Сравнение автомобильных подъемников элеваторного и лифтового типов.

08, август 2012

DOI: 10.7463/0812.0434708

Гнездилов С. Г.

УДК: 621.876.11

Россия, МГТУ им. Н. Э. Баумана

gnezdilow@mail.ru

Введение

Вопрос компактного хранения автомобилей стоит особенно остро в крупных городах, где стоимость земельных участков, пригодных для парковки автомобилей, довольно высока. При многоуровневом способе хранения автомобилей, позволяющем эффективно использовать парковочное пространство, межуровневое сообщение осуществляется через специальные рампы либо с применением механизированных устройств.

В МГТУ им. Н.Э. Баумана разработана с участие автора статьи и запатентована новая разновидность класса механизированных автостоянок «роторные системы парковки автомобилей» – автомобильный подъемник элеваторного типа (АПЭТ) (подробнее см. [1]), предназначенная для кратковременного вертикального межуровневого транспортирования автомобилей в гаражном комплексе (ГК). АПЭТ по сравнению с рампами занимает меньший объем, что немаловажно в местах с относительно высокой стоимостью единицы парковочного пространства. От своего ближайшего аналога – автомобильного подъемника лифтового типа (АПЛТ) АПЭТ отличается, главным образом, тем, что он перегружает автомобили без совершения холостых ходов, а также позволяет экономить время ввиду возможности выполнения одновременной загрузки/выгрузки автомобилей на различных несущих платформах. Однако, в отличие от АПЭТ, подъемники лифтового типа по ряду причин (в частности, за счет того, что в АПЛТ отсутствуют характерные для АПЭТ сложные криволинейные траектории перемещения несущих платформ) обеспечивают большие скорости транспортирования автомобилей и имеют лишь одну несущую платформу (кабину). В то же время, АПЭТ может быть установлен в шахте здания ГК с минимальным опиранием на его элементы.

Очевидно, что в гаражных комплексах небольшой высоты скорость транспортирования в подъемниках не оказывает существенного влияния на их производительность, которая, главным образом, определяется продолжительностью этапов загрузки и выгрузки автомобилей. В высотных ГК

скорость транспортирования приобретает важное значение. В первом случае определенные преимущества имеет АПЭТ, во втором – АПЛТ.

Представляет особый интерес определение области, в пределах которой целесообразно применение АПЭТ вместо АПЛТ. Характеристики этой области зависят от ряда параметров, среди которых производительность вариантов подъемников, их стоимость и занимаемые ими объемы парковочного пространства. Выбор наиболее подходящего подъемника должен делаться на основе критерия, учитывающего все основные характеристики устройств. Важным критерием, которым следует руководствоваться при сравнительной оценке вариантов подъемников, являются общие затраты на их приобретение, установку и последующее обслуживание [2].

Взяв за основу указанный критерий, разработаем алгоритм определения затрат на приобретение и установку представленных на рис. 1 подъемников, расчета их производительности. Воспользовавшись данным алгоритмом, для некоторого парковочного пространства определим область, в пределах которой целесообразно применение АПЭТ.

Автомобильный подъемник элеваторного типа (рис. 1, *а*) имеет по одной подъемной (справа) и спусковой (слева) грузовой ветви 1. На каждом уровне ГК имеется по два подъездных пути. В варианте АПЛТ (с двумя кабинами) (рис. 1, *б*) на каждом уровне, как и у АПЭТ, имеется по два подъездных пути. Здесь возможны различные комбинации использования ветвей в качестве подъемных и спусковых: в частности, в АПЛТ возможно транспортирование автомобилей в одном направлении (например, на подъем) на обеих ветвях. В АПЭТ же ввиду конструктивных особенностей одна ветвь всегда является подъемной, другая – спусковой.

Рисунок 1 – Схемы вариантов конструктивного исполнения автомобильных подъемников (вид сверху): *а* – элеваторного типа; *б* – лифтового типа (с двумя кабинами): 1 – ветвь подъемника, 2 – подъездной путь к гаражному комплексу, 3 – противовес, 4 – пространство подъемника для решения вспомогательных задач

1. Затраты на приобретение и установку подъемника

Затраты денежных средств C_U^{1M} на приобретение и установку подъемника, приходящиеся на одно место хранения, выразим в виде

$$C_U^{1M} = N_U C_U^O / N_M. \quad (1)$$

Здесь приняты следующие обозначения.

N_U – количество подъемников, обслуживающих ГК с N_M местами хранения. В расчетах примем, что в ГК имеется N_M мест хранения, которые его подъемник способен освободить за время T_B .

C_U^O – общие затраты, приходящиеся на один подъемник,

$$C_U^O = C_U + C_{III}^{1U}, \quad (2)$$

где C_U – стоимость подъемника, включающая его заводскую стоимость, затраты на доставку и установку.

C_{III}^{1U} – косвенные затраты на покрытие убытков, понесенных в результате предоставления части парковочного пространства под размещение подъемника, а не под места хранения.

Стоимость C_U одного АПЭТ зависит от этажности n обслуживаемого им ГК и имеет вид

$$C_U = [C_O^A + n \cdot (2C_{III} + 2C_D + 4C_{TO} + 4C_K + (n-2)/n \cdot C_{МК})] \cdot (1 + K_{ДУ}), \quad (3)$$

где C_O^A – стоимость основных не зависящих от этажности элементов подъемника;

C_{III} – стоимость одной несущей платформы;

C_D – стоимость одной единицы въездных ворот;

C_{TO} – стоимость отрезка цепи тягового органа между соседними несущими платформами;

C_K – стоимость одной консоли тягового органа;

n – этажность гаражного комплекса

$C_{МК}$ – изменение стоимости металлоконструкции АПЭТ при увеличении его этажности на одну единицу;

$K_{ДУ}$ – коэффициент, учитывающий затраты на доставку подъемника на место эксплуатации и подготовку к вводу его в эксплуатацию (монтаж, пусконаладочные работы, контрольные мероприятия и тому подобное), пропорциональные стоимости самого изделия.

Стоимость C_U одного АПЛТ также зависит от n . В общем виде выразим ее формулой

$$C_U = [C_o^{AK} + (n - k) \cdot C_{\text{ЭТ}}] \cdot (1 + K_{\text{ДВ}}), \quad (4)$$

где C_o^{AK} – стоимость основных не зависящих от этажности элементов подъемника с учетом k базовых этажей;

$C_{\text{ЭТ}}$ – стоимость оборудования, необходимого для обслуживания лифтов одного дополнительного этажа.

Косвенные затраты C_{III}^{IU} равны

$$C_{\text{III}}^{IU} = V_U \cdot C_{\text{III}}^{IV}, \quad (5)$$

где C_{III}^{IV} – средняя рыночная стоимость одного места хранения вблизи осваиваемого парковочного пространства;

V_U – потерянное число мест хранения в результате установки одного подъемника

$$V_U = S_U / S_{MX} \cdot n, \quad (6)$$

где S_U – площадь поперечного сечения одного подъемника, м^2 ; S_{MX} – площадь одного места хранения, м^2 .

2. Производительность подъемника

При определении требуемого количества подъемников для конкретного ГК оперируют с их собственной и требуемой производительностью [3]. От собственной производительности, в частности, зависит максимальное количество мест N_M , которые может обслуживать один подъемник.

Производительность подъемника является функцией многих переменных, наиболее важными из которых являются ускорения разгона и торможения, скорости перемещения несущих платформ (кабин), а также этажность автомобильного подъемника.

В общем виде формула для определения производительности Π имеет вид

$$\Pi = 3600 / t_{\Pi}, \quad (7)$$

где t_{Π} – среднее время, затрачиваемое подъемником на перегрузку одного автомобиля.

Далее представим алгоритм определения среднего времени t_{Π} для различных вариантов конструктивного исполнения подъемников, для чего рассмотрим порядок перегрузки очереди автомобилей подъемником в ГК.

На загрузочном уровне ГК перед въездом на подъемник производится оценка габаритов и массы прибывающих автомобилей. Сигналом к началу движения служит перевод ограничителя движения автомобилей в нерабочее положение. Процесс транспортирования автомобиля в

подъемнике можно разбить на ряд следующих этапов, продолжительность которых зависит от быстроты реагирования водителей/оператора, скорости передвижения автомобилей, а также от характеристик подъемника.

- 1) Время реагирования оператора на готовность подъемника к приему автомобиля.
 - 2) Перевод ограничителя движения автомобилей в нерабочее положение, включение зеленого света, разрешающего въезд автомобиля в подъемник.
 - 3) Время реагирования водителя, подготовка к началу движения.
 - 4) Подъезд автомобиля к зданию ГК (с учетом дополнительного времени на маневрирование).
 - 5) Въезд автомобиля на несущую платформу (кабину) подъемника.
 - 6) Контроль правильности расположения автомобиля на несущей платформе, включение ручного тормоза в перемещаемом автомобиле.
 - 7) Закрытие дверей подъемника.
 - 8) Выдержка (время на переключение стыковочных устройств и выполнение контрольных мероприятий).
 - 9) Транспортирование (подъем) автомобиля (продолжительность зависит от ускорения, скорости движения тягового органа, а также от числа и разности уровней ГК, на которые производится транспортирование).
 - 10) Позиционирование несущей платформы (кабины) относительно загрузочной позиции.
 - 11) Выдержка (время на переключение стыковочных устройств и выполнение контрольных мероприятий).
 - 12) Открытие дверей подъемника.
 - 13) Время реагирования водителя, подготовка к началу движения.
 - 14) Выезд автомобиля с несущей платформы (кабины) подъемника.
 - 15) АПЛТ дополнительно отрабатывает этапы 1, 7, 8, 9, 10, 11, 12 из-за необходимости совершения холостых ходов.
 - 16) Время реагирования оператора на готовность подъемника (повтор 1-го этапа).
- Приближенные значения интервалов времени необходимых для выполнения основных этапов перегрузки автомобилей приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные о продолжительности основных этапов перегрузки автомобилей

№	Этап	Продолжительность	
		Обозначение	Значение, с
1	Реагирование оператора на готовность подъемника	t_{PO}	5
2	Переключение ограничителя движения автомобилей	t_{III}	2
3	Реагирование водителя, подготовка к началу движения	t_{PB}	3
4	Подъезд автомобиля к зданию гаражн. комплекса	$t_{ПЗ}$	3÷6*
5	Въезд/выезд автомобиля в подъемник	t_B	3÷4**
6	Контроль правильности расположения автомобиля	t_K	3÷10***
7	Закрытие/открытие дверей подъемника	t_3	3
8	Выдержка (работа стыков. и контрол. устройств)	t_{CY}	3
9	Перемещение автомобиля	t_{II}	см. (8), (10)
10	Остановка тягового органа	t_T	2
<p>* – значение зависит от траектории подъездного пути;</p> <p>** – большее значение соответствует АПЭТ и зависит от габаритных размеров несущих платформ (кабины) подъемника;</p> <p>*** – зависит от типа контроля, минимальное значение соответствует автоматическому контролю.</p>			

3. Надземное исполнение гаражного комплекса

Предположим, что подъемники (рис. 1) перегружают две очереди автомобилей, направленные на въезд в ГК надземного типа и выезд из него. Транспортирование автомобилей в подъемниках, обслуживающих ГК, производится так, как показано на рис. 2: один автомобиль перемещается с загрузочного уровня (в) на уровень (а) со свободными местами хранения, а другой – с уровня (а) на уровень (в).

Рисунок 2 – Схемы автомобильных подъемников элеваторного (а) и лифтового (б) типов (фронтальный вид), обслуживающих надземные варианты конструктивного исполнения ГК: 1 – здание ГК, 2 – автомобиль, 3 – несущая платформа (кабина), 4 – геометрия трассы тягового органа

Пусть высота подъемников, выполняющих перегрузку очереди из $(n-1)$ автомобилей, соответствует этажности ГК. Положим также, что подъемник должен переместить (поднять) по одному автомобилю на каждый уровень (начиная со второго) n -этажного ГК. Поделив общее время, затрачиваемое на перегрузку автомобилей, на число автомобилей в очереди, найдем среднее время, затрачиваемое подъемником на перегрузку одного автомобиля.

Определим средние значения времени, затрачиваемого на перегрузку одного автомобиля, для обоих вариантов подъемников.

1) Автомобильный подъемник элеваторного типа.

Время, затрачиваемое АПЭТ на перегрузку очереди из $(n-1)$ автомобилей, равно

$$T_{1II} = (n-1)(t_{1II}^{III} + t_{1II}^{III}) + t_{1II}^{II}.$$

Здесь

$t_{1\Pi}^{ДП}$ – время, затрачиваемое на один автомобиль до его транспортирования,

$$t_{1\Pi}^{ДП} = t_{PO} + t_{Ш} + t_{PB} + t_{ПЗ} + t_B + t_K + t_3 + t_{CY};$$

$t_{1\Pi}^{ПП}$ – время, затрачиваемое на один автомобиль после его транспортирования,

$$t_{1\Pi}^{ПП} = t_T + t_{CY} + t_3;$$

$t_{1\Pi}^{\Pi}$ – время, затрачиваемое на транспортирование $(n-1)$ автомобилей,

$$t_{1\Pi}^{\Pi} = \sum_{k=1}^{n-1} t_{1\Pi k}^{\Pi} = \sum_{k=1}^{n-1} \left(2 \frac{V}{a} + \frac{k \cdot h - V^2/a}{V} \right), \quad (8)$$

где V – скорость подъема / спуска автомобилей, м/с;

a – ускорение разгона / торможения тягового органа, м/с²;

h – разность уровней гаражного комплекса, м;

n – число этажей гаражного комплекса, обслуживаемых подъемником.

Среднее время, затрачиваемое АПЭТ на перегрузку одного автомобиля, равно

$$t_{1\Pi} = T_{1\Pi} / (n-1). \quad (9)$$

2) Автомобильный подъемник лифтового типа.

Время, затрачиваемое АПЛТ на перегрузку очереди из $(n-1)$ автомобилей, равно

$$T_{2\Pi} = (n-1)(t_{2\Pi}^{ДП} + t_{2\Pi}^{ПП} + t_{2\Pi}^{ПС}) + 2 \times t_{2\Pi}^{\Pi}.$$

Здесь

$t_{2\Pi}^{ДП}$ – время, затрачиваемое на один автомобиль до его транспортирования,

$$t_{2\Pi}^{ДП} = t_{PO} + t_{Ш} + t_{PB} + t_{ПЗ} + t_B + t_K + t_3 + t_{CY};$$

$t_{2\Pi}^{ПП}$ – время, затрачиваемое на один автомобиль после его транспортирования,

$$t_{2\Pi}^{ПП} = t_T + t_{CY} + t_3 + t_{PB} + t_B + t_{PO} + t_3 + t_{CY};$$

$t_{2\Pi}^{ПС}$ – продолжительность этапов, отрабатываемых после спуска пустой кабины,

$$t_{2\Pi}^{ПС} = t_T + t_{CY} + t_3;$$

$t_{2\Pi}^{\Pi}$ – время, затрачиваемое на транспортирование $(n-1)$ автомобилей,

$$t_{2\Pi}^{\Pi} = \sum_{k=1}^{n-1} t_{2\Pi k}^{\Pi} = \sum_{k=1}^{n-1} \left(2 \frac{V}{a} + \frac{k \cdot h - V^2/a}{V} \right). \quad (10)$$

Среднее время, затрачиваемое АПЛТ на перегрузку одного автомобиля, равно

$$t_{2\Pi} = T_{2\Pi} / (n-1). \quad (11)$$

Выражения (9) и (11) применимы, в частности, при определении по формуле (7) производительности подъемников.

4. Пример

На основе изложенных выше алгоритмов построим зависимости производительности вариантов подъемников и затрат на их приобретение и установку, приходящихся на одно место хранения, от этажности обслуживаемых ими гаражных комплексов.

Для вариантов подъемников примем следующие исходные данные (значения для стоимости приведены в рублях):

АПЭТ – $N_U=1$; $S_U=50$; $S_{MX}=14,3$; $C_{III}^{IV}=800000$; $C_O^A=1000000$; $C_{НП}=90000$; $C_D=20000$; $C_{ТО}=6000$; $C_K=2000$; $C_{МК}=40000$; $K_{ДУ}=1,30$; $V=0,35$; $a=0,2$; $h=3,2$; $T_B=2$;

АПЛТ – $N_U=2$; $S_U=25$; $S_{MX}=14,3$; $C_{III}^{IV}=800000$; $C_O^A=1200000$; $C_{ЭТ}=70000$; $K_{ДУ}=1,22$; $V=1,00$ [4]; $a=0,3$; $h=3,2$; $T_B=2$.

Подстановка исходных данных и данных из таблицы 1 в уравнения (9), (11) дает средние значения времени $t_{П}$, затрачиваемого на перегрузку одного автомобиля автомобильными подъемниками элеваторного и лифтового типов (рис. 3). Из графика видно, что АПЭТ при обслуживании гаражных комплексов малой этажности в среднем затрачивает меньше времени, чем АПЛТ, и чем меньше их этажность, тем эффективнее АПЭТ.

Рисунок 3 – Зависимость среднего значения времени $t_{П}$, затрачиваемого на перегрузку одного автомобиля, для различных автомобильных подъемников от этажности N гаражного комплекса надземного типа

Подставив данные о времени $t_{П}$ (рис. 3) в формулу (7), построим графики изменения производительности подъемников в зависимости от этажности ГК (рис. 4). В режиме обслуживания

подъемниками (рис. 1) двух очередей автомобилей наибольшую производительность обеспечивает АПЭТ. Например, в шестиэтажном ГК, работающем в таком режиме, АПЭТ превосходит АПЛТ по производительности в 1,3 раза. Производительность АПЛТ выше (чем у АПЭТ) при обслуживании обеими ветвями одной очереди автомобилей (кривая «АПЛТ_ДВ» на рис. 4). При обслуживании подъемниками двух очередей (на въезд и выезд) суммарная производительность подъемников лифтового типа приблизительно будет соответствовать кривой «АПЛТ_ДВ» на рис. 4, а производительность АПЭТ возрастет в 2 раза, что приведет к смещению кривой «АПЭТ» на рис. 4 вверх.

Рисунок 4 – Зависимость производительности подъемников от этажности ГК надземного исполнения при обслуживании одной очереди автомобилей: «АПЭТ» – обслуживание очереди с использованием АПЭТ, «АПЛТ_ОВ» – очередь обслуживается одной ветвью АПЛТ, «АПЛТ_ДВ» – очередь обслуживается двумя ветвями АПЛТ

По формуле (1) определим уровень затрат C_U^{1M} для различных вариантов подъемников (рис. 5). Учтена зависимость значений параметра N_M от производительности подъемников (рис. 4).

Рисунок 5 – Зависимость затрат C_u^{1M} от этажности ГК

Из графика на рис. 5 видно, что затраты на приобретение и установку вариантов подъемников, приходящиеся на одно место хранения, не одинаковы. При небольшой высоте обслуживаемого ими ГК соотношение затрат принимает наибольшие значения. Например, для трехэтажного исполнения ГК затраты C_u^{1M} на установку двух АПЛТ почти в 1,9 раза выше затрат на один АПЭТ.

5. Подземно-надземное исполнение гаражного комплекса

Проанализируем теперь случаи установки сравниваемых подъемников при подземно-надземном исполнении ГК (рис. 6), при котором существенно расширяются возможности АПЭТ. При выполнении одной парковочной операции возможно одновременное транспортирование до четырех автомобилей (рис. 6, а), поскольку обе ветви подъемника, работая на загрузку либо разгрузку ГК, могут вместе одновременно обслуживать одну очередь автомобилей. Буквами «а» и «в» обозначены уровни ГК с местами хранения, обслуживаемыми подъемником, буквой «б» – загрузочный уровень ГК с местами хранения для крупногабаритных автомобилей, не обслуживаемыми подъемником. В АПЭТ (рис. 6, а) вновь прибывшие автомобили 2 и 3 перемещаются на уровни (а) и (в) со свободными местами хранения, а покидающие стоянку автомобили 1 и 4 – на загрузочный уровень (б).

Рисунок 6 – Схемы автомобильных подъемников элеваторного (а) и лифтового (б) типов (фронтальный вид), обслуживающих подземно-надземные варианты конструктивного исполнения ГК: 1 – здание ГК, 2 – автомобиль, 3 – несущая платформа (кабина), 4 – геометрия трассы тягового органа

Предположим, что исследуемые подъемники обслуживают одну очередь автомобилей, что характерно в утреннее и вечернее время для гаражных комплексов, расположенных в жилых массивах либо вблизи деловых комплексов. В таком случае АПЭТ, за счет известных преимуществ (рис. 3), в отличие от АПЛТ, может дополнительно обслуживать автомобили, следующие в противоположном направлении. Преимущества АПЭТ перед АПЛТ раскрываются в полной мере при обслуживании ими разнонаправленных потоков автомобилей. АПЭТ, в отличие от АПЛТ (рис. 1, б), в среднем совершает одну парковочную операцию за меньшее время (рис. 3) и при этом АПЭТ способен перевозить вдвое больше автомобилей (рис. 6). Зависимость производительности вариантов подъемников от этажности ГК в таких случаях примет вид, показанный на рис. 7.

Рисунок 7 – Зависимость производительности вариантов подъемников от этажности гаражного комплекса надземно-подземного исполнения при обслуживании одной очереди автомобилей: «АПЭТ» – обслуживание очереди автомобилей с использованием АПЭТ, «АПЛТ_ОВ» – очередь обслуживается одной ветвью АПЛТ, «АПЛТ_ДВ» – очередь обслуживается двумя ветвями АПЛТ

При обслуживании одной очереди автомобилей в надземно-подземном варианте конструктивного исполнения ГК автомобильный подъемник элеваторного типа имеет существенное преимущество в производительности по сравнению с двумя подъемниками лифтового типа рис. 7. Преимущество АПЭТ увеличивается при обслуживании подъемниками двух очередей автомобилей (на въезд и выезд): суммарная производительность АПЛТ остается на уровне, которому соответствует кривая «АПЛТ_ДВ» на рис. 7, а производительность АПЭТ возрастает в два раза, что приводит к смещению кривой «АПЭТ» на рис. 7 вверх. Производительность может достигать 300 автомобилей в час. Таким образом, например, при обслуживании двух очередей в трехэтажном варианте ГК АПЭТ по производительности при определенных условиях может превзойти АПЛТ в 3,0 раза. С увеличением этажности ГК разрыв уменьшается (в десятиэтажном варианте ГК производительность АПЭТ выше в 2,5 раза).

Заключение

В работе проанализированы два варианта автомобильных подъемников и определена область, в пределах которой целесообразно применение подъемника элеваторного типа новой конструкции вместо традиционного АПЛТ. По результатам работы сделаны следующие выводы.

1) Применение АПЭТ особенно эффективно в гаражных комплексах подземно-надземного типа с относительно большими потоками автотранспорта. Наибольшая эффективность достигается

при внедрении подъемника в ГК, работающий с распределенной в течение дня нагрузкой (вблизи аэропортов, вокзалов, гостиниц, медицинских учреждений, торговых центров и тому подобные объекты). Установка двух АПЛТ (рис. 1, б) целесообразна в гаражных комплексах с нераспределенной нагрузкой (вблизи административных зданий, офисных и выставочных центров, жилых комплексов и подобные им объекты). Наибольшая эффективность АПЭТ обеспечивается также при равенстве числа уровней ГК над загрузочным уровнем и под ним.

2) Установлено, что в надземном исполнении ГК небольшой высоты преимущества АПЛТ, обеспечивающего более высокие скорости транспортирования, незначительны: для трехэтажного исполнения ГК выигрыш во времени составляет около 10 % от значения среднего времени, затрачиваемого подъемником на перегрузку одного автомобиля. При обслуживании подъемниками ГК большой этажности преимущества АПЛТ проявляются в большей степени. Выигрыш во времени, например, в восьмиэтажном исполнении ГК достигает уже 42 %.

3) Полученные средние значения времени на перегрузку одного автомобиля (рис. 3) справедливы при равномерном распределении автомобилей между уровнями ГК надземного типа. Однако на практике обслуживание длинной очереди автомобилей на подъем будет производиться до ближайших уровней со свободными местами хранения, за счет чего превосходство АПЭТ над АПЛТ по производительности станет еще значительнее. При непиковых нагрузках автомобили следует равномерно распределять между верхними уровнями ГК.

4) Работу АПЭТ с несколькими очередями автомобилей в ГК следует организовывать следующим образом: подлежащий хранению автомобиль перевозится на уровень, где в ожидании несущей платформы находится другой автомобиль, покидающий гаражный комплекс.

5) В трехуровневом ГК надземного типа производительность рассматриваемых вариантов подъемников, обслуживающих две очереди автомобилей (на въезд и выезд), будет одинакова при скорости транспортирования АПЭТ равной 0,12 м/с, АПЛТ – 1,00 м/с.

Литература

1. Гнездилов С.Г. Напряжённо-деформированное состояние металло-конструкции автомобильного подъёмника элеваторного типа при различных сочетаниях нагрузок // Наука и образование: электронное научно-техническое издание. 2011. № 6 (<http://technomag.edu.ru/doc/192130.html>).

2. Suk Lee, Ji Soo Kim, Hark Hwang. A minimum cost design for tower parking systems / The Second Asia Pacific Conference on Industrial Engineering and Management Sys. Kanazawa, Okt. 30-31, 1999. P. 353–356.

3. Гаражи. Проектирование и строительство / Б. Андерсен [и др.]; Под ред. О. Силла; Пер. с нем. Е. Ш. Фельдмана; Под ред. Г. Е. Голубева. М.: Стройиздат, 1986. 391 с.

4. Immer an der Wand lang. Vergleich Parksafe LP 580 mit Paternoster MG 450 / Die Parkluecke, Nr. 16/1996. S. 7.

Comparison of rotary parking lifts with ordinary parking lifts

08, August 2012

DOI: [10.7463/0812.0434708](https://doi.org/10.7463/0812.0434708)

Gnezdilov S.G.

Россия, МГТУ им. Н. Э. Баумана

gnezdilow@mail.ru

The article covers a comparative performance analysis of ordinary parking lifts and rotary parking lifts, taking into consideration calculation of expenditures: purchasing and installation per one parking place. Two types of parking lifts were considered: a rotary parking lift and a parking lift with two cabins. Main stages of their operation were emphasized. Based on the results of this work, conclusions re efficient use of rotary parking lift were made.

Publications with keywords: [comparative analysis](#), [rotary parking lift](#), [mechanical parking loss](#)

Publications with words: [comparative analysis](#), [rotary parking lift](#), [mechanical parking loss](#)

References

1. Gnezdilov S.G. Napriazhenno-deformirovannoe sostoianie metallokonstruktsii avtomobil'nogo pod'emnika elevatornogo tipa pri razlichnykh sochetaniyakh nagruzok [Structural strain in metalwork of rotary parking lift under different combinations of loads]. *Nauka i obrazovanie MGTU im. N.E. Bauman* [Science and Education of the Bauman MSTU], 2011, no. 6. Available at: <http://technomag.edu.ru/doc/192130.html>.
2. Suk Lee, Ji Soo Kim, Hark Hwang. A minimum cost design for tower parking systems. *The Second Asia Pacific Conference on Industrial Engineering and Management Systems*. Japan, Kanazawa, Okt. 30-31, 1999, pp. 353–356.
3. Andersen B., Bentfel'd G., Beneke P., et al. *Garazhi. Proektirovanie i stroitel'stvo* [Garages. Design and construction]. Transl. from German. Moscow, Stroiizdat, 1986. 391 p.
4. Immer an der Wand lang. Vergleich Parksafes LP 580 mit Paternoster MG 450. *Die Parkluecke*, 1996, no. 16, p. 7. In German.