

УДК 624.042:621.86.01

**РАЗВИТИЕ КРАНОСТРОЕНИЯ – ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ
ФАКТОР ЭВОЛЮЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ**

**DEVELOPMENT OF CRANE ENGINEERING IS DECISIVE
FACTOR OF INDUSTRIAL
BUILDING EVOLUTION**

*д.т.н., проф. Пичугин С.Ф., магистр Дримко Я.А. (Полтавский
национальный технический университет имени Юрия Кондратюка)
Dr. Sc. Professor Pichugin S.F., Master Drymko Y.A. (Poltava National
Technical University
Named Yuri Kondratyuk)*

Аннотация. В работе аргументируется, что развитие промышленных зданий во многом определяется прогрессом кранового оборудования. Особенно это относится к мостовым кранам. В связи с этим кратко прослеживается история развития грузоподъемных средств и краностроения в тесной связи с совершенствованием каркасов промзданий. Освещается современное состояние краностроения в странах СНГ.

Ключевые слова: подъемно-транспортное оборудование, мостовые краны, промышленные здания, стальные каркасы.

Abstract. This work attacks the problem of industrial building development determined with load lifting engineering progress. It is especially related with bridge cranes. So it is observed the short history of development of load lifting equipment and crane engineering in the close connection with the perfection of industrial building. It is exposed the present situation of crane engineering in the countries of CIS.

Key words: load lifting equipment, bridge cranes, industrial buildings, steel frameworks.

Вступление. Подъемно-транспортные машины – незаменимый элемент любой сферы экономики. Они существенно увеличивают продуктивность работы и качество ее выполнения, экономя при этом человеческие ресурсы. Технологический процесс большинства производственных предприятий связан с необходимостью механизировать операции по вертикальному и горизонтальному

транспортированию грузов с большим диапазоном веса. Эту механизацию наряду с другими транспортными средствами осуществляют при помощи мостовых (опорных) кранов, представляющих собой специальные устройства, передвигающиеся с грузами вдоль и поперек цеха. Мостовые краны во многом определяют как объемно-планировочные, так и конструктивные решения производственных зданий. Поэтому представляет интерес проследить развитие подъемных механизмов в увязке с эволюцией промышленных зданий.

От древности до XIV века. Устройства для подъема или перемещения грузов были известны в глубокой древности. Уже на ранних ступенях развития человеческого общества возникла необходимость в устройствах для подъема тяжелых грузов (упавших деревьев, тяжелых каменных глыб). Подъем и перемещение очень больших по весу грузов при постройках в древнем мире, например, сооружение пирамид Хеопса более чем за 2000 лет до н. э., гидротехнические сооружения в древнем Китае в долине Желтой реки, постройки в древнем Риме были невозможны без простейших грузоподъемных приспособлений.

Наиболее ранними грузоподъемными средствами, по-видимому, были рычаги, катки и наклонная плоскость, позволявшие поднимать и перемещать грузы без применения промежуточных деталей (цепей, канатов), связывающих подъемное устройство с грузом. Катки, рычаги, наклонные плоскости (рампы) применялись, по-видимому, еще при сооружении древнейших каменных построек - дольменов. С их помощью осуществлялись доставка и установка колоссальных скульптур для ассирийских дворцов и храмов и громадных каменных плит при возведении пирамид в древнем Египте.

Значительно позже появились устройства, которыми груз поднимали и перемещали при помощи промежуточного элемента (веревки, гибкой ветви дерева); к этим устройствам относятся ворот, блок.

Древние греки применяли для подъема грузов приспособление "журавль" (по гречески - "геранос"). "Журавль" обозначает по-немецки "краних", откуда и произошло русское название "кран" для различных грузоподъемных устройств. Подъемник "геранос" с ручным приводом использовался в V в. до н. э. для возведения крепостных стен, а также при театральных зрелищах для подъема по ходу пьесы действующих лиц и театральной бутафории.

Рычажные подъемники (прообразы стреловых кранов) использовались для подъема воды в древнем Китае, Индии и странах Востока. Задолго до начала нашего летоисчисления в Китае применялись горизонтальные и вертикальные ворота с ручным приводом. Позднее древними греками были введены в практику рудоподъема, транспорта и строительства конные ворота, полиспасты и сложные подъемные установки, состоявшие из раскрепленных канатами наклонных столбов с постоянными или переменными углами наклона к горизонту и из подвешенных к столбам полиспастов с простейшими захватными устройствами для штучных грузов.

Дальнейшее совершенствование этих установок римлянами привело к созданию поворотных подъемных кранов. По описанию Витрувия, относящемуся к I веку до нашей эры, краны эти укреплялись на прочных деревянных брусках, которые могли поворачиваться на катках в любую сторону. Подъем груза такими кранами мог осуществляться на высоту до 12 м; приводились они в действие с помощью ручных ворот или посредством топчаков. В древнем Риме впервые появились также клетевые подъемники - прототипы современных лифтов.

Зарубежное краностроение. В Западной Европе в XIV-XV вв. в связи с развитием торговли и мореплавания и ростом горно-металлургической промышленности развивается техника и совершенствуются грузоподъемные устройства. Появились лебедки и полиспасты, что позволило путем сочетания их перемещать и поднимать тяжелые грузы с большой скоростью или с меньшими усилиями. Соединение ворота с блоком или полиспастом создало основное звено грузоподъемного устройства – механизм подъема и дало толчок к появлению различных по конструкции типов кранов. Российские умельцы внесли свой вклад в развитие краностроения. Известен прототип крана XVII века, которым в Московском Кремле при помощи ручных лебедок, противовесов и рычагов подняли колокол массой 130 т. Позже было изобретено оригинальное подъемное устройство в Нижнем Тагиле, работавшее за счет энергии падающей воды.

В этот период в Европе (Италии, Германии, Чехии) стали создаваться поворотные, стреловые и цепные краны с остовом из дерева и с конным приводом.

Особенностью грузоподъемных механизмов, установок и устройств, введившихся в эксплуатацию до XIX в., было применение

для них дерева как строительного материала. Из дерева выполнялись также несущие конструкции промышленных цехов, оснащенных мостовыми кранами.

По официальным свидетельствам, первый прототип современного мостового крана был построен в 20-е годы XIX в Париже, его конструкция была выполнена полностью деревянной. Отметим здесь, что первый кран в Германии был изготовлен в 1830 г. фирмой «Ludvig Stuchenholz company», ныне известной как фирма «Demag Cranes & Components GmbH», а в 1840 г. в Германии началось массовое производство подъемных кранов. Дерево широко применялось для ответственных узлов кранов: остовов, стоек, воротов, ободов и зубьев зубчатых колес в механизмах и установках. Замена дерева металлом начинает осуществляться лишь в первой четверти XIX столетия, в первую очередь для таких деталей, как оси, колёса, храповики, крюки, захваты. Деревянные и деревянно-металлические несущие конструкции мостовых и козловых подъемных кранов, стрел порталных кранов сравнительно часто применялись еще в последней четверти XIX века.

Приведение в действие подъемных механизмов и установок в средние века осуществлялось мускульной силой человека или животных (конная тяга). Водяные двигатели, известные еще древним народам, и ветряные двигатели средневековья не получили в них широкого распространения. Однако уже в начале XIX столетия с развитием промышленности и транспорта все чаще возникала необходимость в подъеме тяжелых грузов, при увеличении скоростей подъема и горизонтального перемещения. Такие возможности подъема и перемещения грузов краны приобрели только с развитием машинного привода и двигателестроения в XIX в.

Типичный металлургический цех второй половины XIX века изображен на монументальной картине известного немецкого художника Адольфа Менцеля (1815 – 1905) [6]. Художник наглядно передает напряженность опасной работы рабочих-прокатчиков, тесноту и многолюдность цеха, в котором используется в основном ручной труд. Не случайно поэтому, картина имеет еще одно название – «Современные Циклопы», поскольку металлурги действительно напоминают античных великанов-кузнецов, помощников бога огня Гефеста. Рабочие вручную обрабатывают прокатную заготовку, прибегая к помощи ручного крана-укосины.

Наиболее ранним по времени использования в грузоподъемных машинах явился гидравлический привод, где рабочей жидкостью служила вода, подававшаяся в рабочие цилиндры под давлением, достигавшим нескольких десятков атмосфер. Начало применения этого привода относится к концу XVIII в. Однако первый подъемный кран с гидравлическим приводом был введен в эксплуатацию в Англии в 1846 – 1847 гг., и только во второй половине XIX в. гидравлический привод получил широкое распространение в стационарных и передвижных кранах.

Значительный импульс в развитие краностроения конце XVIII и начале XIX в. стало изобретение парового двигателя (Уатт, 1763 г.). Карл Маркс отметил в своем знаменитом труде «Капитал»: «Паровая машина с самого начала сделалась антагонистом “человеческой силы”». В тридцатые годы XIX в. в Англии (1827 г.) впервые осуществляется постройка стационарного парового подъемного крана. В 1861 г. первый паровой мостовой кран был установлен английской фирмой «Ramsbottom» в железнодорожных мастерских фирмы «Crew railway works».

Кран имел составную конструкцию, включавшую деревянные элементы с креплениями из сварочного железа. Трансмиссия от ведомого паром приводного шкива к крану осуществлялась с помощью хлопковых канатов. Знаменитый впоследствии немецкий краностроитель Рудольф Бредт (Rudolph Bredt (1842 – 1900)) внес инновационные изменения в конструкцию этого крана, и краны подобного типа стали распространенными в Германии. В них успешно соединялись паровая машина, трансмиссия и рабочий механизм. Несмотря на несовершенство конструкции, механические паровые краны постепенно становятся основным типом заводских кранов, и в 80 – 90-е годы XIX в., вследствие совершенствования паросиловых установок, уменьшения их габаритных размеров и веса, вытесняют гидравлические краны (рис. 1).

Заметным этапом в развитии краностроения стал спроектированный Р. Бредтом паровой мостовой кран с канатным приводом грузоподъемностью 25 тс, построенный в 1873 году заводом «Stuckenholtz AG, Wetter am der Ruhr», который демонстрировался в павильоне Германии на Всемирной выставке в Вене. Паровые мостовые краны использовались также в других странах. Уже на начальном этапе внедрения мостовых кранов стали очевидными их несомненные преимущества: они обслуживают участки цеха любого

размера, охватывают всю производственную зону, не занимают место на полу цеха.

Промышленное краностроение стало особенно развиваться после изобретения электропривода. В 1854 г. фирма «Sampson Moore & Co» (Ливерпуль, Англия) запатентовала новую лебедку, позволившую поднимать более тяжелые грузы (такие, как корабельный пушки) с помощью электромотора. В Германии также были созданы электрические лебедки: фрикционная (1880 г.) и электрореверсивная (1908 г.), а с 1910 г. в Германии развернулось массовое производство электрических лебедок.

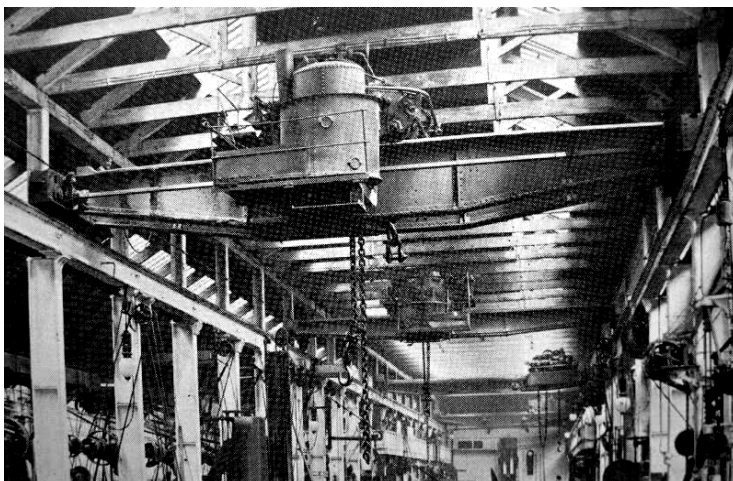


Рисунок 1. Промышленный цех с паровым мостовым краном

В 1880 г. в Германии был введён в эксплуатацию первый электрический мостовой кран с приводом всех механизмов от одного электродвигателя, а в 1889 г. в США был введен в эксплуатацию первый электрический мостовой кран с индивидуальным электроприводом механизмов подъема груза, передвижения грузовой тележки и передвижения моста крана. Первые мостовые краны с реверсивными электромоторами имели их для каждого из трех крановых перемещений и канатной системой механизма подъема. После 1890 года краны этого типа стали основным видом внутрицехового транспорта машиностроительных, судостроительных, электротехнических предприятий, заводов металлоконструкций, а в дальнейшем – автомобильных заводов.

В качестве показателя уровня развития краностроения в конце XIX века укажем, что к 1892 г. только заводы Германии, возглавляемые Р. Бредтом, изготовили более 400 крупных мостовых кранов, большинство из которых имели механическую трансмиссию или электромоторы, общей мощностью 70 000 тс. Важным этапом краностроения явилось издание первого каталога типовых кранов, составленного Р. Бредтом и изданного в 1893 году фирмой «Ludwig Stuckenholtz». Каталог включал четыре части, которые охватывали все разработанные на тот момент подъемные краны: машиностроительные, железнодорожные, литейные и прокатные, краны для портов и причалов. Каталог был нацелен на типизацию, прежде всего, промышленного транспорта тяжелых грузов, таких как части литейного и кузнечного оборудования, узлы кораблей, конструкций мостов и др. Каталог продемонстрировал продукцию компании Р. Бредта, дал обзор развития подъемно-транспортного оборудования в Германии в середине 1890-х годов и положил начало составлению подобных каталогов в дальнейшем. К концу XIX века немецкие каталоги рекламировали достаточно широкий спектр электрических мостовых кранов общего назначения грузоподъемностью 3,0...75,0 тс пролетами 8,0...25,0 м [4].

В 1895 г. для передвижных кранов впервые был применен привод от двигателей внутреннего сгорания.

Мостовые краны с электрическим приводом были важным и неотъемлемым элементом новой линейной организации промышленного производства и компоновки промышленных зданий, сформированных к 90-м годам XIX столетия и принципиально отличавшихся от хаотической картины производства, практиковавшейся ранее. В качестве примера промышленного здания новой компоновки можно назвать один крупных цехов Германии конца XIX века – трехпролетное здание с мостовым краном площадью 16500 м², возведенное в Дортмунде (Германия) для изготовления стальных мостов (рис. 2 [6]).

Отметим, что в период 1890 – 1920 г.г. краностроение было в центре развития машиностроения, электротехнической промышленности, производства металлоконструкций, теории сооружений. Перефразируя знаменитую формулу К. Маркса: «Революции – локомотивы истории», считаем возможным утверждать: «Мостовые краны – локомотивы промышленного развития».

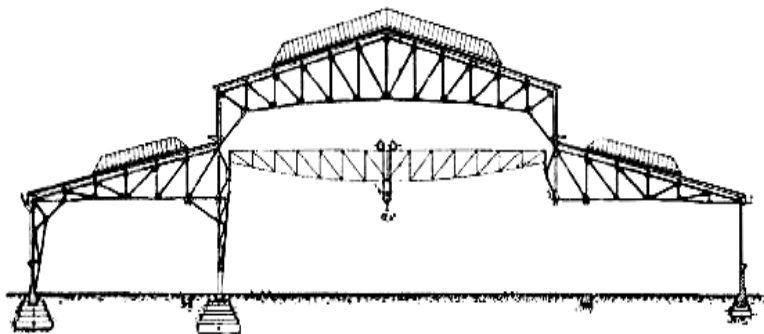


Рисунок 2. Цех по изготовлению мостовых конструкций (Дортмунд, Германия, 1898 г.)

Отечественное краностроение. Российское краностроение как отрасль родилось в 1880-е гг., в период промышленного и строительного бума. При этом на заводах России сразу началось производство полностью металлических мостовых кранов с конструкцией современного типа. Первые краны в России были созданы на основанном в 1840-х годах Костромском механическом заводе. На протяжении долгого времени производство осуществлялось только этим заводом и только по единичным заказам. Начало развития краностроения в России относится к 1898...1900 гг., когда почти одновременно начали изготавливать мостовые краны Московский (Гутмана), Брянский и Краматорский заводы. Несколько позже краностроение начало развиваться на Коломенском, Путиловском, Сорновском и других заводах. В этот период производство мостовых кранов носило индивидуальный характер, основные механизмы и электрооборудование ввозилось из-за границы.

На отечественных заводах трудились замечательные инженеры-конструкторы, создававшие образцы надежной и долговечной техники. Вот тому наглядный пример: в 1970-е гг. на ленинградском «Пролетарском» (прежде Александровском) заводе безотказно работал 50-тонный мостовой кран, построенный путиловцами в 1898 г. Вряд ли сегодня можно повторить этот рекорд. Конструкция моста соответствовала эпюре моментов и обеспечивала равномерность распределения нагрузки по ее элементам. Раскосы были выполнены так, что работали только на растяжение, обеспечивая 100 %-ую устойчивость конструкции крана. Отметим, что в период

промышленного подъема в начале XX в. в развитие отечественного краностроения включился знаменитый инженер-академик В.Г. Шухов (1853 – 1939), который запроектировал ряд доменных, мартеновских и прокатных цехов металлургических заводов и создал для них мостовые электрические краны. В 1913 году выпуск подъёмных кранов на двух заводах — Брянском и Старокраматорском составлял 70 единиц в год.

Процесс организации отечественного подъемно-транспортного машиностроения и оформление его как самостоятельной отрасли относится к периоду первых советских пятилеток, то есть к концу 20-х – началу 30-х годов прошлого столетия. В 1931 году был введен в эксплуатацию Уральский завод тяжелого машиностроения (Уралмаш), который освоил выпуск металлургических кранов. Началось освоение и выпуск тяжелых мостовых (в том числе литейных) кранов на Краматорском заводе тяжелого машиностроения и заводе «Красный Профинтерн» в г. Брянске (впоследствии завод «Сибтяжмаш» г. Красноярск). Изготовление кранов оставалось полукустарным, крановые детали быстро изнашивались, допускались простои кранов.

Задачи индустриализации страны и интенсификации производства в различных отраслях промышленности, повысившие требования к мостовым кранам, были выполнены отечественными краностроителями.

В этот период выработалось типичное решение каркасов одноэтажных промышленных зданий со ступенчатыми колоннами, конструктивное решение которых в большой степени определялось установкой мостовых кранов различной грузоподъемности, назначения и режима работы [2, 5] (рис. 3).

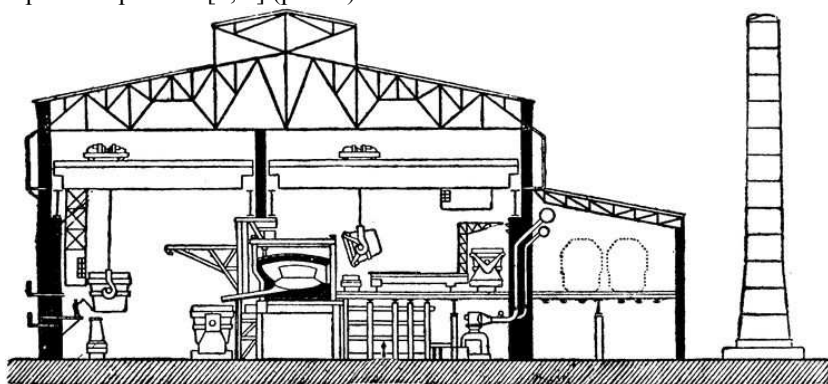


Рисунок 3. Мартеновский цех (первая половина XX ст.)

В годы, предшествовавшие Великой Отечественной войне, на перечисленных выше заводах, а также на заводах «Подъемник» (г. Москва) и им. С.М. Кирова (г. Ленинград) были существенно улучшены конструкции кранов, повысилась их надежность и технологические показатели, были созданы новые типы мостовых кранов. До 1940 года конструкции кранов выполнялись ферменными (сквозными), которые изготовлялись клепаными. В начале перехода на сварку ферменные крановые конструкции оставались основной конструктивной формой мостовых кранов, которая постепенно была заменена более рациональными балочными (сплошными) системами. Совершенствовались методы расчета крановых металлоконструкций, что позволило в период 1928...1957 гг. повысить допускаемые напряжения для основных применяемых сталей в 1,5 раза, а впоследствии с переходом к методу предельных состояний в 1960 г. расчетные сопротивления были увеличены в 2 раза. Краностроение стало развиваться быстрыми темпами и превратилось в крупную отрасль тяжелого машиностроения со специализированными заводами, называемую подъемно-транспортным машиностроением.

В послевоенные годы в СССР было налажено производство всех необходимых для промышленности типов мостовых, подвесных и металлургических кранов, часть из которых поставлялась в зарубежные страны. Ежегодный выпуск кранов мостового типа в 1980-е годы составлял от 6 до 7 тысяч единиц. Классификация и описание основных типов мостовых кранов приводится в монографии [3].

Новые времена – новые краны. С распадом СССР на краностроительных заводах, как и во всей советской промышленности, прошли процессы акционирования и приватизации. В результате этого в 2000-е годы на территории бывшего СССР уменьшилось до 17 количество специализированных предприятий, выпуск мостовых кранов на них сократился до 1...1,5 тысяч в год. Некоторые из краностроительных заводов пострадали особенно сильно. Например, знаменитый Ленинградский завод подъемно-транспортного оборудования, основанный в 1868 году, в 2000 году был признан банкротом, часть его имущества была распродана, на территории завода появились торговые центры, офисные помещения и мебельные фабрики. В 2003 году созданное на базе завода ОАО

«Подъемтрансмаш» было реструктуризировано, заводу возвращено его славное имя «Завод ПТО имени С.М. Кирова», и он возобновил выпуск специальных и металлургических кранов. Не менее знаменитый завод подъемно-транспортного оборудования «Сибтяжмаш» не работает с 2010 г., в 2011 г. объявлен банкротом, после чего был разделен между тремя небольшими предприятиями, и его дальнейшая судьба неясна. Одесский завод тяжелого краностроения имени Январского восстания после распада СССР был приватизирован и переименован в компанию «КРАЯН». Под этой маркой завод некоторое время продолжал выпуск кранов, однако в результате рейдерской атаки пришел в неработоспособное состояние.

Пользуясь ситуацией, в СНГ устремились зарубежные фирмы, в частности, знаменитый немецкий концерн «Demag», историческая роль которого в развитии мостовых кранов отмечена выше. «Demag» открыл представительства в России, Украине и др. и активно завоевывает крановый рынок СНГ. Следует отметить, что фирма «Demag» – не новичок в советской промышленности: она активно участвовала в процессе индустриализации СССР. Например, ведущие цеха Магнитогорского металлургического комбината, построенные в 30-е годы XX в., оснащены мостовыми кранами этой фирмы, чему был свидетелем автор статьи. В 2006 г. открыл свое представительство в Харькове немецкий концерн «Stahl CraneSystems» GmbH (Компания ООО «Шталь Кран Украина»), который поставляет на рынок Украины подъемно-транспортное оборудование, произведенное на заводах концерна в Германии. Имеются случаи, когда зарубежные фирмы покупают отечественные краностроительные заводы. Примером может служить запорожский завод «Запорожкран», купленный известной крановой компанией «КСJ Koncranes», финансовые вложения которой обеспечили производство мостовых кранов на этом заводе.

В этих сложных условиях, по оценкам экспертов, структура рынка мостовых кранов стран СНГ к настоящему моменту все же сформирована. Исчез ряд неконкурентоспособных советских производств, однако стойкими оказались мощные машиностроительные объединения, усиленные государственной поддержкой. Сохранили крановое производство гиганты советского, а ныне украинского тяжелого машиностроения Старо-Краматорский (СКМЗ) и Ново-Краматорский (НКМЗ) машиностроительные заводы, на которых крановая номенклатура даже была расширена. Сегодня они производят краны как общего назначения, так и краны специального

назначения. Для металлургических цехов созданы клещевые колодцевые, пратцен-краны, слябовые, посадочные, литейные, завалочные, стрипперные, мультдовые и др. краны.

Машиностроительная корпорация «Уралмаш» (г. Екатеринбург), помимо своей основной продукции тяжелого машиностроения, продолжает выпускать мостовые краны общего назначения грузоподъемностью 32/5...320/20 тс, специальные краны (магнитные, рейферные, копровые), металлургические (литейные, клещевые, завалочные, пратцен-краны).

Мощный многопрофильный концерн «Азовмаш» (г. Мариуполь) сохранил и наращивает крановое производство: краны общего назначения грузоподъемностью 10...100/20 тс; магнитные, разливные, напольно-крышечные краны.

Ведущая российская компания «Рускран» поставляет мостовые, подвесные, рейферные и магнитные краны листовой и ферменной конструкции в Россию, страны СНГ и дальнего зарубежья.

Харьковский завод подъемно-транспортного оборудования выпускает однобалочные и двухбалочные мостовые краны общего и специального назначения грузоподъемностью 5...80/20 тс.

Нашли себя в новых экономических условиях и некоторые сравнительно небольшие краностроительные предприятия, оснащенные современным технологическим оборудованием и обеспечивающие себе стабильное существование на рынке. Среди них можно назвать:

- Зуевский энергомеханический завод (г. Зугрэс, Донецкая обл.), будучи приватизированным, выпускает мостовые металлургические краны;

- Урюпинский крановый завод (г. Урюпинск, Волгоградская обл.) выпускает однобалочные и двухбалочные мостовые, а также подвесные краны;

- Гороховецкий завод подъемно-транспортного оборудования «Элеватормельмаш» (Владимирская обл.) специализируется на однобалочных опорных и подвесных кранах;

- Сухоложский крановый завод (компания «Уралкран») освоил выпуск однобалочных мостовых кранов грузоподъемностью до 32 тс, двухбалочных – до 125 тс, специальных – в диапазоне 5...250 тс.

Пример перечисленных заводов вселяет определенный оптимизм в отношении перспектив краностроительной отрасли, поскольку развитие и само существование промышленности невозможно без

надежно работающего и постоянно обновляющегося кранового оборудования. Имеются данные, что рынок мостовых кранов восстановился в 2012 году, превысив на 10% уровень 2011 года, что также сопоставимо с уровнем 2008 года (99%).

Выводы. Объемно-планировочные и конструктивные решения одноэтажных промышленных зданий тесно связаны с конструкциями и параметрами мостовых кранов. История развития подъемно-транспортного оборудования наглядно показывает его решающее влияние на эволюцию каркасов промышленных зданий.

Список литературы

1. Богинский К.С., Зотов Ф.С., Николаевский Г.М. Мостовые и металлургические краны. – М.: Машиностроение, 1970. – 300 с.
2. Перельмутер А.В. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций - К.: Изд-во «Сталь», 2000. – 216 с.
3. Пичугин С.Ф. Крановые нагрузки на строительные конструкции: Монография – Полтава: ООО «АСМИ», 2014. – 504 с
4. Справочная книга для архитекторов, механиков и студентов («НÜТТЕ»). Часть I. Шестое издание. – М.: Т-во СКОРОПЕЧ. А.А. Левенсонъ, 1905. – 1283 с.
5. Стрелецкий Н.С., Гениев А.Н. Основы металлических конструкций. – М.: ОНТИ, 1935. – 954 с.
6. Kurrer K.-E. The Hystory of the Theory of Structures. – Ernst & Sohn Verlag für Architecktur und technische Wissenschaften. GmbH & CoKG, Berlin, Germany. – 848 p.
7. Wikipedia, the free encyclopedia [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://en.wikipedia.org>.