

УДК 69.059

Ладнушкин А.А. – кандидат технических наук, соискатель

E-mail: bilder74@mail.ru

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 190005, Россия, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4

Технология бескранового монтажа при капитальном ремонте и модернизации башенных градирен ТЭЦ

Аннотация

Основной задачей исследования является разработка новых технологий и методов для упрощения и удешевления монтажных работ при модернизации действующих производств, в частности при модернизации градирен башенного типа. Разработанная технология бескранового монтажа для капитального ремонта или реконструкции металлических башенных градирен позволяет выполнить работы по замене аварийных строительных конструкций внутреннего каркаса, демонтажу системы водоводов, устаревших блоков орошения, обеспечивает монтаж новой водораспределительной системы и современных полимерных блоков орошения в стесненных условиях действующего производственного предприятия, с минимальными сроками подготовки и производства монтажных работ и значительно меньшими затратами относительно использования для данных работ башенных и стреловых кранов.

Ключевые слова: технология бескранового монтажа, башенная градирня, модернизация и капитальный ремонт, монтаж и демонтаж в стесненных условиях, способ монтажа, опорно-грузовая нагрузка.

Градирни являются важной частью производства тепла и электричества на теплоэлектростанциях, так как охлаждение воды является основным из условий для нормальной работы котлов и турбин. Основной объем эксплуатируемых сейчас градирен ТЭЦ построены в 1960-1980 гг. по типовым проектам, имеет схожую конструкцию и технические характеристики. Наибольшее распространение в России получили башенные градирни с металлическим каркасом.

Задачей модернизации градирен является повышения КПД системы охлаждения обратной воды, то есть увеличения разницы температуры воды до и после цикла охлаждения, либо увеличения объема охлаждаемой воды. При строительстве использовались блоки орошения из асбестоцементных листов собранные в пакеты и установленные вертикально в 2-3 яруса внутри градирни. В последующие годы на ряде объектов оросители были заменены на полимерные оросители первого поколения типа 1-С. На данный момент разработаны системы орошения из современных полимерных материалов, позволяющие увеличить производительность градирни на 30-50 %. Важным условием является минимальные сроки проведения работ, так как на данный период значительно снижается производства тепла и электроэнергии ТЭЦ.

Рассмотрим модернизацию на примере башенной градирни БГ-1600, наиболее распространенную в Татарстане площадью орошения 1600-2000 квадратных метров, которая выполнена по типовому проекту Ленинградского отделения Института «ТЕПЛОЭЛЕКТРОПРОЕКТ» и находится в эксплуатации в среднем составляет 30-50 лет.

Основными строительными конструкциями градирни являются вытяжная башня со стальным каркасом высотой 53,700 м (от уровня земли), выполненным в форме 12-ти гранного усеченного конуса, основные колонны которого размещены по торцам граней и опираются на отдельно стоящие железобетонные фундаменты, железобетонного каркаса оросительного устройства с водосборным бассейном (чашей), размещенным в зоне фундаментов. Пространственная жесткость каркаса башни обеспечивается горизонтальными решетчатыми кольцами, расположенными по ярусам в пяти уровнях, и диагональными связями. Обшивка башни выполнена из гофрированных алюминиевых плоских листов.

Модернизация водораспределительной системы и системы орошения, включает в себя замену аварийных строительных конструкций внутреннего каркаса (железобетонные балки и прогоны), магистральных, водораспределительных трубопроводов и форсунок, а также замену старых оросителей на ОКД-с типа «Косой Дождь – Сетчатый» или др. Основные водоводы выполнены из труб диаметром 1020x8, 720x7 и 325x8 мм.

При модернизации градирен башенного типа ТЭЦ большое распространение получил способ с установкой около нее башенного или стрелового крана и производством работ по монтажу и демонтажу строительных конструкций и технологического оборудования через верх вытяжной башни градирни. Требуемый вылет, обеспечивающий нормальное ведение работ по площади всей градирни составляет 40-50 м при высоте подъема 60-80 м. Данным характеристикам соответствует ограниченное число стандартных строительных кранов, например для стреловых это краны с грузоподъемностью более 60 тонн с гуськом. Использование таких кранов для данных условий не эффективно, так как масса монтажных элементов не превышает 2 тонн. Возникают значительные трудности, связанные с необходимостью ведения работ в мертвых монтажных зонах, так как башенная градирня имеет форму конуса.

Недостатками данного способа являются значительные финансовые затраты на производство подготовительных и монтажных работ, большой объем работ по монтажу и демонтажу самого крана, потребность в свободных площадях около реконструируемого объекта, что в условиях действующего предприятия не всегда возможно.



Рис. 1. Общий вид организации монтажных работ

Основными задачами исследования являлось упрощение и удешевление монтажных работ при капитальном ремонте, модернизации или реконструкции металлических градирен башенного типа, разработка и исследование технологических и организационных решений выполнения монтажных и демонтажных работ в труднодоступных местах внутри металлических градирен при замене внутренних строительных конструкций и технологического оборудования системы орошения.

Разработанный способ заключается в обеспечении проведения работ по монтажу и демонтажу строительных конструкций и технологического оборудования внутри металлических градирен преимущественно башенного типа с помощью распространенных в строительстве монтажных механизмов и приспособлений (электрические лебедки, монтажные блоки и канаты и др.). Способ включает в себя монтаж внутри градирни монтажной (канатно-блочной) системы. В качестве опоры монтажной системы используются элементы каркаса градирни. После крепления отводных блоков подъемного каната и оттяжки монтажной системы, подъем и перемещение конструкций внутри градирни осуществляется работой подъемной и оттяжной лебедок, расположенных на прилегающей территории градирни. Подача конструкции и элементов в зону действия монтажной системы выполняется через нижнюю часть градирни при помощи тележки и транспортной лебедки.

При отсутствии максимальных расчетных нагрузок от ветра каркас имеет значительный запас по несущей способности. При использовании технологии бескранового монтажа нагрузка от монтажной системы – опорно-грузовая является эквивалентом ветровой нагрузки предусмотренной на этапе проектирования.

На основании выполненных поверочных расчетов основные решетчатые конструкции каркаса в зависимости от высоты и места (в пролете или на опоре) крепления могут воспринимать опорно-грузовые нагрузки от 4 до 15 т в условиях напряжено-деформированного состояния предусмотренного проектом. Для предотвращения перегрузок на каркас градирни монтажные работы ограничиваются при ветре более 5 м/с. Масса наиболее тяжелого элемента монтажа составляла 1800 кг. Масса основного элемента монтажа – демонтируемого блока оросителя из асбестоволокнистых листов – 300 кг. Для достижения заявленного технического результата технология бескранового демонтажа и монтажа конструкций внутри металлических градирен включает в себя установку на прилегающей к объекту территории подъемной, тяговой и транспортной лебедок, устройство монтажной (канатно-блочной) системы внутри металлической градирни с креплением над монтажной зоной (захваткой) отводных монтажных блоков подъемного каната и оттяжки к несущему каркасу градирни, перемещение внутри градирни груза по направлению к монтажному проему при демонтаже и от проема при монтаже, попеременной работой подъемной и тяговой лебедок монтажной системы, выводом грузов через нижнюю часть сооружения с помощью транспортной лебедки и тележки, по завершении монтажных работ в зоне действия монтажной системы перевешиванием отводного монтажного блока подъемной лебедкой для расположения монтажной системы над новой захваткой.

Принципиальная схема работы монтажной системы технологии бескранового монтажа представлена на рис. 2.

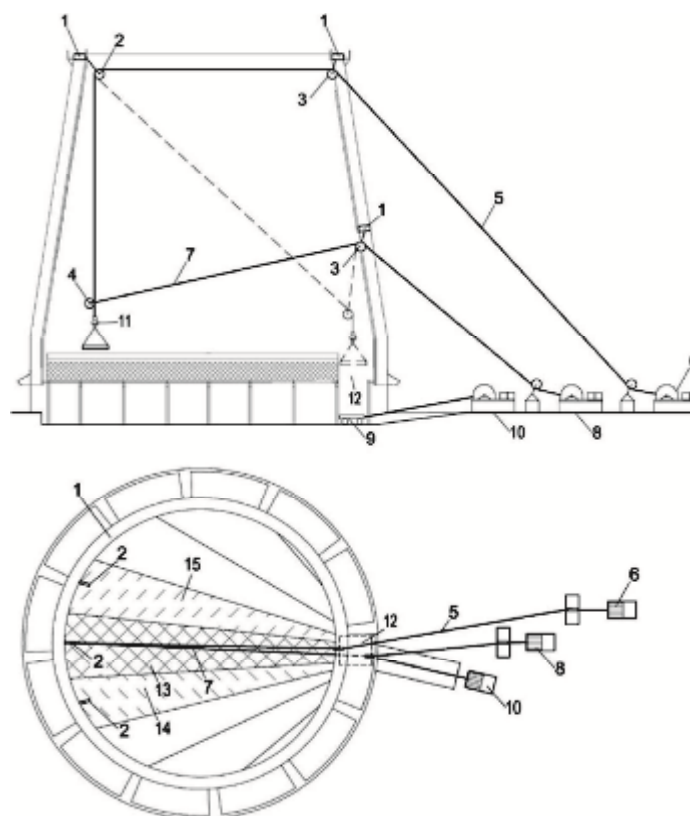


Рис. 2. Принципиальная схема работы монтажной системы:

- 1 – элемент каркаса градирни; 2 – отводный монтажный блок; 3 – обводной трос;
- 4 – монтажный блок; 5 – грузоподъемный канат; 6 – грузоподъемная лебедка; 7 – оттяжка;
- 8 – тяговая лебедка; 9 – тележка; 10 – транспортная лебедка; 11 – крюк с грузом;
- 12 – монтажный проем; 13 – захватка

Способ бескранового демонтажа и монтажа конструкций внутри металлических градирен осуществляется следующим образом: в соответствии предполагаемым местом монтажа и демонтажа конструкций собирается монтажная система, состоящая из подъемной лебедки 6, тяговой лебедки 8, подъемного каната 5, оттяжки 7 и отводных монтажных блоков 2 и 3 закрепленных на элементах каркаса градирни 1 (рис. 3).

Крепление (подвес) на элементах каркаса градирни 1 отводных монтажных блоков 2 и 3 выполняется над планируемой зоной производства работ 13 с помощью троса (рис. 2). Для предотвращения повреждения металлоконструкций каркаса градирни 1 под трос устанавливаются накладки из деревянных брусков или металлопроката, в случае значительных монтажных нагрузок элемент каркаса временно усиливается. В местах предполагаемого прохождения подъемного каната и оттяжки выполняется временный демонтаж части обшивки. Подъемную лебедку 6 и тяговую лебедку 8 через закрепленные отводные монтажные блоки 2 и 3 запасовывают подъемным канатом 5 и оттяжкой 7.

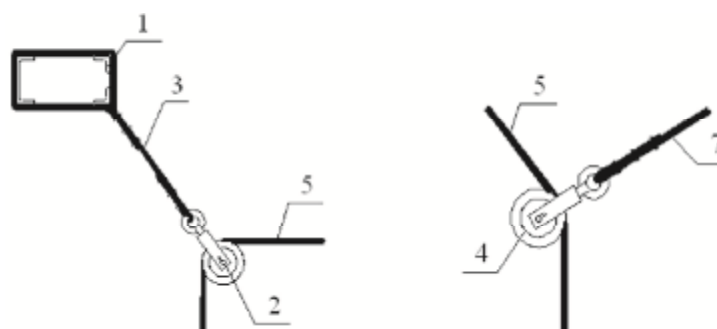


Рис. 3. Узлы монтажной системы: 1 – элемент каркаса градирни; 2 – отводной монтажный блок; 3 – обводной трос; 4 – монтажный блок; 5 – грузоподъемный канат; 7 – оттяжка

С помощью монтажной системы разбирают часть конструкций для обеспечения монтажного проема 12. Демонтируемые конструкции и оборудование временно складывается наверху в зоне действия монтажной системы. Положения крюка с грузом 11 определяется соотношением взаимных усилий в подъемном канате 5 и оттяжке 7. Перемещение крюка с грузом 11 происходит за счет скольжения монтажного блока 4 по подъемному канату 5 вследствие тягового усилия в оттяжке 7. Отсутствие жесткого взаимного крепления подъемного каната 5 и оттяжки 7 предотвращает возникновение значительных нагрузок на каркас градирни.

После готовности монтажного проема 12 осуществляют демонтаж конструкций или технологического оборудования в зоне действия (захватке) монтажной системы 13. Для этого, при помощи подъемного каната 5, крюк с грузом 11 поднимают на некоторую высоту, а при помощи натяжения оттяжки 7 перемещают в сторону монтажного проема 12. Для обеспечения безопасного производства работ и уменьшения усилий, возникающих в элементах каркаса 1, демонтируемую конструкцию перемещают с минимальным подъемом. Переменным включением в работу подъемной 6 и тяговой 8 лебедок, крюк с грузом 11 перемещают к монтажному проему 12 и опускают на транспортную тележку 9. Транспортную тележку 9 вытягивают из градирни по подготовленному съезду при помощи установленной на прилегающей территории транспортной лебедки 10. Процесс монтажа является обратным по последовательности операций демонтажу. После выполнения всех работ в зоне действия монтажной системы (захватке) 13 отводной монтажный блок 2 подъемного каната 5 перевешивается на несущие элементы каркаса 1 над следующей зоной (захваткой) для производства работ 14, 15.

Разработанная технология бескранового монтажа позволяет выполнить выборочную или полную замену внутренних строительных конструкций и технологического оборудования, системы орошения в труднодоступных местах внутри металлической градирни башенного типа в условиях повышенной стесненности действующего предприятия, с минимальными сроками подготовки и производства монтажных работ и значительно меньшими затратами относительно использования для данных работ башенных и стреловых кранов.

Технология внедрена и апробирована при капитальном ремонте и модернизации нескольких металлических башенных градирен теплоэлектростанций ОАО «Татэнерго» и ОАО ТГК 16.

Список библиографических ссылок

1. Броверман Г.В., Гитман И.Б., Гофштейн Г.Е. Монтаж стальных и железобетонных конструкций. – М.: Стройиздат, 1980. – 863 с.
2. Топчий В.Д., Гребенник Р.А., Клименко В.Г. Реконструкция промышленных предприятий в 2 томах. – М.: Стройиздат, 1990. – 591 с.
3. Бурман З.И., Артюхин Г.А., Зархин Б.Я. Программное обеспечение матричных алгоритмов и метода конечных элементов в инженерных расчетах. – М.: Машиностроение, 1988. – 256 с.
4. Вычислительный комплекс «Ли́ра». Для прочностного расчета конструкций методом суперэлементов. – Киев: НИИАС, 2002.
5. Способ монтажа и демонтажа строительных конструкций: пат. 2190065 Рос. Федерация. № 2001116254/03; заявл. 18.06.2001; опубл. 27.09.2002. Бил. № RU (11) 2190065 (13) С1, (51) 7 E04B1/35, E04G23/00.
6. Юдина А.Ф., Ладнушкин А.А. Разработка контруктивно-технологических решений бескранового монтажа при реконструкции промышленных зданий // Доклады 68-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета, СПбГАСУ, В 5 ч. I. – СПб., 2011. – 240 с.
7. Ипатов П.П., Финкель А.В. Монтажные подъемно транспортные механизмы и такелажные работы. – М.: Стройиздат, 1975. – 343 с.
8. Шапаронов В.В., Аблязов Л.П., Степанов И.В. Организация строительного производства (Справочник строителя.) – М.: Стройиздат, 1987. – 460 с.

Ladnushkin A.A. – candidate of technical sciences, researcher

E-mail: bilder74@mail.ru

Saint-Petersburg state University of Architecture and Engineering

The organization address: 190005, Russia, Saint-Petersburg, 2-ya Krasnoarmeyskaya ul., d. 4

Technology of installation without a crane use at overhaul and upgrade of CHP towers

Resume

The main objective of the study is to develop new technologies and methods to simplify and reduce the cost of installation work in modernization of existing production facilities, in particular in the modernization of cooling tower tower type. The developed technology of without crane installation for major repair or renovation of metal towers allows to perform works on replacement of emergency building structures of the inner frame, the dismantling of the system of conduits, outdated units irrigation provides installation of new water distribution system and advanced polymer blocks of irrigation in the cramped conditions of the existing production enterprises with minimal time for preparation and production installation and much lower cost on the use for these works of tower and Jib cranes.

The developed technology of without a crane installation allows you to perform a custom or complete replacement of internal building structures and technological equipment, irrigation systems in inaccessible places inside the tower type metal cooler.

The technology has been implemented and tested during the overhaul and modernization of several metal towers of thermal power plants of JSC «Tatenergo» and JSC TGC 16.

Keywords: technology of without a crane installation, tower cooling tower, upgrading and overhaul, assembly and disassembly in cramped conditions, the method of installation, reference-truck load.

Reference list

1. Broverman G.V., Gitman I.B., Gofshtejn G.E. Installation of steel and reinforced concrete structures. – M.: Strojizdat, 1980. – 863 p.
2. Topchij V.D., Grebennik R.A., Klimenko V.G. Reconstruction of the industrial enterprises in 2 vols. – M.: Strojizdat, 1990. – 591 p.
3. Burman Z.I., Artjuhin G.A., Zarhin B.Ja. Software matrix algorithms and the finite element method in engineering calculations. – M.: Mechanical, 1988. – 256 p.
4. Computing complex «Lira». For the strength calculation of structures using superelements. – Kiev: NIIAS, 2002.
5. Method of Assembly and disassembly of building structures: the patent 2190065 Russian Federation. № 2001116254/03; It is declared 18.06.2001; it is published 27.09.2002. The bulletin № EN (11) 2190065 (13) C1 (51) 7 E04B1/35, E04G23/00.
6. Yudina A.F., Ladoshkin A. Development of constructive-technological decisions of the ROS Assembly during the reconstruction of industrial buildings // Proceedings of the 68th scientific conference on the problems of professors, teachers, scientific workers, engineers and postgraduate students of the University of architecture and civil engineering, Ed. 5 part I. – SPb., 2011. – 240 p.
7. Ipatov P.P., Finkel A.V. Installation lifting and transport mechanisms and rigging works – M.: Stroyizdat, 1975. – 343 p.
8. Shakhparonov V.V., Ablyazov L.P., Stepanov I.V. Organization of building production (Guide Builder). – M.: Stroyizdat, 1987. – 460 p.