

УДК 693.9

АНАЛИЗ МЕТОДОВ МОНТАЖА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ПОКРЫТИЯ

Тужилкина П.В., студентка гр. СПбп-141, III курс
Научный руководитель: Н.В. Гилязидинова, доцент, зав. каф. СПиЭН
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Статья посвящена исследованию методов монтажа металлических конструкций покрытия и выявлению самого эффективного способа монтажа, путем сравнительного анализа.

При проектировании промышленного одноэтажного здания важное место отводится выбору типа покрытия, которое часто определяет основу его архитектурного облика и внутреннего пространства помещений. Одновременно выбор оптимальной конструкции покрытия играет очень важную роль для правильного обоснования технико-экономической эффективности решения здания.

Плоскостные большепролетные конструкции покрытий.

Для покрытия зальных помещений в общественных большепролетных зданиях зачастую применяются традиционные плоскостные конструкции: балки, настилы, фермы, арки, рамы. Работа этих конструкций основана на использовании внутренних физико-механических свойств материала и передаче усилий в теле конструкции непосредственно на опоры.

Балки изготавливаются из стальных профилей. Стальные балки таврового или корабчатого сечения имеют большой прогиб, который обычно компенсируется строительным подъемом ($1/40 - 1/50$ от пролета), требуют большого расхода металла,

Стальные фермы в отличие от металлических балок за счет решетчатой конструкции требуют меньшего расхода металла. В основном фермы выполняют из стальных профилей, а пространственные трехгранные фермы – из стальных труб.

Рамы являются плоскостными распорными конструкциями. Ригель и стойка в рамной конструкции имеют жесткое соединение, в отличие от безраспорной балочностоечной конструкции, которое является причиной появления в стойке изгибающих моментов от воздействия нагрузок на ригель рамы. Металлические рамы могут быть сплошного и решетчатого сечения. Решетчатое сечение применяется в рамах с большими пролетами, так как оно более экономично благодаря небольшой собственной массе и способности одинаково хорошо воспринимать сжимающие и растягивающие усилия.

Арки, как и рамы, являются плоскостными распорными конструкциями. Устойчивость покрытия обеспечивается жесткими элементами ограждающей части покрытия. Для пролетов 24-36 м применяют трехшарнирные арки из двух сегментных ферм. Металлические арки выполняются сплошного и решетчатого сечения.

Пространственные большепролетные конструкции покрытий

Пространственные большепролетные конструкции покрытия включают в себя плоские складчатые покрытия, своды, купола, оболочки, перекрестно-ребристые покрытия, стержневые конструкции, пневматические и тентовые конструкции. Плоские складчатые покрытия, оболочки, перекрестно-ребристые покрытия и стрележневые конструкции вы-

полняются из жестких материалов (железобетон, металлические профили). За счет совместной работы конструкций пространственные жесткие покрытия имеют небольшую массу, что снижает расходы как на устройство покрытия, так и на устройство опор и фундаментов. Висячие (вантовые), пневматические и тентовые покрытия выполняются из нежестких материалов (металлические тросы, металлические листовые мембраны). Они обеспечивают снижение объемной массы конструкций в большей степени, чем пространственные жесткие конструкции, но, позволяют быстро возводить сооружения.

В данной работе методы монтажа рассмотрим на примере плоскостной конструкции покрытия – стальной ферме. Методы монтажа в зависимости от степени укрупнения конструкций монтаж подразделяют на поэлементный, плоскими укрупненными конструкциями и пространственными.

1. Поэлементный монтаж из отдельных конструктивных элементов, присоединяемых к ранее смонтированным - требует минимума затрат на подготовительные работы. Зачастую применяют при возведении гражданских и промышленных зданий, их монтаже с приобъектного склада или с транспортных средств. Преимущество — не требует сложных подготовительных работ. Недостаток — большое число подъемов конструктивных элементов. При монтаже конструктивными элементами подают и устанавливают в проектное положение отдельные готовые конструкции или их крупные части.

2. Монтаж плоскими укрупненными конструкциями, когда небольшие по размеру элементы перед подъёмом собирают в большеразмерные плоские конструкции (балки, фермы). Сооружение собирается полностью в нижнем положении. Подъем и установка в полностью законченном виде. Преимущества — исключаются работы на высоте. Недостатки — наличие требуемого оборудования, техническая сложность выполнения работ. Примеры плоского блока - блок оболочки покрытия;

3. Монтаж пространственными блоками, собираемыми на площадке из плоских элементов (покрытия, рамы). Преимущества — полностью используется грузоподъемность крана, сокращается количество работ на высоте. Недостатки — требуются краны большой грузоподъемности, площадки и оборудование для сборки. Монтаж блоками, состоящими из нескольких элементов, заключается в их укрупнительной сборке до установки в проектное положение (две фермы, соединенные прогонами и связями, и др.) Пространственные элементы — блоки покрытия одноэтажных промышленных зданий размером на ячейку, включая фермы, связи, конструкции покрытия.

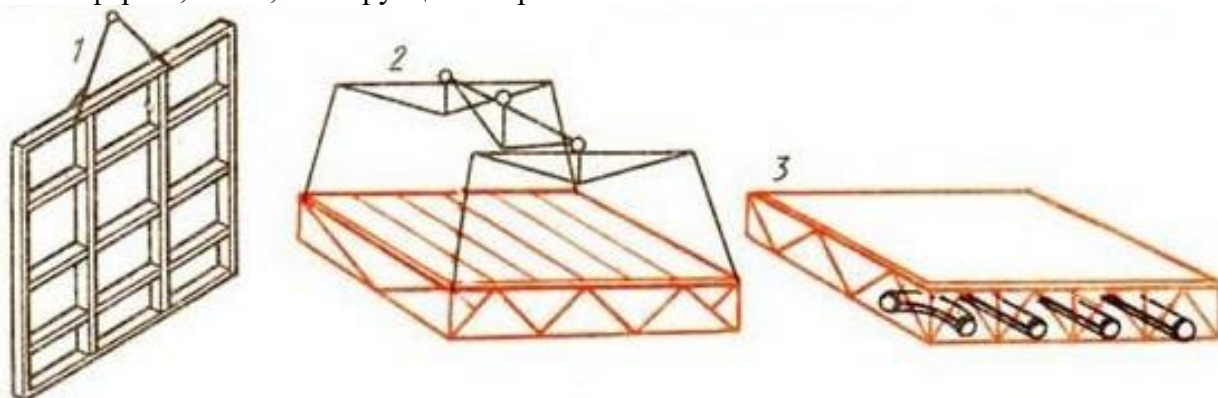


Рис.1. Методы монтажа покрытия в зависимости от степени укрупнения.

1 - Поэлементный монтаж; 2 – Монтаж плоскими укрупненными конструкциями;
3 – Монтаж пространственными блоками.

В последнее время монтаж конструкций покрытий одноэтажных промышленных зданий пространственными блоками получает все более широкое распространение. На ряде промышленных заводов при возведении применили монтаж пространственных покрытий целиком на каждую ячейку здания, укрупняемых на конвейере, что в настоящее время

является одним из эффективных методов монтажа покрытий зданий, заметно снижающих трудоемкость монтажных работ.

Конвейерный способ сборки и крупноблочного монтажа — принципиально новый метод организации строительно-монтажного производства. Техничко-экономический эффект достигается именно на монтаже металлоконструкций, иногда и на других видах специальных работ на строительной площадке. Конвейерный метод позволяет существенно сократить сроки строительства по сравнению с поэлементным монтажом, но укрупнение конструкций не всегда экономически оправдано. Однако этот способ укрупнительной сборки нерационален, если габариты монтируемого объекта незначительны, применяется при площадях зданий 15-25 тыс. м². Эффект от ускорения монтажных работ при сборке элементов в блоки повысится, если дополнительный кран будет занят на укрупнении конструкций в блоки, а основной кран большой грузоподъемности — только на монтаже блоков. Затраты на использование вспомогательного крана покроются экономией за счет сокращения срока монтажных работ, выполняемых основным краном. В этом случае данный метод будет логичен и целесообразен.

Конвейерная линия размещается на рельсовых путях, по которым на специальных тележках перемещают и монтируют укрупняемые блоки. Каждый пост оснащают необходимыми монтажными механизмами и приспособлениями. Каждая стоянка конвейера обслуживается краном. Склад конструкций располагают параллельно конвейерной линии. Для удобства работы отделочные посты оборудуют тепляками, что дает возможность выполнять процессы независимо от погодных условий. Сборку металлических конструкций выполняют на 3—4 стоянках. Укрупнение ферм выполняют на складе до установки на первой стоянке. После чего на ней фиксируют точное проектное положение основных несущих элементов. На второй стоянке устанавливают прогоны, связи и распорки, на третьей — профилированный настил.

Выбор метода монтажа конструкций зданий определяют в зависимости от конструктивной схемы здания и конкретных условий строительной площадки, характеристик по массе основных конструктивных элементов, наличие или возможности аренды основных строительных машин, оборудования и приспособлений. Монтаж конструкций следует выполнять в короткие сроки, с высоким качеством выполнения работ и с обязательным соблюдением правил техники безопасности. Это обеспечивается с помощью применения наиболее современной строительной техники, укрупнением конструкций в блоки.

Согласно нормативным источникам: «Государственные элементные сметные нормы на строительные работы ГЭСН-2001-09 сборник 9 (Металлические конструкции)» трудозатраты на монтаж металлических конструкций покрытия из отдельных элементов составляет:

$$09-03-012-9: \text{Монтаж ферм покрытий (т): } \frac{8,609 \text{ т} * 2 \text{ шт} * 13,89 \text{ ч-час}}{8 \text{ час}} = 29,89 \text{ ч} - \text{дни}$$

$$09-03-015-1: \text{Монтаж прогонов (т): } \frac{1,79 \text{ т} * 15,79 \text{ ч-час}}{8 \text{ час}} = 3,53 \text{ ч} - \text{дни}$$

$$09-03-014-3: \text{Монтаж связей и распорок (т): } \frac{0,93 \text{ т} * 63,28 \text{ ч-час}}{8 \text{ час}} = 7,36 \text{ ч} - \text{дни}$$

$$09-04-002-1: \text{Монтаж профлистов (100 м}^2\text{): } \frac{2,52 \text{ м}^2 * 35,50 \text{ ч-час}}{8 \text{ час}} = 11,18 \text{ ч} - \text{дни}$$

Общая трудоемкость при монтаже металлических конструкций из отдельных элементов составляет 51,96 ч-дн.

Затраты труда на монтаж металлических конструкций укрупненными блоками составляет:

$$09-01-001-5: \text{Монтаж укрупненного блока (т): } \frac{21,4 \text{ т} * 15,78 \text{ ч-час}}{8 \text{ час}} = 42,21 \text{ ч} - \text{дни}$$

Критерием эффективности укрупнительной сборки является отношение трудозатрат при монтаже конструкций из отдельных элементов к затратам при монтаже конструкций укрупненными блоками:

$$K_{yc} = \frac{Z_m}{Z_y} = \frac{51,96}{42,21} = 1,23$$

где: K_{yc} – коэффициент - критерий эффективности;

Z_m – затраты труда при монтаже конструкций из отдельных элементов;

Z_y – затраты труда при монтаже конструкций укрупненными блоками.

Технико-экономические подсчеты показали, что крупноблочный монтаж с предварительной сборкой блока покрытия – это прогрессивная форма технологии монтажа, которую необходимо чаще применять, развивать и совершенствовать. Критерий эффективности укрупнительной сборки K_{yc} равен 1,23, что говорит о преимуществе монтажа металлических конструкций покрытия укрупненными блоками в сравнении с методом монтажа из отдельных элементов.

Основными причинами повышения трудоемкости и увеличения длительности монтажа, проводимого методом поэлементного монтажа, являются: большое количество подъемов отправочных марок, сложность работы монтажников-верхолазов, стесненность рабочих мест и необходимость устройства сложных лесов. В сравнении с поставкой оборудования россыпью блочный метод сокращает затраты труда при монтаже на 80 %, повышается качество сборки, упрощаются монтажные чертежи. Поэлементный монтаж выполняют самоходными кранами — гусеничными, пневмоколесными и автомобильными — грузоподъемностью 10-20 т. При блочном монтаже применяют монтажные краны грузоподъемностью 40-50 т. Сравнительный анализ методов монтажа на примере стальной фермы приведен на рис.2.

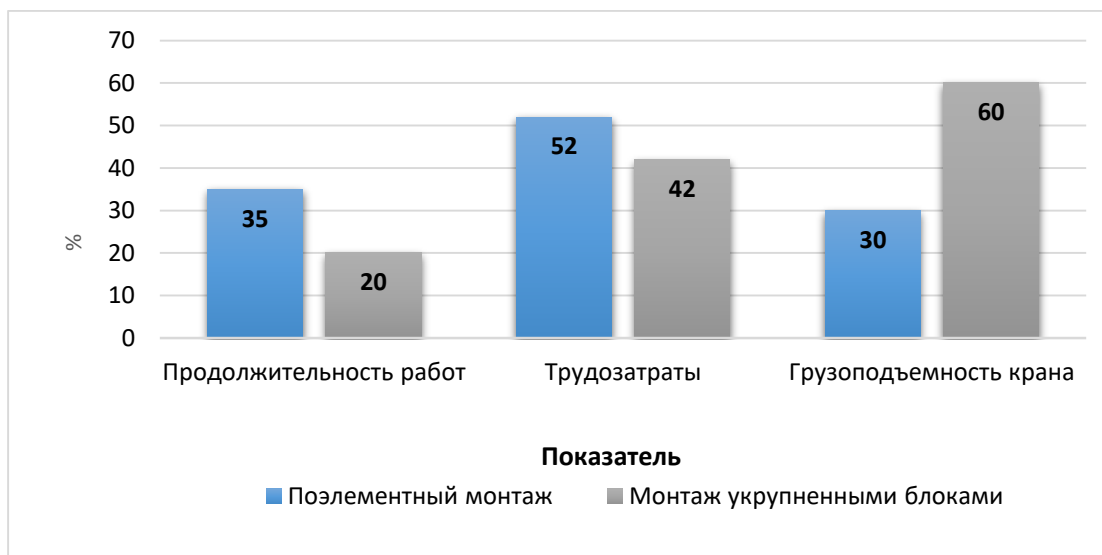


Рис.2
Сравнительный анализ методов монтажа

Исходя из результатов моей работы, можно сделать вывод, что по всем рассмотренным показателям, эффективнее является метод блочного монтажа. Конвейерный метод сборки и блочный монтаж покрытий повышает производительность труда, снижает себестоимость монтажных работ, сокращает сроки строительства. Поэлементный монтаж большепролетных ферменных конструкций не эффективен в связи с этим применяется крайне редко.

Список литературы:

1. Все технологии возведения зданий (электронный ресурс)
<http://detalprostroy.org.ru/index.php/2010-07-20-10-52-05/54-2010-07-20-16-51-06>
2. Образовательный портал «все лекции» (электронный ресурс)
<http://vse-lekcii.ru/mosty-i-tonneli/stroitelstvo-gorodskih-mostovyh-sooruzhenij/montazh-kranami-bolshoj-gruzopodemnosti>
3. В.И. Телитченко, О.М. Терентьев, А.А. Лайду - «Технология возведения зданий и сооружений», Москва, «Высшая школа», 2004
4. Ищенко И.И. - Монтаж стальных и железобетонных конструкций. Рецензенты: инж. А. В. Золотарев, канд. техн. наук Ш. Л. Мачабели Ищенко И. И. Монтаж стальных и железобетонных конструкций: Высш. шк., 991.—287 с.
5. Конструкции покрытий зальных помещений: методические указания для самостоятельной работы студентов / О.Л. Викторова, Л.Н. Петрянина, С.В. Зворыгина. Ю.А. Матиева; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 60 с.
6. ГЭСН-2001-09. ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТНЫЕ СМЕТНЫЕ НОРМЫ НА СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ. Сборник № 9. «СТРОИТЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ» (с изменениями от 20 сентября 2002 г., 9 марта 2004 г., 12 декабря 2006 г., 3 июля, [25 декабря 2007 г.](#))
7. Гилязидинова Н. В. Технологические процессы в строительстве: курс лекций: электронное учебное пособие [Электронный ресурс] для студентов направления подготовки 08.03.01 «Строительство» / Н. В. Гилязидинова, Т. Н. Санталова, Н. Ю. Рудковская; КузГТУ. – Кемерово, 2016. с.114