

DEVELOPMENT OF A NEW CONSTRUCTION OF INTERNAL CAPTURE PAPER ROLLS

Nurgali T. Surashov, Zhanar E. Ibrayeva, Orynbasar G. Gazizov

Kazakh National Technical University named after K.I. Satpayev

050013 Satpaev 22, Almaty, Republic of Kazakhstan

Abstract

This article discusses the current state of printing machinery in the field of transportation of printing materials (rolled materials, paper sheets, wetting solutions etc.) inside plant, warehouse, and between plants. Constructive execution of quick-lifting devices are presented based on the analysis of patent information. Development of new construction of internal capture of paper roll and rotation mechanism are given. Kinematic scheme for calculation of the capture and turning is shown. Experimental setup of capture and turning was created, analysis of experimental results made.

Key words: *internal capture, paper rolls, rotator, turning mechanism, the force of capture, load-gripping device*

РАЗРАБОТКА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ВНУТРЕННЕГО ЗАХВАТА БУМАЖНЫХ РУЛОНОВ

В настоящее время в современном полиграфическом производстве наряду с мостовыми кранами для транспортировки основных и вспомогательных материалов широко используются наземные виды транспорта – погрузчики (авто- и электропогрузчики, штабелеры и самоходные тележки), которые выполняют следующие операции: захват и манипуляция груза, его подъем и транспортирование, опускание и освобождение груза. Некоторые из операций обычно совмещаются полностью или частично.

В отличие от рельсовых (мостовых) кранов погрузчики могут перемещаться с грузом на значительное расстояние без ограничений и обслуживать большие складские и производственные площади. Возможность применения быстрозаменяемых грузозахватных приспособлений в сочетании с большой мобильностью, автономностью привода и отсутствием привязки к ограниченному месту придает погрузчикам свойство универсальности, а их малогабаритные модификации позволяют механизировать работы с тарно-штучными грузами внутри крытых вагонов, контейнеров и автофургонов (Мачульский И. и др., 1982)

В СНГ такие погрузчики выпускаются на Львовском производственном объединении "Автопогрузчик" модели 4081, 40811, 40261 и 40271, 4085 с дизельным и бензиновым двигателем, а на Ереванском заводе выпускают автопогрузчики модели 40912-01, причем автопогрузчики моделей 4022М, 4026 и 4027, как устаревшие и не отвечающие требованиям, сняты с производства (Тройнин М. и др., 1984)

Грузоподъемность автопогрузчиков колеблется от 0,63 до 10 т, высота подъема каретки от 1,5 м до 7 м, скорость поднимаемого груза от 7 до 28 м/мин, скорость автопогрузчика без груза от 16 до 55 км/ч (Бойко Н. и др., 2007)

Сегодня трудно себе представить, что всего четверть века назад ежегодное потребление погрузчиков в СНГ превышало 150 тыс, тогда как более половины из них поставлял болгарский "Балканкар", менее 5 тыс. – Япония, Германия и другие страны. Огромный "Балканкар"

обанкротился, в это время рынок СНГ начал заполняется западноевропейскими и японскими поддержанными или новыми погрузчиками (Бирюков В., 1977).

В частности, для выполнения погрузочно-разгрузочных работ в стесненных условиях финское АО "Меклифт ЛТД" разработало компактный трехколесный автопогрузчик с грузоподъемностью до 6 т (марки ML906) и презентовало на международной выставке "Перемещение и транспортировка бумаги 2000", в которой участвовали финские специалисты в области логистики, а также центр новых технологий "TEKES" (Сахаров Б., 1976).

Автопогрузчики оборудованы кабиной, гидравлически поднимающейся и опускающейся на 0,65 м, для улучшения обзора водителя. Эти автопогрузчики оснащены новейшими гидравлическими насосами.

Модульная конструкция автопогрузчиков ML906 и ML906R позволяет при минимальных дополнительных затратах приспособить их к самым различным областям применения, где требуется подъемная способность от 6 до 16 тонн. Автопогрузчики поставляются на трех, четырех или более колесах (Рис.1) (Савин Н., 1986).

Габариты гидравлического автопогрузчика ML906R позволяют ему заезжать в контейнер высотой 2,44 м. В данной модели традиционная подъемная мачта заменена телескопической стрелой. Общая ширина погрузчика на резиновых колесах составляет 1,7 м, высота – 2,2 м и расстояние дотягивания 2 м, что позволяет ему легко производить погрузку и разгрузку контейнеров. Разгрузка и погрузка железнодорожных вагонов и автофургонов может быть также выполнена легко и быстро.



Рис.1. Погрузчики "Meclift" с подъемной кабиной



Рис. 2. - Погрузчик ЭП-1616 МЗИК

Потребности в недорогих погрузчиках сохранились, и некоторым российским заводам удалось наладить их выпуск. Однако эти попытки вряд ли можно назвать успешными. Сегодня общий объем всех выпускаемых в СНГ погрузчиков не превышает 1,5 тыс. шт. в год, что отстает по количеству импортируемых в Россию и Казахстан погрузчиков "Toyota" (Япония). ОАО "Машиностроительный завод" (МЗИК) (Екатеринбург) совместно с японским концерном "Toyota" были разработаны малогабаритные трехколесные высокоманевренные погрузчики (Ефимов Г., 1989).

Использование оборонных технологий обеспечивало этой технике достаточно высокий уровень качества и надежности. В 1998 г. завод разработал целевую программу создания и освоения новых видов напольного электрического транспорта при поддержке правительства России. В настоящее время здесь выпускаются дизельные погрузчики грузоподъемностью 1,6 т (ДП-1604) и 3,5 т (ДП-3510), 3-тонный автопогрузчик АП-3010 и электрические грузоподъемностью в 1,0 т (ЭП-103КО), 1,25 т (ЭП-1216 в данное время не производится) и 1,6 т (ЭП-1616) (Грифф М., 2005).

В дизельных моделях применяются как двигатели немецкой фирмы Deutz, так и российские производства Владимирского тракторного завода (ВТЗ). Каждый погрузчик имеет водительскую кабину со встроенным отопителем, что крайне необходимо для работы в условиях суровых зим. По желанию потребителей техника комплектуется либо импортными пневмошинами, либо шинами "суперэластик" российского производства (Рис.2).

Интересна история создания вилочного 3-тонного автопогрузчика. Первый образец этой машины ДП-3000, оснащенный дизелем Perkins 1000.4 и гидростатической трансмиссией на базе российских комплектующих, был создан еще в 1998 г. К тому времени конструкторы завода уже имели богатый опыт проектирования и доработки дизельного 1,6-тонного погрузчика, серийно выпускаемого с 1993 г. Испытания новой модели прошли успешно, но из-за дефолта в 1998 году запуск ее в серийное производство не состоялся. Поиски малогабаритного российского аналога показали, что в России дизели с необходимыми характеристиками не производятся. Поэтому было решено установить на погрузчик карбюраторный двигатель 4211.10 Ульяновского моторного завода (ныне ОАО «Волжские моторы»), работающий на бензине А-76, цена которого во многих регионах страны ниже стоимости дизельного топлива. Производство машины АП-3010 началось в 2000 г. Через несколько лет она заменилась новой моделью погрузчика грузоподъемностью – 3,5 т (Рис. 3) [9].



Рис.3. Погрузчик АП-3010,
МЗИК



Рис.4. Погрузчик с быстросъемными
грузозахватными приспособлениями

Электропогрузчик ЭП-103КО выпускается в двух модификациях – с высотой подъема груза 2000 мм (может работать в железнодорожном вагоне) и 3300 мм, а ЭП-1616 – в трех исполнениях (с высотой подъема 2900, 3300 и 4500 мм). Благодаря лучшей компоновке агрегатов, механизмов и противовеса на шасси масса этих машин на 80 – 250 кг меньше, чем у зарубежных аналогов той же грузоподъемности, что позволяет использовать их в помещениях с регламентированной нагрузкой на полы (в частности, в железнодорожных вагонах). Кроме того, меньший вес снижает расход энергии аккумуляторной батареи. Интересно также, что зарубежные аналоги ЭП-1616 имеют, в основном, грузоподъемность 1,5 т (Волгин В., 2004).

Среди наиболее популярных иностранных марок можно назвать такие как: TOYOTA, KOMATSU, LINDE, ROCLA, TCM, NISSAN. Не отдавая предпочтения той или иной марке, специалисты все же считают, что сегодня идеальным соотношением цена-качество обладает японские погрузчики TOYOTA или KOMATSU (Рис. 4 и 5) (.Васильев К., 1991).

Стоимость бывшего в употреблении и находящегося в хорошем состоянии японского погрузчика равна стоимости нового погрузчика российского или болгарского производства. При этом у российской и болгарской техники ресурс двигателя составляет примерно 10 тыс. моточасов, а у японского погрузчика – 20 тыс. моточас. Средняя стоимость стандартного японского погрузчика марки KOMATSU 2004 года выпуска – около 2,5 млн. тенге. Тот же погрузчик 2000 года выпуска стоит немного дешевле, но прослужит еще много лет. К сожалению, о российской и болгарской технике этого сказать нельзя. Приобретение бывшего в употреблении погрузчика российского или болгарского производства обычно влечет за собой большие затраты на ремонт и быстрый износ агрегата (Коцюба В., 1988, Козлов Ю., 1980)

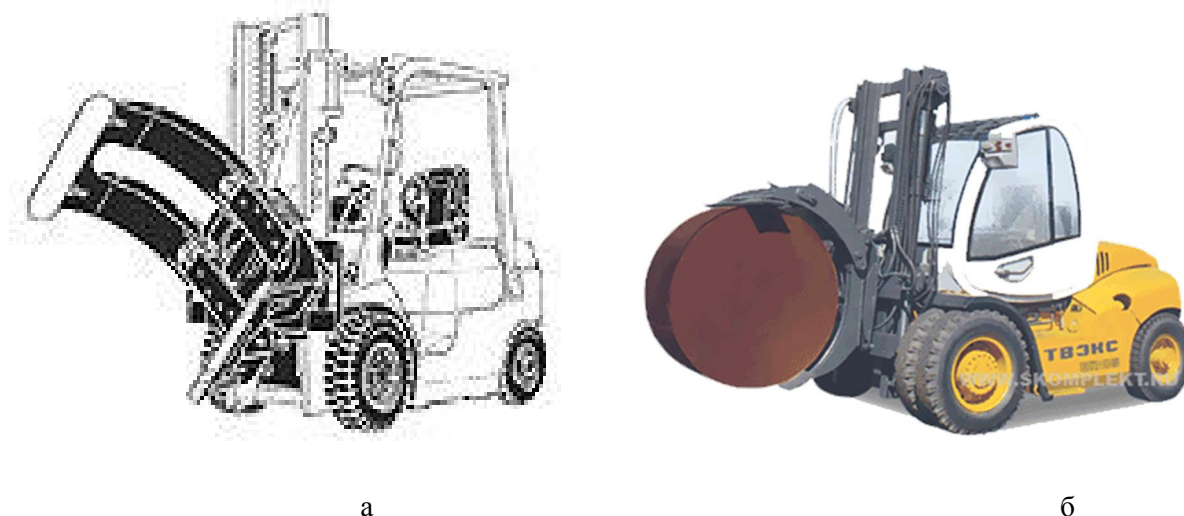


Рис.5. Кантователь рулонов универсальный. Япония:

а) Погрузчик-кантователь; б) Погрузчик-кантователь с рулонной бумагой

В 2007 г. в г. Jarvenpää (Финляндия) состоялась презентация компании "Rocla", посвященная запуску нового поколения автоматизированных погрузчиков наземного типа, хорошо зарекомендовавших себя в полиграфической отрасли, особенно в складских работах. Rocla представляет принципиально новое решение в сфере логистики с автоматическим поиском по штрих-коду соответствующих расходных материалов (бумажные рулоны, краски, увлажняющие растворы и т.д.) с последующим их перемещением, согласно заранее

определенным маршрутам и расписаниям, безопасно и бесперебойно, без участия оператора, что является актуальным при серьезной нехватки квалифицированных операторов (Рис. 6).



Рис. 6. Погрузчик нового поколения марки Rocla



Рис. 7. Погрузчик марки Rocla на магнитной подушке

Автоматизированные транспортные системы применялись, например, для транспортировки паллет, бумажных рулонов и других грузов между складскими и производственными помещениями, а также как часть производственного процесса.

Примерами прогрессивных и проверенных решений, воплощенных в производстве нового продукта, могут послужить шасси всемирно признанного ричтрака Hupac и интегральная мачта с подъемными цилиндрами, встроенными внутрь конструкциями мачты. Особое внимание было уделено пользовательскому интерфейсу, который был снабжен сенсорным дисплеем и сигнальными светодиодными лампами.

До настоящего момента переход к автоматизации был дорогим и занимал слишком много времени. Rocla выпускает универсальное автоматизированное решение нового поколения. Серийный автоматизированный складской погрузчик легко ввести в эксплуатацию. Срок окупаемости вложенных средств исключительно мал благодаря быстрой поставке, стандартизированному подходу и великолепному исполнению новых роботкаров Rocla.

Автоматизированный погрузчик выпускается серийно в нескольких модификациях: для перевозки паллет, рулонов, катушек и других грузов. Одна из модификаций погрузчика Rocla на магнитной подушке, не требующего присутствия оператора, показана на рис. 7. Объем производства на начальном этапе составляло 100 единиц погрузчиков в год.

Модельный ряд роботкаров Rocla призван поддержать и продолжить глобальную идею компании Rocla – быть лидером в продвижении интеллектуальных решений в области

перемещения грузов и сервисного обслуживания. Современные полиграфические предприятия, выпускающие газеты, журналы и т.д., являются основными потребителями большого количества рулонной бумаги, поставляемой из РФ, Финляндии и т.д. На предприятиях имеется острая необходимость механизации транспортировки этих рулонов на складах бумаги и подачи в печатные цеха на печатные машины. Транспортировка не распакованных бумажных рулонов осуществляется при помощи автопогрузчиков с внешними захватами. После распаковки рулоны акклиматизируются в печатном цехе и хранятся в вертикальном положении. При этом захват рулона должен производиться только с внутренней стороны картонной втулки.

Нами разработана новая конструкция внутреннего захвата бумажных рулонов при помощи гидравлических захватов (Рис.8) (Патент РК № 23753 от 21.01.2011).

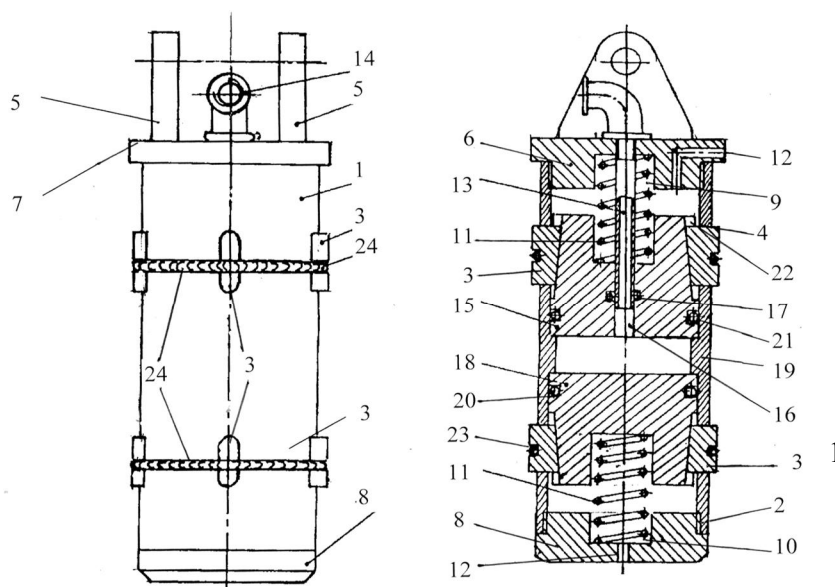


Рис.8. Внутренний захват для бумажных рулонов

а) внешний вид; б) продольный разрез

Внутренний захват для бумажных рулонов содержит полый корпус 1, имеющий внутреннюю резьбу 2, выдвижные плашки 3, с ребристой наружной поверхностью, установленные в радиальных каналах 4 тела корпуса 1, хвостовик 5, верхнюю 6 с буртиком 7 и нижнюю 8 крышки, в которых выполнены внутренние пазы 9 и 10 для установки пружин 11 и отверстия 12 для сообщения с атмосферой, причем в центре верхней крышки 6 изнутри резьбой в сквозном отверстии закреплена трубка 13 для подачи рабочей жидкости, а снаружи закреплён штуцер 14 подачи рабочей жидкости, внутри корпуса расположены верхний поршень 15, с продольным отверстием 16 в котором установлено уплотнительное кольцо 17, и нижний поршень 18, упирающиеся во внутренний буртик 19 полого корпуса 1, в которых с одной стороны во внутренние пазы 9 и 10 установлены пружины 11, а с другой стороны в наружных поперечных пазах 20 установлены уплотнительные кольца 21, причем со стороны внутренних пазов 9 и 10 с наружной стороны в теле поршней 15 и 18 на две длины от края под углом 5-7° выполнены пазы 22, расположенные, например, по окружности под углом 120°, в которые через

радиальные каналы 4 корпуса 1 установлены выдвижные плашки 3, на наружной стороне которых выполнена канавка 23 для кольцевой пружины 24. Внутренняя поверхность плашек 3 выполнена в виде клина, имеет наклонную поверхность. Угол наклона внутренней поверхности плашек 3 должен соответствовать углу наклона дна пазов 22 в теле поршней 15 и 18.

Для проверки работоспособности новой конструкции внутреннего захвата и манипуляции бумажного рулона нами создана экспериментальная установка, которая имеет механизм поворота с устройством для компенсации оси подвеса (без рулона бумаги).

Для определения усилий и моментов в шарнирах в поворотном механизме бумажных рулонов была составлена кинематическая расчетная схема механизма поворота экспериментальной установки (рис. 9), из которой определены основные параметры: $P_{п1}$ – сила подъема, h_x – ход поршня, α_1 – угол между рычагом подвески и стержнем ЕС, β_1 – угол между кривошипом и горизонталью, l_1, l_2, l_3, l_4 – плечи, $B_{зах}$ – длина внутреннего захвата, v_1 – расстояние от оси поворота до опорной поверхности, Z – центр тяжести гидроцилиндра, Z_3 – центр тяжести внутреннего захвата.

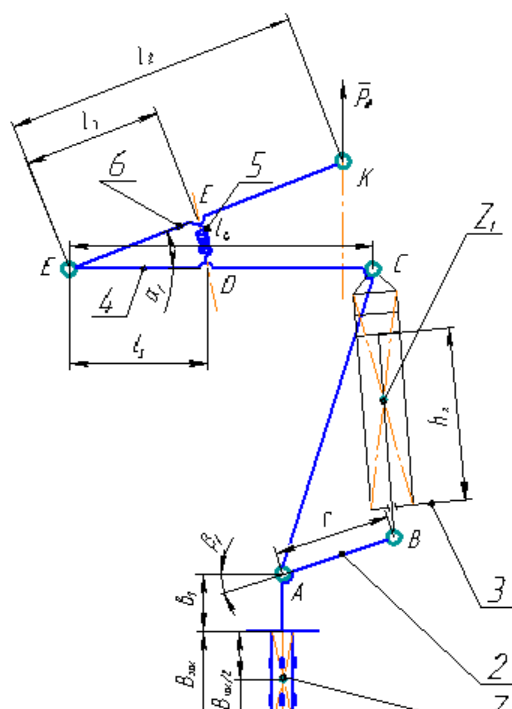


Рис.9. Расчетная схема механизма поворота:

1 – внутренний захват, 2 - кривошип, 3 – гидроцилиндр, 4 – траверса, 5 – пружина, 6 –

Механизм поворота с устройством для компенсации оси подвеса с рулоном бумаги при его вертикальном положении показан на рис.11. Прихваченный бумажный рулон находится в вертикальном положении. Зажимными элементами внутреннего захвата (см. рис. 8) являются двухскосые клинья, расположенные во взаимно перпендикулярных плоскостях. На рис. 10 показан только один клин.

Рассмотрим клин в состоянии равновесия под действием всех приложенных к нему сил:

Q – реакции зажимаемой картонной втулки; N – нормальной реакции на наклонной плоскости;
 F – силы трения на наклонной плоскости.

$$F = N \cdot f_{\text{тр}}; \quad (1)$$

где $f_{\text{тр}}$ – коэффициент трения.

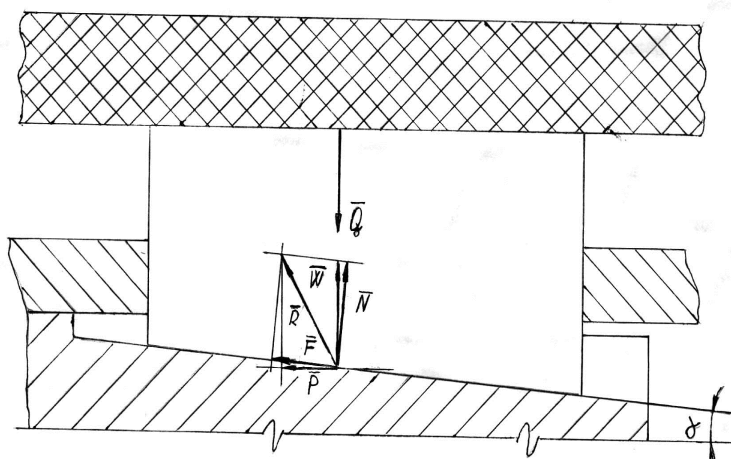


Рис.10. Схема сил, действующих на поверхность клина

При равновесии клина геометрическая сумма сил равна нулю. Сложив геометрически силы N и F , и разложив их равнодействующую R на две взаимно перпендикулярные силы W и P , установим, что клин находится в равновесии под действием сил Q , W и P . Так как силы Q и W взаимно уничтожаются, при равновесии клина $P = 0$, следовательно:

$$P = W \cdot \operatorname{tg}(\varphi - \alpha) = 0; \quad (2)$$

где α – угол наклона клина;

$\varphi = \operatorname{arctg} f$ – угол трения на наклонной плоскости;

Так как $W \neq 0$, то $\operatorname{tg}(\varphi - \alpha) = 0$, откуда $\varphi = \alpha$.

Следовательно, равнодействующая R нормальной реакции на наклонной плоскости N и силы трения F направлена вертикально, и горизонтальная составляющая равнодействующей равна нулю. При $P > 0$ горизонтальная составляющая равнодействующей направлена влево, то есть она препятствует выталкиванию клина, в результате чего происходит самоторможение клина. Условие самоторможения клина: $\operatorname{tg}(\varphi - \alpha) > 0$; отсюда $\alpha < \varphi$.

При трении стальных поверхностей tg принимают равным 0,1, чему соответствует значение $\varphi = 5^\circ 43'$, условие самоторможения имеет вид $\alpha < 5^\circ 43'$.

При $P < 0$ горизонтальная составляющая равнодействующей направлена вправо и стремится вытолкнуть клин, тогда: $\text{tg}(\varphi - \alpha) < 0$; $\alpha > \varphi$.

Так как гидроцилиндр внутреннего захвата одностороннего действия, то возврат поршня в исходное положение осуществляется при помощи пружины сжатия, а также возврат клиньев – при помощи спиральной пружины, угол клина α можно принять чуть больше угла трения φ . При этом в целях безопасности работы гидроцилиндра захвата, а также кантователя они должны снабжаться обратными клапанами.

Сила реакции, зажимной картонной втулки Q , определяется по формуле:

$$Q = \frac{P_p}{n \cdot f_{\text{тр}}}; \quad (3)$$

где P_p – вес рулона бумаги;

$f_{\text{тр}}$ – коэффициент трения между соприкасающимися поверхностями кулачка и внутренней поверхностью картонной втулки (сталь по картону)

n – количество кулачков.

P_{n2} – сила подъема, h_x – ход поршня, α_2 – угол между рычагом подвески и стержнем $E_1 C_1$, β_1 – угол между кривошипом и горизонталью, l_1, l_2, l_3, l_4 – плечо, $B_{\text{зах}}$ – длина внутреннего захвата, v_1 – расстояние от оси поворота до опорной поверхности внутреннего захвата, Z_1 – центр тяжести гидроцилиндра, Z_2 – центр тяжести внутреннего захвата, Z_3 – центр тяжести бумажного рулона, d_p – наружный диаметр бумажного рулона.

Механизм поворота с устройством для компенсации оси подвеса с рулоном бумаги при его горизонтальном положении показан на рис.12. Прихваченный бумажный рулон находится в вертикальном положении.

P_{n3} – сила подъема, h_x – ход поршня, α_3 – угол между рычагом подвески и стержнем EC , β_2 – угол между кривошипом и горизонталью, l_1, l_2, l_3, l_4 – плечо, $B_{\text{зах}}$ – длина внутреннего захвата, v_1 – расстояние от оси поворота до опорной поверхности внутреннего захвата, Z_1 – центр тяжести гидроцилиндра, Z_2 – центр тяжести внутреннего захвата, Z_3 – центр тяжести бумажного рулона, d_p – наружный диаметр бумажного рулона.

На основе кинематического расчета механизма поворота бумажных рулонов были определены усилия и моменты в опорных точках.

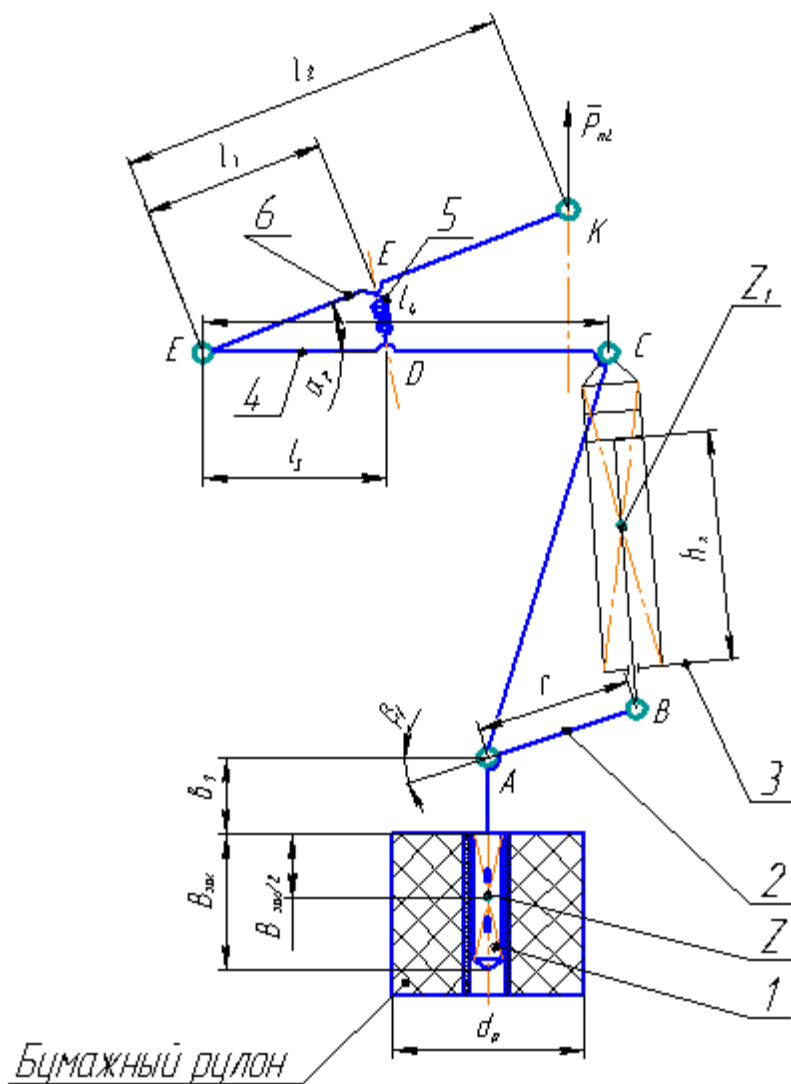


Рис. 11. Расчетная схема механизма поворота:

1 – внутренний захват, 2 - кривошип, 3 – гидроцилиндр, 4 – траверса, 5 – пружина, 6 – рычаг подвески, где

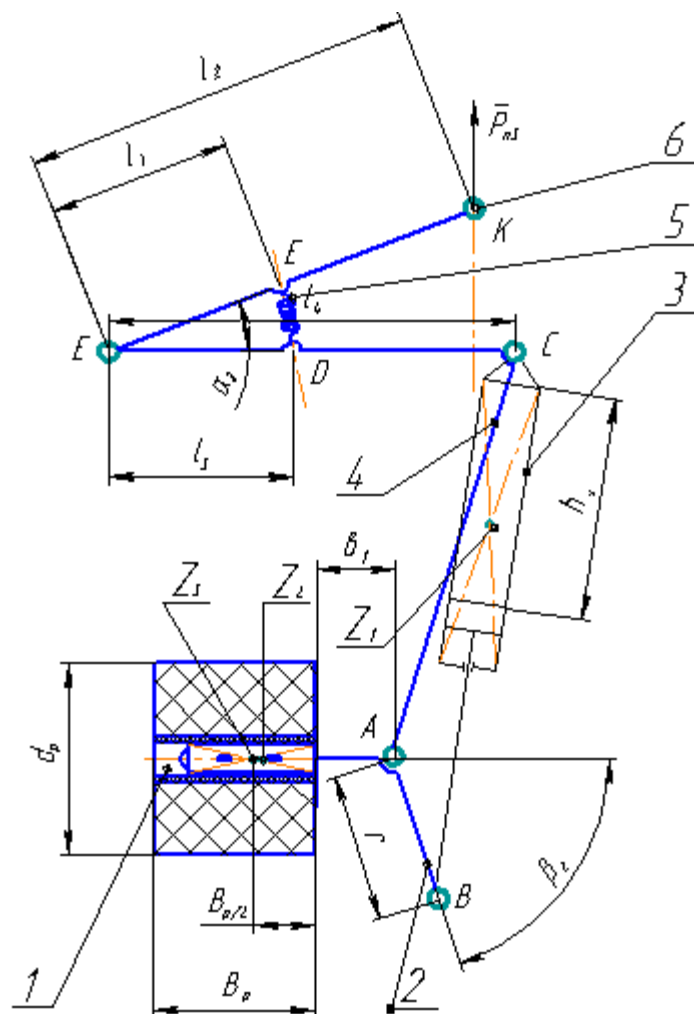


Рис.12. Расчетная схема механизма поворота:

1 – внутренний захват, 2 - кривошип, 3 – гидроцилиндр, 4 – траверса, 5 – пружина, 6 – рычаг подвески, где

Таким образом, проанализировав конструкции грузозахватных и подъемно-поворотных устройств для бумажных рулонов и патентно-технические решения в данной области, выявлены основные тенденции развития надземных транспортных машин, оснащенных перспективными грузозахватными устройствами; установлены виды перспективных грузозахватных устройств для пространственного перемещения и манипуляции рулонных материалов в полиграфическом производстве; выявлены весьма перспективные быстросъемные многофункциональные грузозахватные и манипуляционные грузозахватные и манипуляционные устройства для перемещения бумажных рулонов с помощью самоходных погрузчиков; установлены современные тенденции развития автоматизированного контроля качества захвата и манипуляции в пространстве особо чувствительных грузов, бумаг распакованных бумажных рулонов; разработаны новые внутренние грузозахватные устройства

и механизмы поворота рулонных бумаг в пространстве и оптимизированы их параметры экспериментальным путем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аллегри, С., Теодор, Н.1989, Транспортно-складские работы, Машиностроение, Москва.
2. Бирюков В.В.1977, 'Новые грузозахватные приспособления, устанавливаемые на погрузчиках за рубежом', Организация складского хозяйства, механизация и автоматизация складских работ в материально-техническом снабжении., Т.4, С. 21.
3. Бойко, НИ, Чередниченко, СП.2007, Транспортно-грузовые системы и склады. Феникс, Ростов на Дону.
4. Васильев, КА 1991, Транспортные устройства и склады, Недра, Москва
5. Волгин, ВВ. 2004, Склад: организация, управление, логистика, Дашков и К, Москва
6. Гриф, МИ., Каганович, ЕМ.2005, Погрузчики мира, Ассоциация строительных вузов, Москва.
7. Ефимов, ГП, Алепин, МА. 1989, Погрузчики, Транспорт, Москва.
8. Коцюба, В.П.1988, Механизация погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ, Алтайский политехнический институт, Барнаул
9. Козлов, ЮТ. 1980, Грузозахватные устройства, Транспорт, Москва
10. Мачульский, ИИ, Алепин, ЕА.1982, Машины напольного безрельсового транспорта, Машиностроение, Москва
11. Сахаров, БН. 1976, Транспортирование и складирование готовой продукции целлюлозно-бумажных предприятий, Машиностроение, Москва
12. Савин, НС, Егоров, АД.1986 Водитель электротележек и автотележек, Высшая школа, Москва.
13. Сурашов Н.Т. и др., 2011, Внутренний захват, Инновационный патент Республики Казахстан на изобретение № 23753
14. Сурашов Н.Т. и др., 2011, Подъемно-поворотное устройство с внутренним захватом для транспортировки бумажных рулонов, Инновационный патент Республики Казахстан на изобретение № 24089
15. Тройнин, МФ, Ушаков, НС.1984, Электрические самоходные машины напольного транспорта, Машиностроение, Ленинград