

УДК 64.06.001; 69.002.5

С. П. Ереско,
д-р техн. наук, проф.,
Сибирский государственный аэрокосмический университет
им. акад. М. Ф. Решетнева;

Т. Т. Ереско,
д-р техн. наук, доц.
Сибирский государственный аэрокосмический университет
им. акад. М. Ф. Решетнева;

А. С. Ереско,
канд. техн. наук, доц.
Сибирский федеральный университет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГРУЗОПОДЪЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОНТЕЙНЕРОВОЗА-ПЕРЕГРУЖАТЕЛЯ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ШАССИ¹

LIFTING EQUIPMENT IMPROVEMENT OF CONTAINER CARRIER/EXCAVATOR ON MOBILE CHASSIS

Приведено описание усовершенствованной запатентованной конструкции грузоподъемного гидромеханизма контейнеровоза-перегрузателя на автомобильном шасси, включающее описание принципа действия грузоподъемного механизма и отличий в работе по сравнению с подобными механизмами, а также описание принципиальной гидравлической схемы, последовательности ее работы и выполнения операций установки контейнеровоза на выносные опоры, разблокировки стрелы и погрузочно-разгрузочных операций. Использована разработанная ранее авторская методика динамического анализа универсального рычажного грузоподъемного механизма с использованием САЕ-системы APM Winmachine V10.0, позволившая выполнить проектно-прочностные расчеты и проверку работоспособности грузоподъемного гидромеханизма. Использована САД-система КОМПАС-3D V14 для разработки альбома конструкторской документации и создания анимационной модели технологического процесса, позволившей определить в реальном времени скорости рабочих операций и производительность машины в целом.

Description of improved patented construction of lifting hydro-mechanism of container carrier / excavator on mobile chassis is given; it also includes the description of lifting mechanism function, hydro schematic, consequence of its work and execution of operations of installation of container carrier on outriggers, arm unlock and lifting operations. There is used developed earlier methodic of dynamic analysis of universal lever lifting mechanism with using a CAE-system — APM Winmachine V10.0, which allowed to perform design and strength calculations and functional test of lifting hydro mechanism. Also there is used CAD-system КОМПАС-3D V14 for developing the album of design documentation and creation of animated model of technological process, allowed to determine the speed of operation and performance of the machine as a whole.

Ключевые слова: контейнеровоз, гидропривод, грузоподъемный механизм, телескопический гидроцилиндр, гидрораспределитель.

Key words: container carrier, hydraulic actuator, load-lifting mechanism, telescopic hydraulic cylinder, hydro-distributor.

В ПРАКТИКЕ грузоперевозок и строительства широко применяются специализированные мобильные машины, осуществляющие, кроме транспортирования, еще и погрузочно-разгрузочные операции, что повышает универсальность данных машин и сокращает эксплуатационные затраты, так как исключает потребность в дополнительных грузоподъемных средствах, а следовательно, возможные простои и связанные с этим дополнительные затраты.

¹ Работа поддержана грантом Президента Российской Федерации (МК-663.2010.8) и Красноярским краевым фондом поддержки науки и научно-технической деятельности.

Основными недостатками известных грузоподъемных механизмов контейнеровозов-перегрузателей [1; 2] является обилие исполнительных гидроцилиндров, требующих соответствующего подключения с помощью гидромагистралей, что в целом удорожает конструкцию и снижает ее надежность вследствие увеличения числа элементов конструкции и вероятности выхода их из строя.

В статье предлагается упрощение конструкции при одновременном повышении надежности грузоподъемного механизма.

Предлагаемая конструкция грузоподъемного механизма приведена на рис 1.

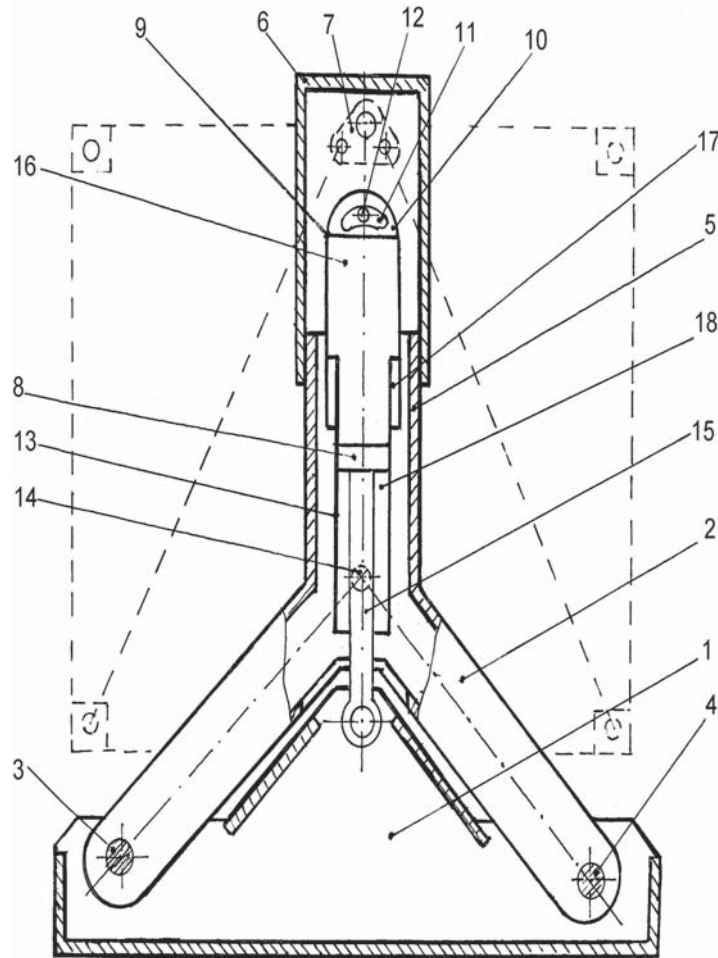


Рис. 1. Грузоподъемный механизм контейнеровоза-перегрузателя

Указанная цель достигается тем, что в грузоподъемном механизме, содержащем А-образную раму 2, с механизмом фиксации 3 и 4 в ее основании 1, в верхней части к А-образной раме 2 присоединена грузоподъемная телескопическая стрела 5 замкнутого пустотелого сечения, к подвижной части 6 которой прикреплено грузозахватное устройство 7, а в ее полости расположен двухступенчатый телескопический гидроцилиндр двухстороннего действия 8, внешний корпус 9 которого прикреплен к подвижной части 6 грузоподъемной телескопической стрелы, внутренний корпус 10 с помощью цапф 11 шарнирно прикреплен к А-образной раме, а его шток шарнирно закреплен в основании механизма.

Присоединение в верхней части к А-образной раме 2 грузоподъемной телескопической стрелы замкнутого пустотелого сечения, к подвижной части 6 которой прикреплено грузозахватное устройство 7, позволяет манипулировать контейнером при погрузочно-разгрузочных операциях и разгрузить шток телескопического гидроцилиндра 8 от радиальной нагрузки.

Расположение в полости телескопической стрелы двухступенчатого телескопического гидроцилиндра двухстороннего действия 8 позволяет применить его для операций подъема груза и поворота рамы 2, что позволяет сократить число исполнительных гидроцилиндров и тем самым упростить конструкцию грузоподъемного механизма в целом, а также повысить его надежность.

Крепление внешнего корпуса 9 гидроцилиндра к подвижной части грузоподъемной телескопической стрелы 5 позволяет управлять ею независимо от поворота рамы 2, а крепление внутреннего корпуса 10 с помощью цапф 11 к раме штока в основании 1 и независимое управление им позволяет осуществлять поворот рамы 2 без выдвигания подвижной части 6 телескопической стрелы 5.

На данную конструкцию грузоподъемного механизма контейнеровоза-перегрузжателя получен патент Российской Федерации [3].

Для обеспечения работоспособности данного грузоподъемного механизма предлагается гидросистема управления рабочим оборудованием, включающая в себя: насос и гидробак, сообщенные соответственно напорной и сливной магистралями с гидрораспределителем, и гидроцилиндр, согласно изобретению гидроцилиндр выполнен трехсекционным телескопическим, рабочие полости которого сообщены с гидрораспределителем посредством трех рабочих магистралей, причем гидрораспределитель выполнен трехпоточным и семипозиционным [4].

На рис. 2 представлена анимационная модель грузоподъемного механизма выполненная в пакете КОМПАС-3D.

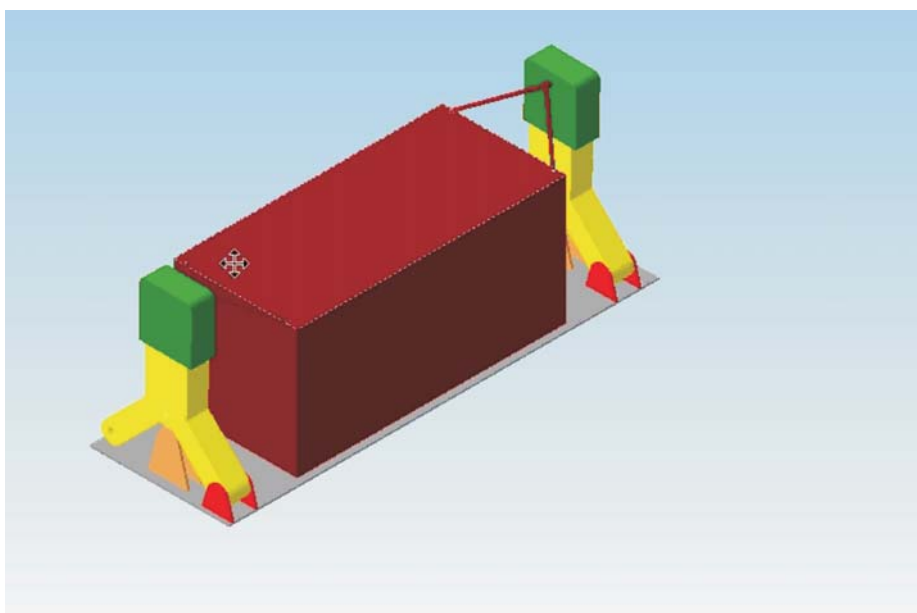


Рис. 2. Анимационная 3D-модель грузоподъемного механизма с контейнером

Описание гидросхемы контейнеровоза-перегрузжателя. Гидравлический привод контейнеровоза-перегрузжателя на базе автомобиля, представленный на рис. 3, выполнен по открытой гидравлической схеме и предназначен для преобразования механической энергии двигателя автомобиля насосом Н в энергию потока рабочей жидкости, которая по системе трубопроводов направляется к следующим гидроагрегатам контейнеровоза-перегрузжателя:

- гидроцилиндрам выносных опор Ц1-Ц4;
- гидроцилиндрам разблокировки (блокировки) стрелы грузоподъемного механизма Ц5-Ц8;
- гидроцилиндрам грузоподъемного механизма Ц9-Ц10.

В основе грузоподъемного механизма заложен уникальный трехступенчатый телескопический гидроцилиндр двухстороннего действия.

Регулирование скоростей гидродвигателей контейнеровоза-перегрузача комбинированное — изменением частоты вращения вала насоса (изменением частоты вращения коленчатого вала двигателя автомобиля) и дросселированием рабочей жидкости в каналах гидрораспределителей.

Двухпозиционный кран в зависимости от положения рукоятки управления направляет поток рабочей жидкости от гидронасоса Н к гидрораспределителю Р1 или к гидрораспределителю Р2.

Контроль давления в гидросистеме осуществляется по расположенному в кабине машиниста манометру МН, установленному в напорной магистрали гидросистемы.

Ручной насос НР предназначен для приведения выносных опор в транспортное положение, блокировки стрелы грузоподъемного механизма при аварийной ситуации (вышел из строя гидронасос, заглох двигатель автомобиля).

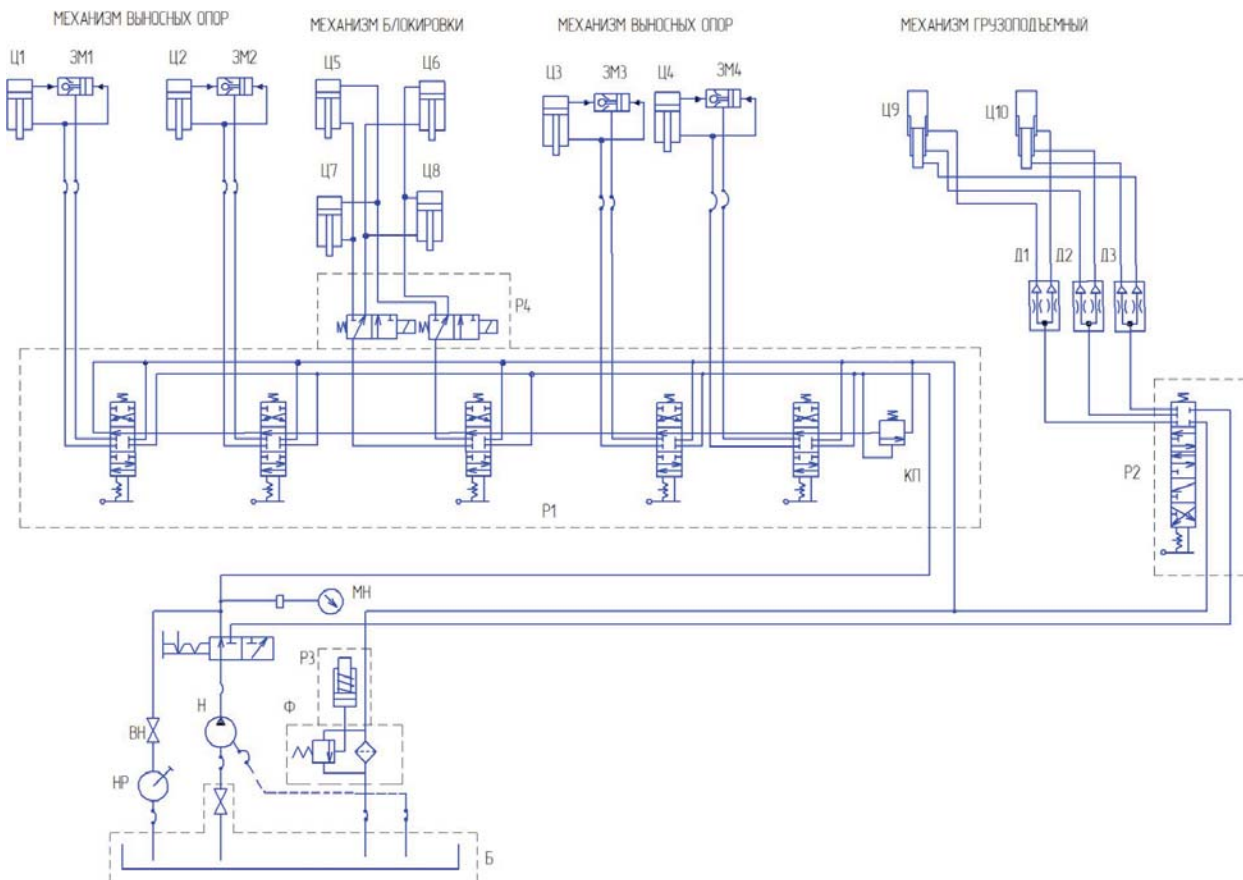


Рис. 3. Схема гидравлическая принципиальная привода контейнеровоза-перегрузача

Установка контейнеровоза-перегрузача на выносные опоры и разблокировка стрелы. При выполнении указанных операций кран двухпозиционный, подключенный непосредственно к гидромотору, переводится в крайнее левое (по схеме) положение. При нейтральном положении всех золотников гидрораспределителя Р1 полости гидроцилиндров Ц1-Ц8 заперты, а напорная магистраль соединена со сливом. При этом рабочая жидкость от насоса Н под давлением, зависящим от сопротивления гидрораспределителя, фильтра и трубопроводов, направляется в бак Б.

Управление выносными гидроопорами контейнеровоза-перегрузача раздельное.

Для выдвигания штоков выносных опор соответствующий золотник рабочей секции гидрораспределителя Р1 устанавливается в нижнее (по схеме) положение. При этом рабочая жидкость от насоса Н через двухпозиционный кран, подключенный непосредственно к гидронасосу, и обратный клапан гидрозамков ЗМ1-ЗМ4 поступает в поршневую полость соответствующей гидроопоры Ц1-Ц4.

Для подъема штоков гидроопор соответствующие золотники рабочих секций гидрораспределителя Р1 переводятся в верхнее (по схеме) положение. При этом рабочая жидкость поступает в штоковую полость соответствующей гидроопоры Ц1–Ц4. Так как выход из поршневой полости закрыт гидрозамком, давление в штоковой полости возрастает, гидрозамок открывается и рабочая жидкость из поршневой полости сливается в гидробак Б.

Гидрозамки ЗМ1–ЗМ4 предотвращают самопроизвольное втягивание штоков гидроопор в случаях обрыва трубопровода или утечки рабочей жидкости через гидрораспределитель.

Для включения механизма разблокировки стрелы третий справа золотник гидрораспределителя Р1 должен быть установлен в нижнее (по схеме) положение, а первый золотник гидрораспределителя Р4 переводится в крайнее левое или в крайнее правое положение, в зависимости от необходимого направления поворота стрелы. При этом рабочая жидкость от насоса через гидрораспределители Р1 и Р4 поступает в штоковые полости гидроцилиндров Ц5 и Ц7, или гидроцилиндров Ц6 и Ц8, а рабочая жидкость из поршневых полостей поступает в сливную магистраль гидрораспределителей и далее через маслофильтр поступает в гидробак Б — происходит разблокировка стрелы.

Блокировка стрелы происходит вторым (по схеме) золотником гидрораспределителя Р4, третий золотник гидрораспределителя Р1 должен быть переведен в крайнее верхнее положение. В зависимости от необходимой стороны блокировки стрелы рабочая жидкость от насоса через гидрораспределители Р1 и Р4 поступает в поршневые полости гидроцилиндров Ц5 и Ц7 или гидроцилиндров Ц6 и Ц8, а рабочая жидкость из штоковых полостей поступает в сливную магистраль гидрораспределителей и далее через маслофильтр поступает в гидробак Б — происходит блокировка стрелы.

Снятие (установка) контейнера с платформы (на платформу) автомобиля. Выполнение указанных операций производится при положении двухпозиционного крана, переведенного в правое (по схеме) положение. При этом рабочая жидкость от насоса Н поступает к гидрораспределителю Р2. В транспортном состоянии контейнера золотник секции гидрораспределителя Р2 переведен в крайнее верхнее положение (по схеме).

Поднятие контейнера с платформы автомобиля осуществляется переводом во второе, сверху, положение золотника секции гидрораспределителя Р2 согласно схеме. При этом рабочая жидкость поступает в поршневые полости первых секций телескопических гидроцилиндров Ц9 и Ц10. Поворот стрелы и опускание контейнера на грунт производятся при переключении золотника гидрораспределителя в третье положение, сверху (по схеме). При этом рабочая жидкость поступает в штоковые полости вторых секций телескопических гидроцилиндров Ц9 и Ц10.

Поднятие контейнера с грунта и поворот стрелы в исходное состояние осуществляются переводом в четвертое, сверху, положение золотника секции гидрораспределителя Р2 согласно схеме. Установка контейнера на платформу автомобиля осуществляется переводом в пятое, сверху, положение золотника секции гидрораспределителя Р2 согласно схеме.

Технический результат от реализации предлагаемого универсального гидропривода заключается в упрощении конструкции и повышении его надежности за счет применения в качестве исполнительного гидропривода одного трехсекционного телескопического гидроцилиндра. Основные параметры гидроцилиндра определялись с помощью специально разработанной методики расчета основных рабочих параметров грузоподъемных механизмов и гидросистем их управления на этапе проектирования и методики динамического анализа плоских рычажных механизмов с использованием разработанных ранее инструментов имитационного моделирования эксплуатационных режимов исполнительного трехсекционного гидроцилиндра [5, с. 16–19; 6] управления грузоподъемным механизмом с применением пакетов с использованием САЕ-системы АРМ Winmachine V10.0 [7] и САД-системы КОМПАС-3DV14 [8]. Приведенные результаты апробации предложенных методов проектирования гидрофицированных грузоподъемных механизмов позволяют повысить качество принимаемых проектных решений при одновременном сокращении сроков проектирования.

Список литературы

1. Погрузочно-разгрузочное устройство контейнеровоза-перегрузателя: А. с. 1238991 Оpubл. 23.06.86. Бюл. № 23.
2. Транспортное средство для перевозки контейнеров: А. с. 1184711; Оpubл. 15.10.85. Бюл. № 38.
3. Пат. 2173270 РФ. Грузоподъемный механизм / Ереско А. С., Ереско С. П. Заявл. 25.10.99; Оpubл. 10.09.01. Бюл. № 25.
4. Пат. 2233237 РФ. Гидросистема управления рабочим оборудованием фронтального погрузчика / Ереско А. С., Ереско С. П. [и др.]. Заявл. от 17.03.03; Оpubл. 04.03.04. Бюл. № 3.
5. Ереско А. С. Динамический анализ привода рычажных гидромеханизмов грузоподъемных машин / А. С. Ереско, С.П. Ереско // Вестник СибГАУ. — Красноярск: СибГАУ, 2011. — Вып. 3 (36).
6. Имитационная модель гидроцилиндра (GYDROZ) / С. П. Ереско, А. С. Ереско. [и др.] // Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2004611074. — М.: РОСПАТЕНТ, 2004.
7. САЕ-система АРМ Winmachine V10.0 — [Электронный ресурс]. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://www.apm.ru/rus/>
8. САД-система КОМПАС-3DV14 — [Электронный ресурс]. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://www.kompas.ru/>