

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ ПОДЪЕМА И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ВЫБОРУ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПУСКОВЫХ УСТАНОВОК

к.т.н. А.А. Пьянков, П.С. Слупский
(представил д.т.н., проф. И.М. Приходько)

Изложены результаты анализа существующих систем подъема и даны рекомендации по выбору систем подъема перспективных пусковых установок.

Будем рассматривать пусковые установки (ПУ), которые являются самоходными, выполненными в виде моноагрегата или автопоезда с двигателями гусеничного или колесного типа. Такие ПУ должны быть сравнительно просты по устройству и удобны в эксплуатации [1]. Независимо от особенностей конструкции к ним предъявляется ряд специальных требований, они должны обеспечивать: минимальное время предстартовой подготовки ракет к пуску; механизацию и автоматизацию процессов подготовки и проведения пуска ракеты; высокую надежность пуска ракет в любых атмосферных условиях; высокую надежность и автономность действия; высокую надежность и автономность действия; необходимую живучесть при воздействии поражающих факторов ядерного оружия; возможность быстрой переброски на большие расстояния; хорошую маскировку, проходимость по грунтовым дорогам и пересеченной местности; надежное крепление и длительное хранение ракет; простоту, удобство и безопасность обслуживания ПУ и ракеты.

Одним из важнейших элементов ПУ является система подъема стрелы с ракетой в вертикальное положение, от рационального выбора которой существенно зависит и совершенство пусковой установки. Задача выбора рациональной схемы механизма подъема сводится к выбору варианта, который может обеспечить минимальный вес поднимаемой системы с грузом при выполнении условий компоновки ее на раме полуприцепа. При этом система подъема должна обеспечить надежное функционирование ПУ в режиме транспортировки и в режиме подъема ТПК за заданное время [2].

Результаты проведенного анализа перспективных систем подъема и систем подъема существующих ПУ [3 – 4] показали:

- для ПУ, выполненных в виде моноагрегатов, используется схема подъема с неподвижной осью вращения стрелы с поднимаемым грузом;
- с целью смещения поднимаемой системы вперед при транспортировке и назад при подъеме в некоторых ПУ использовано устройство в виде шарнирной треугольной призмы, которое обеспечивает переме-

шение оси поворота стрелы вдоль рамы агрегата;

- для ПУ, выполненных в виде полуприцепа, необходимо обеспечить дополнительную нагрузку на сцепное устройство в процессе транспортировки, чего можно достичь смещением ТПК вперед, и удобство подъема с вывешиванием ТПК сзади ПУ при боевой работе, что можно достичь смещением поднимаемой системы назад;

- в качестве источников энергии в системах подъема используются как двигатели внутреннего сгорания, приводящие в действие насосные станции, так и автономные источники давления в виде гидравлических аккумуляторов давления или емкости, из которых вытесняется жидкость под действием сжатого воздуха;

- в некоторых случаях в качестве рабочего тела используется горячий газ, получаемый при сгорании пороховых шашек, и подводимый к газовому силовому цилиндру. Для регулирования скорости движения поднимаемой системы применяются гидравлические тормоза, подсоединенные параллельно газовому цилиндру (механизм открытия защитной крышки ракеты «Минитмен», с помощью пороховых аккумуляторов давления).

Система подъема предназначена для подъема и опускания стрелы, на которой размещается ТПК с ракетой, является одной из основных систем любой ППУ. Она обычно включает в себя стрелу, домкрат, привод системы подъема и источник энергии. Классификация возможных схем подъема представлена на рис 1.

Стрела предназначена для закрепления на ней ракеты, обеспечения установки ее в вертикальное положение и опускание в исходное состояние. Состоит из силовой фермы с фитинговыми креплениями. Силовая ферма является несущим элементом стрелы и состоит из двух продольных балок. Поддомкратная балка осуществляет передачу усилий домкрата силовой ферме стрелы при ее подъеме или опускании. Фитинговые крепления предназначены для удержания ракеты от продольных и вертикальных перемещений, а также от вращения [1].

Домкраты, применяемые в системах подъема, делятся на **одноцилиндровые** (одноступенчатые) **гидравлические** домкраты, которые могут быть одностороннего действия и двухстороннего действия, и **многоцилиндровые** (многоступенчатые, телескопические) домкраты, которые могут быть одностороннего действия, двухстороннего действия с камерой противодействия на внешнем цилиндре и двухстороннего действия с камерой противодействия на внутреннем цилиндре.

Одноступенчатые домкраты применяются в тех случаях, когда требуемый ход домкрата не очень велик и его общая длина в сложенном состоянии не ограничена жестким максимальным пределом по условиям компоновки агрегата. При этом применение домкратов одностороннего действия возможно лишь тогда, когда при их работе существует внешняя сила, направленная всегда противоположно действию домкрата (например, сила веса, пружины и т.п.). Для подъема стрелы, как правило, ис-

пользуются многоступенчатые домкраты. Это диктуется необходимостью обеспечения больших рабочих перемещений (1,5 – 3м и более) при сравнительно небольших габаритных размерах домкратов в исходном положении. Уменьшение рабочих перемещений возможно за счет уменьшения плеча домкрата, что приводит к увеличению нагрузок на домкрат.

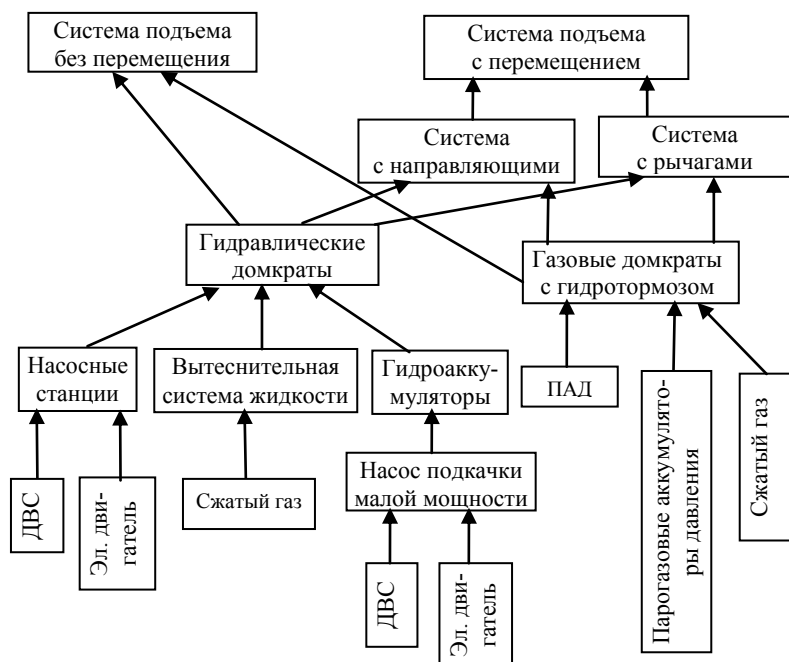


Рис. 1. Классификация систем подъема

По креплению стрелы к раме системы подъема (СП) можно условно разделить на три вида.

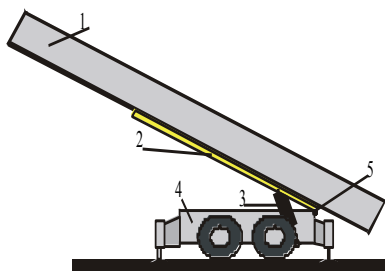


Рис. 2. СП1 (1 – ТПК; 2 – стрела; 3 – домкрат подъема; 4 – рама ППУ; 5 – шарнир поворота)

1. Система подъема с неподвижным узлом поворота стрелы (СП1, рис. 2). При подъеме транспортно-пусковой контейнер (ТПК) с ракетой подается рабочая жидкость в цилиндр домкрата (3) и стрела (2) с ТПК (1) начинает поворачиваться относительно шарнира (5) до тех пор, пока не займет вертикальное положение. Опускается в обратной последовательности.

Положительной стороной данного механизма есть его простота и надежность конструкции. Эта си-

стема является наиболее используемой для ППУ и, в свою очередь, можно сделать вывод, что она является наиболее отработанной.

Однако, при использовании ее на полуприцепных ППУ, имеется ряд своих недостатков:

1) для полуприцепа необходим свой автономный источник питания, который сильно увеличивает массу полуприцепа, что в свою очередь снижает маневренные качества ППУ;

2) существенным недостатком является то, что когда ТПК с ракетой лежит на ППУ, масса ракеты неравномерно распределяется на оси тягача, особенно если ракета длинная (большая часть нагрузки ложится на ось полуприцепа) что также влияет на мобильность и маневренность ППУ.

2. Механизм подъема с перемещением стрелы по направляющим (СП2, рис. 3). При подаче рабочей жидкости в цилиндр домкрата (5) он начинает выдвигаться и смещать ТПК (1), закрепленное на катках (3) по направляющим стрелы (4) в горизонтальном направлении. Когда задний каток входит в изогнутую часть направляющей, ТПК начинает под действием своей массы опускаться и одновременно подниматься в вертикальное положение. После занятия вертикального положения фиксируется.

Положительными сторонами такой системы есть:

- 1) возможность равномерного распределения нагрузки на оси тягача, за счет продольного перемещения в горизонтальном положении;
- 2) малые усилия на перемещения стрелы в продольном направлении;
- 3) относительно малые усилия при подъеме, т.к. за счет перемещения заднего катка по изогнутой части направляющей возрастает и плечо домкрата;
- 4) возможность использования одного домкрата для поступательного и вращательного перемещения стрелы;
- 5) малый вес и габариты домкрата.

Эта схема не получила широкого применения и практически на СПУ не применяется в виду того, что имеет ряд существенных недостатков:

- 1) низкая надежность катков и направляющих, из-за чего увеличивается время подъема ТПК ввиду того, что она на большой скорости может выйти из направляющих из-за большой массы груза или дефекта направляющей;
- 2) затрудняет транспортировку ТПК в виду того, что при движении образуются люфты в соединении катков и направляющих;
- 3) дополнительные вес и габариты направляющих и катков;
- 4) небольшая скорость подъема из-за движения по рельсам.

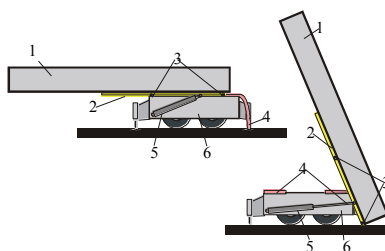


Рис. 3. СП2 (1 – ТПК; 2 – стрела; 3 – катки стрелы; 4 – направляющие; 5 – домкрат; 6 – рама СПУ)

3. Система подъема и перемещения стрелы с помощью рычагов (СПЗ, рис. 4). Данная система подъема состоит из стрелы, домкрата горизонтального перемещения, домкрата подъема и рычага. Работает система следующим образом: домкрат (4) выдвигается и перемещает стрелу с помощью рычага (3), когда стрела достигает крайнего положения, она фиксируется этим же домкратом, после чего с помощью домкрата (5) стрела с ТПК, поворачиваясь относительно шарнира рычага, поднимается в вертикальное положение. С помощью данного механизма довольно просто осуществляется продольное перемещение стрелы и ТПК.

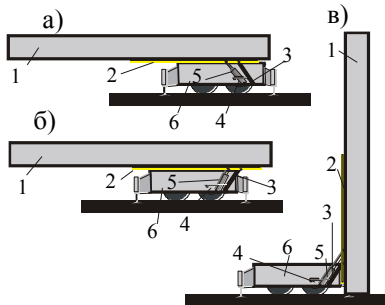


Рис. 4. СПЗ (1 – ТПК; 2 – стрела; 3 – рычаг; 4 – домкраты горизонтального перемещения; 5 – домкрат подъема; 6 – рама СПУ)

Привод системы подъема предназначен для подъема, опускания и фиксации стрелы. В состав привода подъема входят агрегаты питания (источники энергии), исполнительные органы, аппаратура распределения и регулирования, вспомогательная аппаратура и принадлежности. Для подъема стрелы можно использовать следующие механизмы подъема:

Наиболее распространенный гидравлический механизм системы подъема (основной механизм, который используется практически на всех ППУ), содержащий гидроцилиндры, основной насос, соединенный с двигателем, установленный на шасси, клапаны, фильтр, бак и линии подачи рабочего тела. Недостатком данного механизма является большое время подъема, большая стоимость подъема, громоздкость привода и соответственно большая масса.

Пневматический привод механизма системы подъема, содержащий пневмоцилиндр подъема и пневмопереключатель, включающий пневмораспределители с ручным управлением, пневматическим управлением и элементами автоматики, соединенные между собой трубопроводом. Недостатком данной системы подъема является сложность при регулировании скорости и, как следствие, большое время подъема. Для питания пневмоцилиндра необходимо иметь ресивер с запасом сжатого газа.

Электрический привод механизма подъема с полиспастной системой. Он состоит из электродвигателя, аппаратуры управления и полиспастной системы. Недостатком данной системы является трудность ее реализации на ППУ, необходимость установки дополнительного источника питания [5].

Также в качестве механизма подъема можно использовать газогидравлический механизм открытия защитной крыши ракеты «Минитмен»,

использующий пороховые аккумуляторы давления. Подъем производится с помощью газового цилиндра, в который поступают пороховые газы, образовавшиеся в результате горения заряда твердого топлива. Такой механизм позволяет открыть железобетонную крышу, толщиной 2,37 м и весом 72 т за 3,0 – 3,5 с. Недостатком известного способа является высокая температура магистралей, большое количество нагара, которое оседает на стенках газового цилиндра и магистралей, что не дает возможность многократного использования данного привода [1].

Таким образом, из проведенного анализа видно, что для проектируемых полуприцепных ППУ лучше использовать систему подъема с неподвижным узлом поворота стрелы (рис. 2) и схему подъема и перемещения стрелы с помощью рычагов (рис. 4). При этом схему подъема с неподвижным узлом поворота стрелы (рис. 2) наиболее предпочтительно использовать при проектировании моноагрегатов и полуприцепных ППУ с ракетами небольшой длины, а схему подъема и перемещения стрелы с помощью рычагов (рис. 4) наиболее целесообразно использовать для полуприцепных ППУ с ракетами большой длины. Что касается механизмов системы подъема, наиболее целесообразным является использование газогидравлического механизма подъема стрелы. Он позволит выполнить данную операцию в предельно короткое время с наиболее малыми энергетическими затратами при сравнительно небольшой массе. Малая масса механизма подъема кроме этого позволит улучшить маневренность агрегата за счет снижения массы агрегата в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маликов В.Г. и др. Наземное оборудование ракет. – М.: Воениздат МО СССР, 1971. – 303 с.
2. Суриков Б.Т. Боевое применение ракет. – М.: Воениздат МО СССР, 1965. – 183 с.
3. Кохран Т. и др. Ядерное вооружение СССР. – М.: ИздАТ, 1992. – 460 с.
4. Шунков В.Н. Ракетное вооружение. – Минск : Попурри, 2001. – 527 с.
5. Кифер Л.Г., Абрамович И.И. Грузоподъемные машины. – М.: Машгиз, 1956. – 485 с.

Поступила 11.07.02

Пьянков Анатолий Андреевич, канд. техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник НИО научного центра при ХВУ. В 1959 году окончил Рижское КВИАВУ. Область научных интересов – динамика машин.

Слупский Павел Станиславович, научный сотрудник НИО научного центра при ХВУ. В 1988 году окончил Харьковское ВВКИУ РВ. Область научных интересов – динамика машин.