,8 ... 1,0 м (рис. 109, а). На шпальных клетках высотой не менее 0,8 м над головкой рельсов выкладывают секции моста 1. Пояса секций соединяют между собой стыковыми накладками. Перед установкой и сваркой стыковых раскосов проверяют прямолинейность поясов в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Выравнивают и стыкуют балки ездового монорельса. Устанавливают буфера, ограничивающие перемещение грузовой тележки.

Далее монтируют блоки, переходные площадки, лебедку передвижения тележки, устанавливают подкосные фермы и подкосы опорных стоек. В проушины кронштейнов моста с помощью пальцев навешивают верхние секции 2 стоек, к их фланцам присоединяют ходовые тележки 3. С обеих сторон стоек гибкой опоры устанавливают рычаги 4 выравнивающего механизма, запасовывают и натягивают полупетли его канатов. На оси ходовых тележек навешивают монтажные блочные обоймы и производят запасовку полиспастов 5.

Одновременно с этим на мосту монтируют, электрооборудование и электропроводку.

При одновременном включении лебедок мост поднимают на высоту 100 ... 150 мм. При этом проверяется крепление канатов полиспастов, лебедок, якорей и выравнивающего механизма. Нормальным должно быть такое положение, когда одна пара блокировочных канатов натянута достаточно сильно, а вторая — слабее. При

перекосе моста более  $10^\circ$  его опускают обратно и канаты подтягивают. Затем включением лебедок мост поднимают на высоту 5 м, под мост подводят две шпальные клетки и мост опускают на них.

Второй этап — на высоте 5 м (рис. 109,б) монтируют грузовую тележку и тележку кабины и регулируют положение их опорных и поддерживающих колес. Подвешивают кабину.

У входа на мост устанавливают ремонтные площадки с лестницами. На монорельсе монтируют кабельные тележки и подвешивают гибкий кабель. Ходовые тележки отсоединяют от верхних секций стоек.

Нижние секции стоек соединяют с верхними секциями и ходовыми тележками, причем стойки опор занимают положение, показанное на рис. 109, в проверяют натяжку канатов выравнивающего механизма.

На гибкую опору навешивают посадочную площадку, приваривают вертикальную лестницу. Одновременно с этим на опорах устанавливают переходные коробки, провода и электрооборудование. На мосту укрепляют прожекторы, устанавливают конечные выключатели.

Включением лебедок ходовые тележки стягивают, и мост поднимается в проектное положение.

Третий этап — монтаж на полной высоте. К фланцам ходовых тележек под полиспастами устанавливают стяжки, подкосные фермы и подкосы соединяют с фланцами стоек жестких и гибких опор. Полиспаст и выравнивающий механизм демонтируют. Окончательно монтируют переходные площадки и лестницы.

Лебедки подъема и передвижения тележки оснащают канатами. Устанавливают и регулируют рельсовые противоугольные захваты, на стяжку гибкой опоры устанавливают кабельный барабан.

Оканчивают монтаж и регулирование электрооборудования, регулируют положение линеек конечных выключателей, заземляют металлические части электроаппаратов и оборудования.

Смазывают механизмы. Опробуют электросхемы и механизмы. Кран окрашивают, после чего проводят техническое освидетельствование в объеме, предусмотренном правилами Госгортехнадзора.

Перед сдачей смонтированного крана в эксплуатацию проверяют точность сборки и установки его основных элементов, в том числе параллельность осей ходовых колес крана и грузовой тележки, отклонения в пролете крана (только при обеих жестких опорах), горизонтальность моста, отклонение подтележечных направляющих, прямолинейность элементов металлоконструкций.

При контроле состояния электрооборудования помимо сопротивления изоляции и заземления рекомендуется проверить сопротивление проводов роторных цепей двигателей противоположных опор.

Допускаемые отклонения приведены в ГОСТ 23940—79, в технических условиях на изготовление кранов и инструкциях по их монтажу и эксплуатации,

Объем и последовательность работ, выполняемых при монтаже, должны быть определены еще в процессе проектирования крана. При этом учитывают основные требования.

1. Наименьший объем монтажных, в особенности верхозазных, работ и монтажа электрооборудования; возможное исключение монтажной сварки.

2. Габаритные размеры отправочных элементов должны обеспечивать возможность транспортирования их железнодорожным транспортом. В соответствии с этим в состав проекта включают чертежи погрузки и крепления узлов на подвижном составе, выполняемые в соответствии с действующими нормами. В необходимых случаях должны обеспечиваться также и специфические требования перевозки на других транспортных средствах.

3. Наличие приспособлений и элементов для регулирования при монтаже положения частей металлических конструкций и механизмов.

4. Беспрепятственная проверка положения этих частей, в особенности ходовых колес крана, и грузовой тележки.

5. Узлы должны иметь строповочные места и приспособления. На чертежах следует указывать положение центра тяжести узла и места строповки. К инструкции по монтажу должны прикладываться чертежи способов строповки основных узлов.

(И.И. Абрамович, Г.А. Котельников «Козловые краны общего назначения» 1983 г.)