

УДК 69.002.5

ВЫБОР МАНИПУЛЯТОРОВ ДЛЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

В статье приведены достоинства и недостатки конструктивных особенностей манипуляторов для погрузки строительных материалов и конструкций. Дана технологическая оценка их использования при различных вариантах установки на базовом шасси. Охарактеризованы факторы, влияющие на выбор параметров крано-манипуляторных установок в строительном комплексе.

In paper merits and demerits of design features of manipulators for loading of building materials and designs are resulted. The technological estimation of their use is given at various alternatives of installation on the base chassis. The factors influencing sampling of parametres of manipulators in a building complex are characterised.



Антон Вавилов



Андрей Ермалицкий

Введение

Проведенными исследованиями, в том числе с использованием методов экспертной оценки, установлено, что к настоящему времени в машинных парках строительных организаций значительно увеличилось количество техники, эксплуатируемой с истекшим сроком службы. Это соответственно коррелируется с ростом частоты ее внеплановых простоев в ремонте, упущенной выгодой предприятий (особенно при максимальных объемах строительства), перерасходом горюче-смазочных материалов и другими дополнительными издержками. Указанные причины наряду со сжатыми сроками выполнения работ, рассредоточенностью объектов строительства, необходимостью рационального использования материальных и людских ресурсов требуют от руководителей строительных организаций активно осваивать и использовать мобильные и многофункциональные машины [1]. К числу таких машин относятся оборудованные манипуляторами грузовые автомобили с бортовой платформой (рис. 1, а [2]) и самосвальным кузовом (рис. 1, б [3]).

Под манипулятором понимается крано-манипуляторная установка (КМУ) с гидравлическим приводом, представляющая собой подъемное устройство, включающее стреловое оборудование, грузозахватные органы, механизмы, систему управления и опорную раму [4].

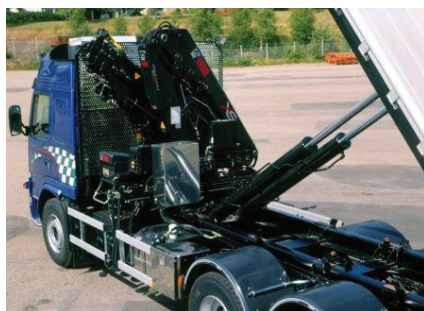
Манипуляторы являются навесным оборудованием большинства многооперационных самозагружающихся машин, выполняющих комплекс погрузочно-разгрузочных, перегрузочных и транспортных работ в строительной отрасли. Значительное повышение эффективности их использования достигается в логистических схемах, связывающих множество децентрализованных погрузочно-разгрузочных пунктов заказчиков и отправителей строительных материалов и конструкций. Основное достоинство самозагружающихся транспортных средств, агрегатированных манипуляторами, – мобильность, что позволяет

осуществлять процесс строительства или ремонта конкретного объекта при отсутствии технической возможности либо нерентабельности устройства стационарного грузоподъемного оборудования. Механизация погрузочно-разгрузочных работ на основе манипуляторов по сравнению с привычным тандемом двух отдельных единиц техники, грузовика и автокрана (самосвала и экскаватора), повышает производительность труда, снижает производственный травматизм, сокращает продолжительность подготовительных и вспомогательных операций.

Сегодня отраслевой рынок КМУ весьма насыщен как новой, так и бывшей в эксплуатации продукцией импортного производства, отличающейся большим разнообразием типов и моделей. Наиболее известными европейскими производителями навесных гидравлических манипуляторов являются: международная корпорация Cargotec, выпускающая соответствующие модели торговых марок Hiab, Loglift и Jonsered; словенская компания Liv Hidraulika, d.o.o.; интернациональный концерн Palfinger Cis GmbH, включающий наряду с австрийским заводом Epsilon kran GmbH российские предприятия группы «Подъемные машины», а также ЗАО «Инман»; ОАО «Майкопский машиностроительный завод» и др.



а)



б)

Рис. 1. Грузовые автомобили, оборудованные манипулятором: а – с бортовой платформой; б – с самосвальным кузовом

Из отечественных предприятий-производителей манипуляторов можно выделить ОАО «Мозырский машиностроительный завод». Однако выпускаемый им модельный ряд в большей степени ориентирован на использование в лесном комплексе.

Существующее многообразие конструкций и технологических схем использования краноманипуляторных установок при выполнении погрузочно-разгрузочных работ в строительном комплексе требует обоснования выбора их рациональных параметров для различных условий эксплуатации. В свою очередь, выбор необходимых параметров должен основываться на тщательном изучении потребителем достоинств и недостатков конструктивных и технологических решений, представленных на рынке строительной техники моделей манипуляторов, с учетом особенностей их агрегирования с транспортной техникой.

Очертим ряд концептуальных вопросов, возникающих при выборе КМУ для решения конкретных производственных задач.

Основная часть

1. Выбор технических характеристик

К основным техническим характеристикам манипуляторов относятся: грузовой момент, максимальный вылет стрелы, высота подъема и опускания груза, конструктивная масса, линейная и угловая скорости перемещения, вращающий момент, угол поворота в горизонтальной плоскости и рабочее давление. Величина указанных характеристик, компоновочные схемы и конструктивное исполнение большинства моделей манипуляторов различных производителей близки между собой, что затрудняет их выбор для проведения соответствующих строительных работ.

Грузовысотная характеристика КМУ (рис. 2) показывает ее технические возможности по грузоподъемности на конкретном вылете стрелового оборудования. Для качественного выбора модели манипулятора по грузовысотной диаграмме необходимо сначала на основе анализа технологии выполнения работ с учетом вида, свойств и геометрических размеров предмета труда установить максимальную массу груза на среднем рабочем вылете стреловой группы манипулятора. Под средним рабочим вылетом КМУ понимается расстояние от оси поворота ее колонны до середины участка нормали к продольной плоскости базовой машины, ограниченного крайним положением аутригеров при максимальном их выдвигении и проекцией крайней точки на горизонтальную плоскость, соответствующую максимальному вылету стреловой группы гидроманипулятора [5].

Для погрузки крупногабаритных и длинномерных грузов кинематическая схема гидроманипулятора должна предусматривать возможность их свободного перемещения в го-

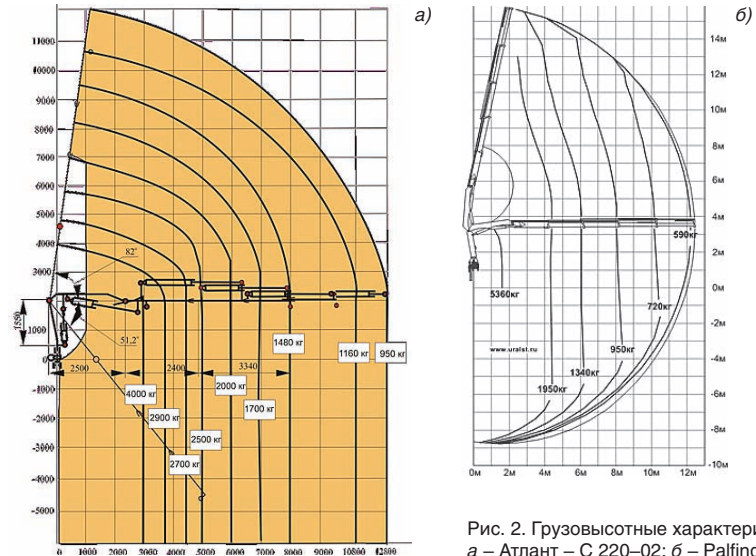


Рис. 2. Грузовысотные характеристики КМУ: а – Атлант – С 220–02; б – Palfinger PK-10000C

ризонтальной и вертикальной плоскостях, а также укладки в транспортное средство без повреждения колонны и прочих элементов конструкции КМУ.

Применяемые в настоящее время манипуляторы по конструктивному исполнению классифицируют на шарнирно-рычажные, телескопические и комбинированные [6] с жесткой либо гибкой подвеской рабочего органа. При этом их опорно-поворотное устройство может быть выполнено на поворотной платформе (с шестеренным приводом) или на поворотной колонне (с реечно-зубчатым приводом) [7].

Последние, как правило, имеют менее комфортные условия работы оператора при нахождении поста управления на колонне. В этом случае угол поворота манипулятора вокруг вертикальной оси ограничен, его максимальные значения составляют примерно 415–425°. Оборудование с такой компоновкой является универсальным и может быть установлено на шасси трактора, автомобиля или прицепа [8].

Механизмы на поворотной платформе изготавливаются в основном для одного базового шасси, а агрегирование с транспортной техникой является трудоемким и производится в специальных заводских условиях.

Машины, оборудованные погрузочными механизмами с шестеренным приводом, имеют большую конструктивную массу и стоимость. К достоинствам таких манипуляторов относится неограниченный угол их поворота в горизонтальной плоскости. Сварной корпус и роликовый подшипник большого диаметра повышают прочность и надежность КМУ, а также дают возможность установить стреловое оборудование с большим вылетом.

В настоящее время наибольшее распространение в строительном комплексе получили установочные на шасси транспортных машин или специализированных самоходных погрузчиков шарнирно-сочлененные комбинированные манипуляторы со стрелой и телескопической рукоятью, имеющие реечно-зубчатый привод механизма поворота и жесткую подвеску рабочего органа. При этом рукоять, как правило, имеет удлинитель, состоящий из одной, двух и более телескопических секций.

2. Выбор варианта установки КМУ на транспортной машине

Место установки манипулятора на транспортной машине (за кабиной водителя, на заднем свесе, на дополнительной консоли автомобиля, на раме прицепной единицы) определяется характером выполняемой работы, габаритами перевозимых грузов, а также конструктивным исполнением как самой КМУ, так и базовой техники.

Для расширения функциональных возможностей и обеспечения агрегирования манипуляторами базовых шасси различного назначения их изготовители комплектуют соответствующий модельный ряд в основном по модульному принципу. При этом определяющим является способ соединения грузонесущих элементов (стрелы и рукояти), в соответствии с которым можно выделить несколько основных обобщенных компоновочных схем КМУ:

- а) с расположением гидроцилиндра привода рукояти над стрелой;
- б) – под стрелой соответственно;
- в) с расположением двух гидроцилиндров привода рукояти по боковым граням стрелы (рис. 3) [8].

Манипуляторы, выполненные по схемам (а) и (б) (рис. 3), имеют продоль-

ную (классическую) компоновку и в транспортном положении могут складываться над кабиной автомобиля, размещаться вдоль рамы его грузовой секции или прицепной единицы, что технологически обосновано при эксплуатации агрегатированных КМУ седельных тягачей [9]. В первом случае при движении в грузовом направлении достигается более равномерное распределение нагрузки по осям автомобиля за счет догружения передней оси массой манипулятора, увеличивается коэффициент использования грузоподъемности прицепной единицы. При размещении стрелового оборудования КМУ в транспортном положении над кабиной водителя необходимо учитывать значительное увеличение динамической составляющей суммарных нагрузок на переднюю ось базовой техники в процессе движения. В отдельных случаях выбор данной компоновочной схемы манипулятора следует осу-

ществлять с учетом ограничений габарита машины по высоте (при движении по туннелям, пересечении путепроводов и других элементов дорог общего пользования, линий электропередач, при необходимости проведения плановых ТО и ремонтов техники в условиях соответствующих мастерских и т.п.). По схеме (б) (рис. 3) в основном изготавливаются манипуляторы, имеющие грузовой момент более 180 кН·м для обеспечения погрузки габаритных и длинномерных грузов. Выбор данных КМУ должен быть обоснован наличием в парке тягово-транспортных машин предприятия базовых транспор-

тных средств, способных обеспечить отсутствие превышения максимальных допустимых осевых нагрузок от эксплуатации установленного на их раме манипулятора. С точки зрения обеспечения высокой производительности, удобства в управлении и обслуживании, повышения плавности хода машины наиболее рациональным размещением таких КМУ следует считать их монтаж в зоне центра тяжести (в средней части рамы автомобиля) за кабиной водителя.

В связи с повышенными требованиями к габаритам транспортных средств, агрегатированных манипуляторами, по высоте отдельные модели КМ выполняются по компоновочным схемам, предусматривающим поперечную (Z-образную) форму складывания стреловой группы.

Наибольшее распространение из них получили манипуляторы, в конструкциях которых поворот рукоятки

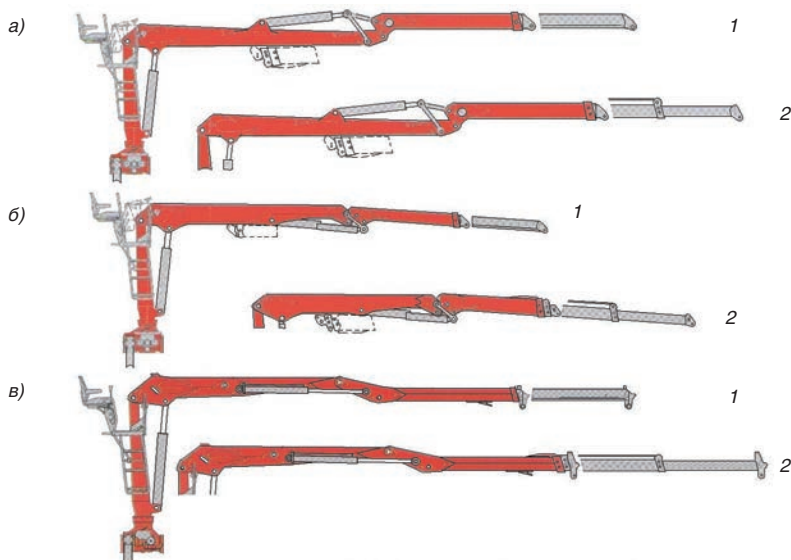


Рис. 3. Компоновочные схемы навесных манипуляторов: а, б – с расположением одного гидроцилиндра привода рукоятки над и под стрелой соответственно; в – с расположением двух гидроцилиндров привода рукоятки по боковым граням стрелы; 1, 2 – с одной и с двумя секциями удлинителя рукоятки соответственно

ществлять с учетом ограничений габарита машины по высоте (при движении по туннелям, пересечении путепроводов и других элементов дорог общего пользования, линий электропередач, при необходимости проведения плановых ТО и ремонтов техники в условиях соответствующих мастерских и т.п.).

По схеме (б) (рис. 3) в основном изготавливаются манипуляторы, имеющие грузовой момент более 180 кН·м для обеспечения погрузки габаритных и длинномерных грузов. Выбор данных КМУ должен быть обоснован наличием в парке тягово-транспортных машин предприятия базовых транспор-

в вертикальной плоскости осуществляется посредством двух гидроцилиндров, расположенных по боковым граням стрелы (рис. 3, в). При этом их установка на транспортном средстве может быть осуществлена по любому из вышеуказанных вариантов.

Z-образная компоновка позволяет получить ряд следующих преимуществ по сравнению с гидроманипуляторами классической компоновки:

- открыт свободный доступ к двигателю автомобиля для проведения работ по техническому обслуживанию в полевых условиях при любом варианте расположения КМУ на автопоезде;

- повышена устойчивость и управляемость автомобилем за счет снижения динамических нагрузок при движении машины в связи с уменьшением высоты расположения центра тяжести манипулятора и его смещением в направлении задней оси шасси, что позволяет не превышать допустимую заводом-изготовителем нагрузку на переднюю ось;

- не нарушается обзорность водителя за счет того, что в транспортном положении металлоконструкция КМУ не нависает над лобовым стеклом, нет необходимости в установке опорной стойки перед кабиной автомобиля.

На дополнительной консоли или на заднем свесе тягача автопоезда может быть установлено манипуляторное оборудование как классической, так и Z-образной компоновки. Как правило, такой монтаж осуществляется с целью увеличения рабочей зоны КМУ в горизонтальной плоскости (до 360°), а также обеспечения возможности загрузки как грузовой секции автомобиля, так и прицепа без его отцепки. В данном случае манипулятор должен иметь достаточный вылет стреловой группы для загрузки короткомерными грузами наиболее удаленной части прицепа. Недостатками такого варианта установки КМУ являются ограничение номенклатуры перевозимых грузов по длине, неравномерность распределения нагрузки по осям транспортного средства вследствие перегрузки задней оси, низкий коэффициент использования полезной грузоподъемности автопоезда (особенно при продольной форме складывания манипулятора в транспортное положение).

Установка КМУ на прицепной автомобильной единице позволяет работать со сменными тягачами, оборудованными гидронасосами. Однако в настоящее время автотранспортные средства подобной компоновки широкого применения не находят ввиду следующих недостатков:

- повышенные потери мощности в системе гидропривода из-за удаленности КМУ от гидронасоса с размещением в средней или задней части прицепной единицы автопоезда [8];

- повышение вероятности деформации гибких рукавов высокого давления (РВД) от вибрационных нагрузок ввиду их значительной протяженности;

- неравномерное распределение массы манипулятора по раме прицепной единицы, расположенного в передней и задней ее частях;

- неэффективное использование площади грузовой платформы, ограниченной радиусом 0,3–0,6 м вокруг оси колонны манипулятора, при Z-образной форме складывания КМУ в транспортное положение.

В зависимости от области применения и технических возможностей манипуляторы могут оснащаться специальными кабинами оператора для повышения эффективности укладки грузов в подвижной состав автомобильных и железных дорог, при смешанных автомобильно-железнодорожных перевозках.

3. Оценка потенциала сервисного обслуживания

Для продолжительного эффективного использования манипулятора его приобретение должно осуществляться с учетом обязательной оценки наличия сети сервисных центров

и территориального расположения ближайшего из них, удаленности и оснащенности складов запасных частей, оперативности их поставки в случае отсутствия на складе.

Немаловажным может являться изучение рекомендаций (в том числе из средств массовой информации) по качеству проведения сервисного обслуживания конкретной организацией, соблюдению сроков начала и окончания работ в соответствии с договорными обязательствами, наличию соответствующих судебных споров.

Следует иметь в виду, что для монтажа КМУ на транспортном средстве необходима доработка базового шасси, включающая изготовление подрамника, установку на ВОМ аксиально-поршневого насоса, осуществление разводки трубопроводов гидросистемы и другие технологические операции.

Рекомендуемыми условиями проведения указанных работ, а также сервисного гарантийного и послегарантийного обслуживания, устранения различных поломок и неисправностей манипуляторов является их осуществление уполномоченными заводом-изготовителем специализированными организациями и профессиональными специалистами с использованием оригинальных запасных частей.

Сервисные центры, являющиеся дилерами завода-изготовителя, как правило, имеют необходимую ремонтную базу и лицензию на разработку и/или изготовление спецтехники с возможностью выдачи сопроводительных документов для постановки на учет КМУ в структурных подразделениях Госпромнадзора, ГАИ и других контролирующих органах (при необходимости).

Указанные обстоятельства актуализируют заинтересованность изготовителя и/или продавца в рациональном подборе как единичного, так и комплекта оборудования под конкретные производственные задачи заказчика, в собственном сопровождении процедуры получения разрешительной документации для эксплуатации переоборудованной техники.

Несоблюдение перечисленных условий может существенно усложнить контроль за состоянием, качеством и своевременным проведением технического обслуживания и ремонта манипуляторов.

Из зарубежных компаний, удовлетворяющих указанным требованиям, предоставляющих широкий комплекс услуг – от покупки оборудования и оригинальных запасных частей до гарантийного и послегарантийного обслуживания на территории Беларуси, можно выделить ЗАО «Подъемные машины», представленное официальным гарантийным и сервисным центром компании-резидента ООО «КВ-партнер» [10].

В настоящее время манипуляторами различных марок с различными техническими характеристиками агрегатируются широкий типаж транспортной техники, задействованной на перевозке строительных грузов. При этом нередким является факт использования самортизированных и снятых с эксплуатации в других

странах (как правило, Евросоюза) КМУ, что не всегда удовлетворяет требованиям безопасности их работы и дорожного движения, а также негативно сказывается на эффективности погрузочно-разгрузочных работ.

С позиции потребителя это обосновывается тем, что бывшие в употреблении манипуляторы на момент продажи сохраняют достаточный для эксплуатации рабочий ресурс.

Однако необходимо учитывать, что расчетная предельная продолжительность работы КМУ устанавливается заводом-изготовителем на основании детальных прочностных и эксплуатационных анализов. Даже при эксплуатации манипулятора с единичными перегрузками возможно образование микротрещин в его металлоконструкции, что в дальнейшем приводит к аварии (в том числе и с травмированием производственных рабочих).

Наиболее нагруженными узлами металлоконструкции манипулятора являются шарнирно-сочлененные соединения грузонесущих элементов (колонны, стрелы, рукояти, телескопического удлинителя, непосредственно рабочего органа), а также зона крепления колонны к опорно-поворотному устройству. При этом образование в них трещин может развиваться как стремительно (при хрупком разрушении), так и медленно (до нескольких лет) с накоплением деформаций. В связи с отсутствием возможности своевременной диагностики мгновенное разрушение представляет наибольшую опасность, так как происходит без заметной деформации конструкции (образования видимых трещин, прогибов, сколов и т.п.).

Риски аварийности б/у манипуляторов напрямую связаны со степенью износа деталей и узлов технологического оборудования, возможными нарушениями требований проведения технического обслуживания и ремонта КМУ предыдущим владельцем.

Частая смена базового шасси, сопровождаемая вынужденными отдельной либо полной разборкой оборудования манипулятора на узлы, а также переоборудование непригодной для выполнения погрузочно-разгрузочных работ транспортной техники с последующим агрегатированием манипулятором увеличивают вероятность возникновения поломок и аварий.

Кроме того, при регистрации в органах Госпромнадзора бывшей в эксплуатации техники возникают дополнительные сложности, связанные с отсутствием или неполным составом пакета техни-

ческой документации, а именно сертификата, техпаспорта и др. В этом случае в отличие от нового оборудования регистрация КМУ невозможна.

Из вышеуказанного следует: ввиду отсутствия достаточных гарантий долговременного использования бывших в эксплуатации манипуляторов выбор в пользу их приобретения должен основываться на тщательном анализе технико-экономических рисков предприятия-потребителя.

Заключение

В статье приведены достоинства и недостатки конструктивных особенностей манипуляторов для погрузки строительных материалов и конструкций. Охарактеризованы факторы, влияющие на выбор параметров краноманипуляторных установок в строительном комплексе. Проанализированы технические характеристики и варианты установки манипуляторов на базовом шасси. Приведен порядок оценки потенциала их сервисного обслуживания в Республике Беларусь.

Литература

1. Вавилов, А.В. Краны-манипуляторы на грузовых шасси: сумма экономических плюсов / А.В. Вавилов, В.А. Вальц // БСГ. Строительная газета, № 5–6, 13 февраля 2013 г. / ООО «РГ «Строительная газета». – Минск, 2013. – С. 6–7.
2. Бортовые платформы // КН-Kipper [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: http://www.kh-kipper.pl/grafika/skrzynia_stala-7.jpg – Дата доступа: 04.01.2015.
3. Краны-манипуляторы Hiab // Hiab [Электронный ресурс]. – 2015. – <http://www.hiab.ru/default.asp?docId=21000> – Дата доступа: 04.01.2015.
4. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов: утв. пост. М-ва по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь 28.06.2012 № 37. – Минск: «ДИЭКОС», 2012. – 236 с.
5. Ермалицкий, А.А. Определение коэффициента использования грузоподъемности навесных гидроманипуляторов при погрузке хлыстов / А.А. Ермалицкий, Д.В. Клоков // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 16–17 апр. 2009 г.: в 3 ч. / Белорусско-Российский ун-т; редкол.: И.С. Сазонов (гл. ред.) [и др.]. – Могилев, 2009. – Ч. 2. – С. 144–145.
6. Манипуляторы стреловые гидравлические лесозаготовительные. Типы и основные параметры: РД 22-36-15-81. – Введ. 01.01.1982. – Химки: Мин-во строит., дорожн. и коммун. машиностроения: ВПКИ-лесмаш; Мин-во лесн., целлюл.-бум. и деревообраб. пром-сти: ЦНИИМЭ, 1982. – 9 с.
7. Погрузчики леса. Оборудование рабоче манипуляторного типа: СТБ ГОСТ Р 52291–2006. – Введ. 01.01.07. – Минск: Госстандарт Респ. Беларусь: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2006. – 14 с.
8. Насковец, М.Т. Концептуальные вопросы конструктивных технических решений и совершенствования лесопогрузочных манипуляторов / М.Т. Насковец, А.А. Ермалицкий, В.М. Ходосовский // Наука и инновации ВУЗов производств: взаимодействие – эффективность, перспективы: сб. статей и тезисов науч.-практ. семинара, Минск, 22–23 мая 2007 г. / УП «Технопарк БНТУ «Металит»; под ред. Б.М. Хрусталева и О.П. Реута. – Минск, 2008. – С. 81–85.
9. Кран-манипулятор. Продажа и монтаж на автомобиль // ООО «ТЭС» Гидроманипуляторы и спецтехника для Вас [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: http://www.tes-kran.rf/Public/Page_12 – Дата доступа: 04.01.2015.
10. КВ-партнер – сервисный центр «Велмаш» в Беларуси // ООО «КВ-партнер» [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: http://kv-partner.com/kv-partner_-_servisnyy_centр_velma – Дата доступа: 04.01.2015.