**1. Технология монтажа башенных кранов.**

**1.1. конструкция башенных кранов.**

Башенный кран представляет собой свободно стоящий стреловой поворотный кран, характеризующийся тем, что его стрела прикреплена к верху вертикальной колонны (башни).

Помимо стрелы и колонны, башенный кран имеет следующие основные части: опорную конструкцию, противовес, устройства для подъема груза и изменения вылета, опорно-поворотное устройство, ходовое устройство (для передвижных кранов).

Опорная конструкция, выполняемая в виде двухшарнирной П-образной рамы, называется порталом.

Несущая конструкция башенного крана, состоящая из стрелы и башни, имеет Г-образную форму, что обеспечивает наилучший охват прямоугольных сооружений и позволяет разместить кран в непосредственной близости от строящегося здания.

В отличие от всех других кранов башенные краны приходится часто переставлять с места на место, в связи с этим при выборе основных размеров приходится учитывать требования быстрого монтажа и перевозки.

Компоновка башенного крана определяется требованиями эксплуатации и монтажа. Расположение механизмов, электрооборудования и поста управления должны обеспечивать удобное обслуживание, возможность быстрого снятия любого узла для ремонта.

**1.2. Способы монтажа.**

Способ монтажа башенного крана оказывает существенное влияние на эксплуатационные показатели башенного крана: чем быстрее проводится монтаж, тем меньше непроизводительные затраты времени: кроме того, если при демонтаже кран приходится разбирать, то часто теряются мелкие детали и преждевременный износ узлов крана.

Известно много различных способов монтажа, каждый из них осуществляется наиболее удобно при определенных соотношениях между высотой башни и длиной стрелы. Если при монтаже используется стрелоподъемный полиспаст, то желательно выбрать такие размеры колонны и стрелы, чтобы усилия в нем при проведении монтажных операций были такими же или несколько большими, чем во время работы крана. Выбор способа монтажа зависит также от длительности стоянки крана на одном месте и условий его установки.

Чем чаще кран перевозится с места на место, тем меньше времени и труда должно затрачиваться на его демонтаж, монтаж и перевозку. Наиболее быстро можно выполнять переброску кранов такой конструкции, которая допускает их складывание без разборки. Однако не всегда на строительной площадке имеется достаточно места для выполнения этой операции и приходится пользоваться другими способами демонтажа.

Наименьшая сборочная площадка требуется для монтажа крана при помощи специальной стационарной мачты. Этот способ монтажа, являющийся одним из наиболее старых, пригоден для кранов любых типов. Отдельные части крановых конструкций ставятся одна за другой в необходимой последовательности.

В тех случаях, когда местные условия не позволяют разместить мачту, монтаж выполняют с помощью легкого ползучего крана, по типу тех, что применяются на строительстве радиомачт.

Наращивание при помощи монтажной мачты, устанавливаемой на земле рядом с собираемым краном, или при помощи ползучего крана связано с большой затратой труда, причем все работы ведутся на высоте в неудобных условиях и требуют применения специальных механизмов и приспособлений. Высота монтажной мачты должна быть несколько больше высоты башни крана, поэтому для ее установки требуются дополнительные вспомогательные средства.

Ползучий кран значительно дешевле монтажной мачты, но существенный его недостаток заключается в необходимости частой перестановки по высоте, отнимающей много времени. Развитие способа монтажа идет по пути максимального использования в качестве подъемных средств механизмов и конструкций крана и предельного сокращения верхолазных работ.

При этом наметилось два основных направления. Первое из них предусматривает сборку крана минимальной высоты с последующим подращиванием колонны снизу или наращиванием сверху; второе заключается в наибольшем укрупнении элементов крана на земле в горизонтальном положении с последующим переводом их в рабочее положение.

Разработаны и применяются также комбинированные способы монтажа.

Для легких кранов с малым грузовым моментом и большой высотой способ подращивания дает возможность достаточно легко и просто смонтировать кран, используя его грузовую лебедку, т.е. без помощи вспомогательных механизмов.

Кран с грузовой тележкой, которая может подходить близко к колонне, можно смонтировать вначале на малую высоту, а затем постепенно наращивать колонну сверху, собирая ее из отдельных плоских ферм либо поднимая по две фермы одновременно. При боковом расположении верхней части телескопической колонны такой способ наращивания весьма удобен, так как позволяет ставить сразу целые секции, не разбирая их на фермы.

Однако во время работы крана колонна дополнительно нагружается значительным изгибающим моментом. Этого можно избежать, смещая подвижную часть крана после наращивания колонны на ее ось,.

Если подвижную часть крана присоединить к обойме, охватывающей колонну, то последнюю можно наращивать, как показано на рис.1, г и д, вставляя секции колонны внутрь обоймы или устанавливая их сверху.

Наращивать колонну сверху можно также, поднимая стрелу в положение, близкое к вертикальному. Если крюк подвешен к концу стрелы, то для подъема секции колонны его отводят к оси последней. В кране с грузовой тележкой это осуществляется без затруднений.

В кранах с наращиваемой сверху колонной подвижная часть поднимается по колонне при помощи винтовых или гидравлических домкратов.

Наращивание колонны крана сверху неизбежно связано с работой монтажников на большой высоте. Поэтому чаще применяют способ монтажа подращиванием снизу. При этом отдельные секции подносятся к крану, и колонна выдвигается при помощи его грузовой лебедки.

Для тяжелых кранов приходится применять специальные лебедки и полиспасты, размещаемые в опорной части крана. В тех случаях, когда высота заделки колонны недостаточна для размещения подъемного полиспаста, можно использовать стрелу крана, поставив ее на опорную часть. Подобным способом монтировались 40-тонные краны.

Было предложено использовать портал в качестве подъемного средства. Для этого его стойки шарнирно присоединяются к обойме, сквозь которую проходит выдвигаемая секция башни. Стягивая стойки портала, поднимают секцию в верхнее положение, затем подводят под нее следующую секцию, после чего опускают обойму, раздвигая стойки портала, и цикл повторяют. Это способ монтажа удобен тем, что устраняет лишние перестановки элементов крана и позволяет также удобно монтировать высокий портал, обходясь без вспомогательных кранов большой грузоподъемности.

Подращивание колонн снизу обычно осуществляется при помощи канатных полиспастов, которые при большом весе колонны получаются достаточно громоздкими, а сам процесс подращивания вызывает большие затраты времени. Их можно сократить, применив гидравлическое рычажное устройство.

Секции колонн тяжелых кранов из-за большого веса приходится подавать под опорную часть при помощи специальных подъемных средств. Если кран имеет грузовую тележку, ее можно легко использовать для подачи секций к порталу крана.

Путем наращивания или подращивания можно монтировать краны любой конструкции при любых соотношениях между высотой колонны и длиной стрелы. При этом все же выгоднее иметь, возможно, меньший вылет.

Иначе обстоит дело при применении других способов монтажа, предусматривающих подъем колонны и стрелы целиком из горизонтального положения.

Наиболее распространенным из этих способов является использование стрелы в качестве мачты для подъема колонны. Предварительно монтируют опорную часть и рядом с ней в горизонтальном положении собирают колонну, которую затем присоединяют к опорной части. Сборку осуществляют вспомогательным козловым или автомобильным краном, которым разгружают автомашины и укладывают все элементы крана по оси пути. Далее осуществляют запасовку монтажного полиспаста, соединяющего стрелу с башней, и подъем при его помощи стрелы. Конец полиспаста заводят на грузовую лебедку крана, находящуюся внутри колонны. Для управления лебедкой при монтаже применяют выносной пульт с дополнительным контроллером и комплектом сопротивлений.

Поднятую стрелу укрепляют оттяжкой, идущей к временному якорю, т. е. к металлической раме с уложенным на ней балластом крана, который после окончания монтажа укладывают на место. После этого поднимают колонну. Во избежание удара ее несколько не доводят до вертикального положения. При посадке колонны под нее подкладывают бревно или шпалу. Далее при помощи грузовой лебедки поочередно поднимают консоль противовеса и стрелу.

При использовании стрелы для подъема колонны желательно, чтобы ее длина составляла не менее 70% высоты колонны (считая от низа до опорного шарнира стрелы). При этом условии стрела, рассчитанная на нормальные рабочие нагрузки, обычно выдерживает усилия, возникающие при подъеме колонны.

Если по условиям работы соблюсти указанное соотношение невозможно, например, в кранах с грузовыми тележками, обслуживающими строительство жилых зданий в 10 –14 этажей, применяют комбинированный способ, в котором сочетается подращивание колонны с подъемом ее целиком при помощи стрелы, как монтажной мачты. В этом случае колонна крана выполняется телескопической. Вначале нижнюю часть колонны со вдвинутой в нее верхней частью собирают на земле. Затем при помощи стрелы ее ставят в вертикальное положение, после чего, подвесив стрелу на место, подращивают верхнюю выдвижную часть колонны до требуемой высоты. Такое использование стрелы устраняет необходимость во вспомогательных средствах для подъема и значительно сокращает число монтажных соединений, выполняемых такелажниками на большой высоте.

Подъем колонны по этому способу весьма прост и безопасен, но не лишен недостатков, заключающихся в необходимости укладывать якорь, дважды поднимать стрелу и перепасовывать канаты. Кроме того, при этом требуется большое количество монтажных канатов.

Если стрелу и консоль противовеса присоединить к колонне на земле и поднимать одновременно с ней, что возможно при наличии специальной монтажной мачты, обладающей большей прочностью, нежели стрела, то все эти операции существенно упрощаются. Применение таких мачт может быть рационально в крупных хозяйствах, где имеются десятки кранов.

Недостатки описанной схемы монтажа могут быть устранены также при использовании в качестве монтажной стойки не стрелы, а в нижней части башни, подобно тому, как это делается при установке буровых вышек.

При этой схеме длина стрелы должна быть равна или несколько больше высоты колонны.

Этот способ монтажа представляет собой шаг вперед, так как стрелу поднимают одновременно с башней, с которой та соединена постоянным шарниром. Но его можно было применять только для кранов с неповоротной колонной малых размеров, так как при высокой колонне нагрузка на монтажный полиспаст оказывается слишком большой, что вызывает необходимость усиления опорной двуноги и догрузки основания крана значительным дополнительным балластом.

Способы монтажа, основанные на соединении стрелы и колонны на земле перед подъемом, нашли широкое применение лишь после перехода к кранам с поворотной колонной новой конструкции, т.е. с нижним расположением всех механизмов и противовеса. Это позволило снизить вес башни и перейти к ее подъему вместе со стрелой при помощи лебедок крана, мощность которых недостаточна для подъема башен, несущих механизмы, расположенные наверху или в середине.

Монтаж кранов с поворотной колонной осуществляется двумя способами: подъемом колонны и стрелы стягиванием; одновременным подъемом колонны и стрелы полиспастом.

При стягивании колонну и стрелу укладывают по одной линии. Колонну одним концом шарнирно присоединяют к ее опорной части, укрепленной на ходовой тележке крана, а другим кладут на подставку. Затем к ее верхнему концу присоединяют стрелу (рис.3). Стрелы большой длины обычно изготовляют из двух или нескольких частей; при этом для снижения высоты подставки к колонне можно присоединить хвостовую часть стрелы, а к последней – головную часть. Осуществляется это краном, приподнимающим узел соединения колонны со стрелой на высоту, необходимую для стыкования обеих частей стрелы, а затем несколько выше, в положение III, из которого дальнейший подъем производится стягиванием. Если длина стрелы равна расстоянию от уровня земли до верха колонны или превышает его, то стягиванием можно довести колонну до вертикального положения. В момент, когда колонна оказывается в положении, при котором узел соединения ее со стрелой находится на одной вертикали с монтажным шарниром колонны, конец стрелы необходимо удерживать оттяжкой, иначе вся система начнет двигаться самопроизвольно и колонна станет на место с ударом.

У кранов легкого и среднего типа с грузовым моментом до 40тм для стягивания проще всего применить грузовой канат в виде полиспаста с необходимым числом ветвей. Однако при этом ветвь каната, идущая на лебедку, обходит стрелу и колонну и создает дополнительное усилие, препятствующее стягиванию. Чтобы избежать этого, был применен специальный канат, ветвь которого, идущую на лебедку, пропускали не сверху, а снизу через отводной блок, как показано на рисунках 3 и 4.

При большой высоте опорной части крана и недостаточной длине стрелы одним стягиванием привести колонну в вертикальное положение нельзя. В этом случае для окончательного подъема приходится пользоваться стреловым полиспастом. При этом крюк крана крепится к монтажному шарниру колонны, а конец стрелы удерживается оттяжкой (положение IV на рис.3). Натягивая стреловой полиспаст, поднимают одновременно стрелу и колонну с сохранением постоянного угла между ними. Натягивание полиспаста прекращается в момент, когда результирующая сил, действующих на колонну, начинает выходить за монтажный шарнир (положение IV). После этого можно привести колонну в вертикальное положение, отпуская постепенно оттяжку.

Недостатком описанного способа при малой длине стрелы является то, что в последний момент вся система колонна – стрела повисает в воздухе и малейшее упущение может привести к падению. Устранить этот недостаток можно, наращивая стрелу временной надставкой такой длины, чтобы она своим концом все время касалась земли. Иногда портал крана выполняют разборным, чтобы пропустить колонну целиком, как показано на рисунке 4, что существенно облегчает стягивание.

Таким образом, при монтаже способом стягивания желательно, чтобы длина стрелы (или стрелы вместе с надставкой) несколько превышала расстояние от уровня земли до верха колонны.

Преимущества рассмотренного способа: кран собирают полностью на земле с запасовкой всех канатов до начала подъема; устраняется необходимость в якорях. Последнее обстоятельство весьма важно, так как зачастую плохо закрепленный якорь служит причиной аварии.

Недостатки способа: сравнительно большая длина площадки (суммарная длина колонны и стрелы), необходимой для раскладки крана перед подъемом; необходимость во вспомогательном кране для стыковки стрелы и колонны. Этих недостатков лишен способ монтажа башенных кранов с поворотной колонной, основанный на одновременном подъеме колонны и стрелы стреловым полиспастом.

На рисунке 5 показаны типичные схемы монтажа по этому способу: для кранов с ферменной стрелой. Для того чтобы нагрузка на стреловой полиспаст при монтаже не превосходила рабочей нагрузки крана, необходимо, чтобы момент от веса колонны в ее горизонтальном положении был не более грузового момента; если это неосуществимо, следует высоту опорной стойки выбрать достаточно большой.

Осуществление подъема башни со стрелой стреловым полиспастом требует закрепления его на некоторой высоте над основанием на двуногой стойке, либо применения промежуточной монтажной стойки, опирающейся на колонну и приподнимающей полиспаст.

При этом способе следует учитывать, что если стрела намного короче колонны, то монтажное натяжение стрелового полиспаста больше рабочего натяжения, поэтому по возможности следует изготовлять стрелу такой длины, которая немногим отличалась бы от длины колонны. Избежать завышения монтажного натяжения можно и другими способами: выполнить колонну телескопической и уменьшать ее длину, вдвигая верхнюю секцию в нижнюю; ввести промежуточный шарнир в колонну и стрелу и складывать их вдвое вперед в сторону (так называемый кран со складной колонной); ввести промежуточный шарнир в колонну и укладывать ее на земле над стрелой в виде буквы Г.

В последнем случае, после того как соединены все шарниры и запасованы канаты, стреловой полиспаст временно крепят к верху нижней части колонны, подъем осуществляют до тех пор, пока эта часть колонны не станет вертикально. После этого крюк крана крепят к временному якорю и грузовым канатом поднимают стрелу вместе с верхней частью колонны до тех пор, пока эта часть, в свою очередь, не расположится вертикально. В этом положении обе части колонны скрепляют между собой, а стреловой полиспаст присоединяют к хвостовику стрелы, которую и поднимают в рабочее положение.

Как уже было сказано, при высоте колонны, намного превышающей длину стрелы, возникают значительные трудности. Поэтому желательно компоновать кран, монтируемый способом одновременного подъема колонны и стрелы, так, чтобы длина колонны превосходила длину стрелы не более, чем на 1–1,5м. При этом условии монтаж таким способом потребует минимальной затраты труда и времени.

В обратном случае, т.е. когда стрела длиннее колонны, приходится конец ее отъединять или, вводя дополнительный шарнир, поворачивать на 180о.

Схема монтажа, приведенная на рис.5, предусматривает укладку колонны, и стрелы впереди ходовой части крана. При укладке на себя часто в колонне делают промежуточный шарнир и при опускании складывают ее вдвое. При этом уменьшается длина крана в транспортном положении и отпадает необходимость в поддерживании конца колонны и стрелы. Зато возрастает транспортная высота, снижается боковая устойчивость крана при перевозке и возникают затруднения с установкой механизмов и электрооборудования на поворотной платформе, так как на ней следует оставить место укладки колонны.

При монтаже крана с поворотной колонной способом одновременного подъема в случае, когда стрела длиннее колонны, наблюдается следующее. В транспортном положении передняя часть стрелы отогнута и при подъеме остается висеть почти перпендикулярно колонне. При таком расположении центр тяжести поднимаемых элементов крана оказывается впереди опорного шарнира колонны. Это облегчает установку колонны в рабочее положение.

Особенностью такого крана является наличие длинного подкоса, поддерживающего колонну на большом расстоянии от опорного шарнира. Это также делает более безопасной установку колонны в рабочее положение при монтаже. Время монтажа такого крана с грузовым моментом 100тм не превышает 2ч (без учета времени на укладку противовеса).

Монтаж и демонтаж самоподъемных кранов, имеющих колонну небольшой высоты, обычно не вызывают особых затруднений и производят при помощи вспомогательных монтажных стрел.