

УДК 621.876

**Т. В. ЛУЦКО**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ВЛИЯЮЩИХ НА РАЦИОНАЛЬНЫЙ ВЫБОР АВТОГИДРОПОДЪЕМНИКОВ**

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы, связанные с повышением эффективности применения автогидроподъемников на строительном объекте. Определены основные тенденции развития данной грузоподъемной техники. Приведена классификация автогидроподъемников в зависимости от вида рабочего (стрелового) оборудования. В качестве объектов исследования приняты три типа подъемника: коленчатый, телескопический и коленчато-телескопический. Для оценки эффективности автогидроподъемников определялись следующие параметры: показатель оценки материалоемкости высоты подъема; обобщенный показатель материалоемкости, энергоемкости и зоны обслуживания; удельная производительность. Проведен сравнительный анализ результатов расчета коэффициентов грузовой устойчивости для рассматриваемых трех типов автогидроподъемников. На основании проведенных исследований определен наиболее эффективный тип конструкции автогидроподъемника. Таким образом, в статье обоснованы рекомендации по рациональному выбору автогидроподъемников на основании оценки их показателей.

**Ключевые слова:** автогидроподъемник, высота подъема, зона обслуживания, масса, показатель эффективности, устойчивость.

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Автогидроподъемники широко используются при монтаже, обслуживании и ремонте линий электропередач, осветительных систем, выполнении различных фасадных работ и т. д. При расширении их геометрических и массовых параметров возникает проблема рационального выбора подъемника под конкретный объект строительства. В связи с чем является актуальным анализ и оценка показателей, определяющих эффективность эксплуатации подъемников.

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Опыт эксплуатации подъемников показывает [1, 2], что в последнее время выпускаются подъемники, отличающиеся большим разнообразием конструктивного исполнения рабочего оборудования, при этом увеличиваются их основные параметры: высота подъема, вылет и грузоподъемность. Проанализируем и систематизируем показатели, влияющие на выбор той или иной модификации автогидроподъемника.

Согласно проведенным ранее исследованиям установлено, что для оценки эффективности применения строительной техники может быть использована система показателей эффективности [3–6], среди которых основными являются: производительность; удельная производительность, удельная металлоемкость (материалоемкость), удельная энергоемкость, показатели оценки энерго- и материалоемкости.

Кроме перечисленных показателей, для подъемника важна оценка его устойчивости против опрокидывания. Поскольку с увеличением высоты подъема и вылета стрелового оборудования, что несмотря на безусловно положительный фактор для эксплуатационных возможностей машины, снижается ее устойчивость, что, в свою очередь, снижает эффективность применения данной техники. Например, вносит ограничения по грузоподъемности либо возникает необходимость по увеличению опорного контура рассматриваемого типа машин.

**Целью** исследования является оценка показателей эффективности автогидроподъемников, определяющих их рациональное использование на строительном объекте.

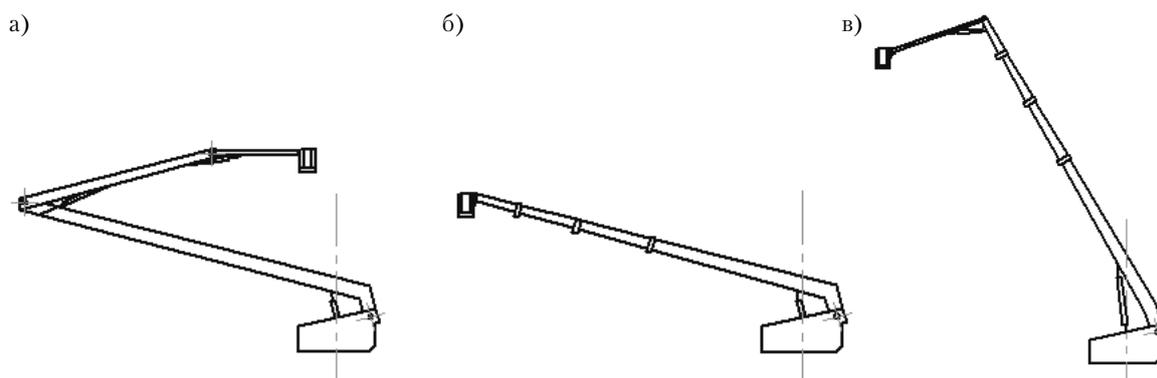
### ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Разнообразие рабочего оборудования рассматриваемой грузоподъемной техники можно привести к двум типам:

- 1) автовышки телескопические для вертикального подъема;
- 2) автогидроподъемники для наклонного движения.

Второй тип подъемников в зависимости от рабочего (стрелового) оборудования делится на:

- 1) коленчатые (шарнирно-сочлененные) (рисунок 1а);
- 2) телескопические (рисунок 1б);
- 3) коленчато-телескопические (шарнирно-телескопические) (рисунок 1в).



**Рисунок 1** – Разновидности автогидроподъемников в зависимости от рабочего (стрелового) оборудования: а) коленчатый; б) телескопический; в) коленчато-телескопический.

В настоящее время основная тенденция развития автогидроподъемников – увеличение высоты подъема. Самая большая высота подъема у автогидроподъемников, выпускаемых в России и странах СНГ – 50 м, которую обеспечивает коленчатый подъемник АКП-50 на базе КАМАЗ-6540 российского предприятия ОАО «Пожтехника» (Тверская обл., г. Торжок) [1, 2]. Среди зарубежных наиболее известный производитель высотных подъемников – это финская компания Bronto Skylift, которая в 2010 г. выпустила автогидроподъемник S112HLA, у которого максимальная высота подъема 112 м, грузоподъемность 500 кг, на высоте 90 м вылет достигает 26 м. При этом собственная масса подъемника АПП 112 HLA небольшая – всего 75–77 т [1].

Увеличение высоты подъема влечет за собой расширение зоны обслуживания подъемника. В связи с тем, что рабочее (стреловое) оборудование может иметь различную конфигурацию, проанализируем параметры автогидроподъемников с тремя разновидностями рабочего оборудования: коленчатым, телескопическим и коленчато-телескопическим, изображенным соответственно на рисунке 1а, б и в. Для этого будем использовать систему показателей, представленных в работах [3–6]: показатель оценки материалоемкости высоты подъема, обобщенный показатель материалоемкости, энергоемкости и зоны обслуживания, удельная производительность.

Показатель оценки материалоемкости высоты подъема, кг/м:

$$P_m = \frac{m_{\text{под}}}{H} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где  $m_{\text{под}}$  – масса подъемника, кг;  
 $H$  – максимальная высота подъема, м.

Обобщенный показатель материалоемкости, энергоемкости и зоны обслуживания, кг кВт/м<sup>4</sup>:

$$P_{mNS} = \frac{m_{\text{под}} N}{S^2} \rightarrow \min, \quad (2)$$

где  $S$  – площадь зоны обслуживания подъемником (очерчивается стреловым оборудованием, высотные характеристики на рис. 2), м<sup>2</sup>.

Удельная производительность, кг/(кг ч):

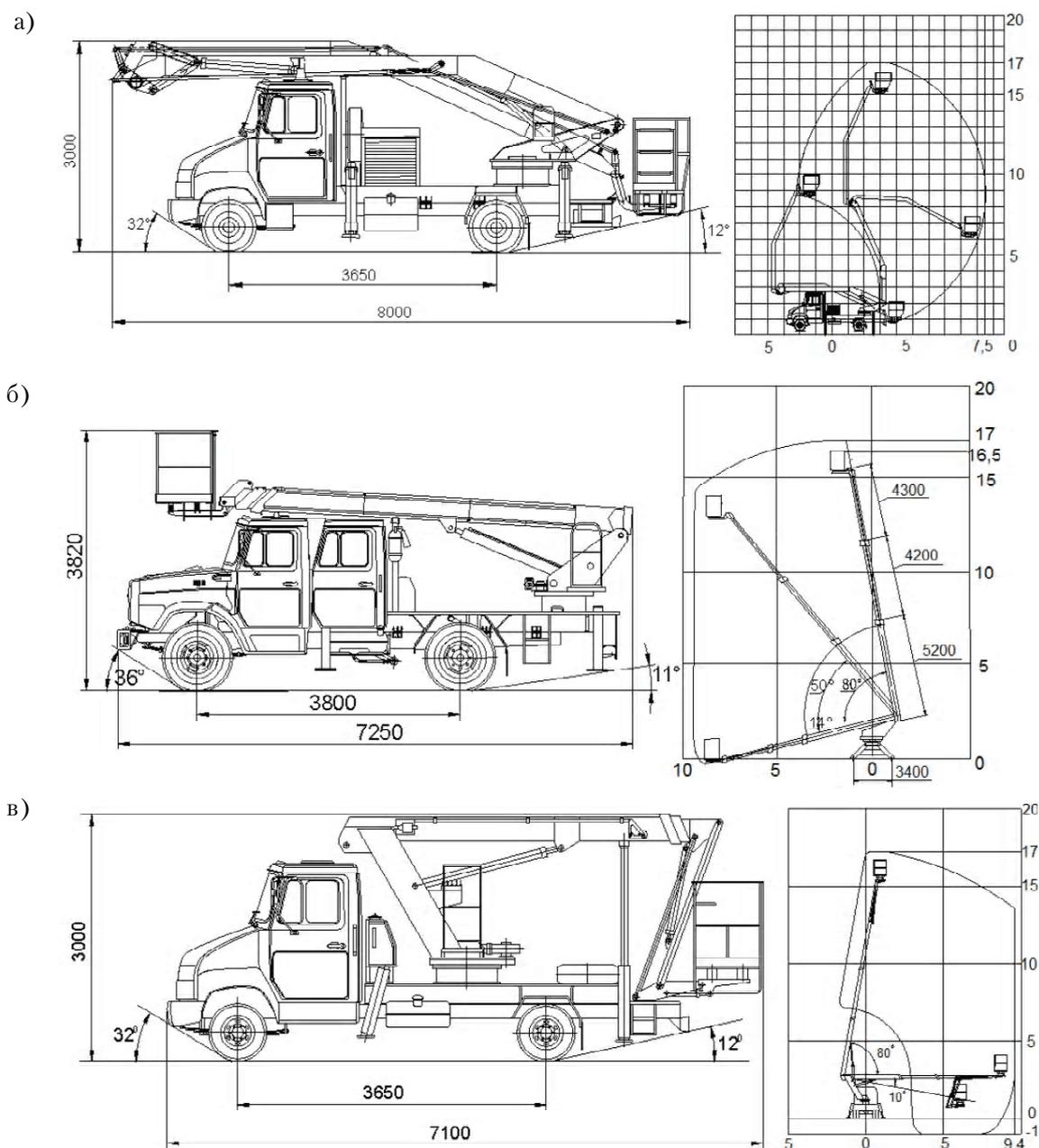
$$P_{уд} = \frac{Q}{m_{под} \cdot t_{ц}} \rightarrow \max, \quad (3)$$

где  $Q$  – грузоподъемность, кг;

$t_{ц}$  – продолжительность рабочего цикла подъемника, ч.

Рассмотрим решение задачи оценки показателей подъемников в следующем виде: даны три подъемника с соответствующими зонами обслуживания, грузоподъемностью и временем подъема люльки на максимальную высоту, необходимо выбрать подъемник с наиболее эффективными показателями.

На рисунке 2 изображены три автогидроподъемника с максимальной высотой подъема 17 м: коленчатый ПКА-17, телескопический АПТ-17 и коленчато-телескопический ПАРТ-17, выпускаемые

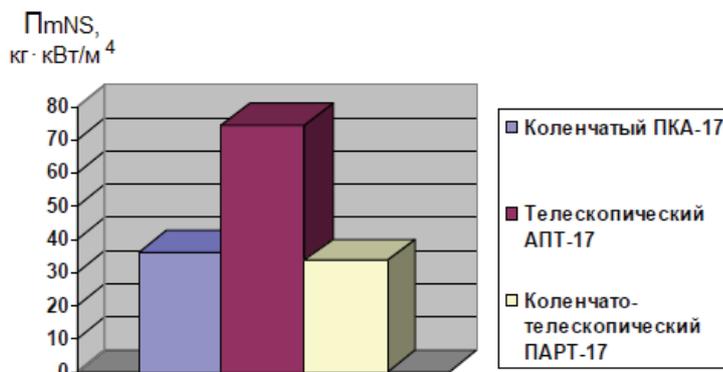


**Рисунок 2** – Автогидроподъемники с максимальной высотой подъема 17 м, выпускаемые ОАО «Пожтехника» [2]: а – коленчатый ПКА-17 с зоной обслуживания; б – телескопический АПТ-17 с зоной обслуживания; в – коленчато-телескопический ПАРТ-17 с зоной обслуживания.

ОАО «Пожтехника» [2]. На рисунке 2 также представлены их зоны обслуживания. В таблице представлены их технические характеристики и результаты расчета показателей эффективности.

**Таблица** – Технические характеристики и показатели эффективности автогидроподъемников высотой подъема 17 м

Наименование показателей	Коленчатый ПКА-17	Телескопический АПТ-17	Коленчато- телескопический ПАРТ-17
Шасси	ЗИЛ-5301 (4×2)	ЗИЛ-433362 (4×2)	ЗИЛ-5301 (4×2)
Мощность двигателя, $N$ , кВт	80	110	80
Максимальная скорость передвижения, $v$ , км/ч	85	90	85
Высота подъема люльки, $H$ , м	17	17	17
Грузоподъемность люльки, $Q$ , кг	300	300	200
Вылет, м	7	8,5	9
Угол поворота стрелы, $\alpha$ , град.	370°	370°	370°
Масса полная, $m_{пол}$ , кг	6 000	8 000	6 000
Габаритные размеры, м	8,0×2,5×3,0	7,25×2,50×3,82	7,1×2,5×3,0
Зона обслуживания, $S$ , м <sup>2</sup>	115,4	108,6	119,5
Показатель оценки материалоемкости высоты подъема, $P_m$ , кг/м	352,9	470,6	352,9
Обобщенный показатель материалоемкости, энергоемкости и зоны обслуживания, $P_{mNS}$ , кг·кВт/м <sup>4</sup>	36,0	74,6	33,6
Удельная производительность, $P_{уд}$ , кг/(кг·ч)	1,8	1,25	1,2



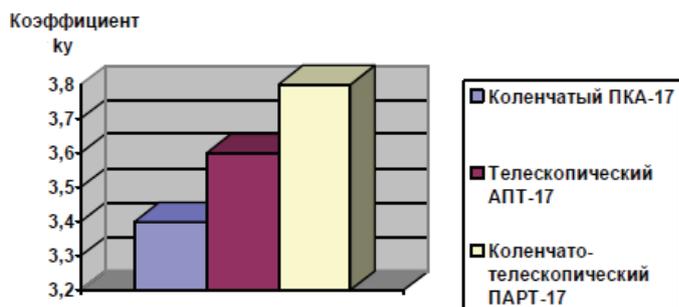
**Рисунок 3** – Гистограмма показателя материалоемкости, энергоемкости и зоны обслуживания для автогидроподъемников высотой подъема 17 м.

При этом зона обслуживания у коленчато-телескопического подъемника ПАРТ-17 максимальная. Однако удельная производительность данного подъемника приняла наименьшее значение, связано это с его наименьшей грузоподъемностью 200 кг в отличие от сравниваемых подъемников других типов грузоподъемностью 300 кг. Поэтому в качестве рекомендации следует предложить увеличить скорость подъема люльки по сравнению с другими подъемниками данного класса, чтобы повысить данный показатель.

Выполнен анализ коэффициентов грузовой устойчивости подъемников, как одного из факторов, влияющих на эффективность эксплуатации данных грузоподъемных машин. Опорный контур у всех рассматриваемых подъемников приблизительно одинаковый. Поскольку изначально меньшая грузоподъемность из рассматриваемых автогидроподъемников у коленчато-телескопического подъемника ПАРТ-17, то естественно с учетом устойчивости данный подъемник оказывается наиболее устойчивым. Коэффициенты грузовой устойчивости проверялись на максимальном вылете при

На рисунке 3 представлена гистограмма показателя материалоемкости, энергоемкости и зоны обслуживания  $P_{mNS}$  для рассматриваемых подъемников.

Проанализировав значения показателей, можно сделать вывод о наиболее эффективном подъемнике – это коленчато-телескопический подъемник ПАРТ-17, у которого показатель оценки материалоемкости высоты подъема принял наименьшее значение наряду с коленчатым подъемником ПКА-17, а значение показателя материалоемкости, энергоемкости и зоны обслуживания получился минимальным среди рассматриваемых подъемников.



**Рисунок 4** – Значения коэффициентов грузовой устойчивости  $k_y$  автогидроподъемников высотой подъема 17 м.

таллоконструкции стрелового оборудования. Значения коэффициентов устойчивости получились завышенными, однако в данном анализе не рассматривалась собственная устойчивость, что может внести коррекцию в общий анализ устойчивости подъемников. Кроме этого, повышение грузоподъемности с 200 кг до 250 кг приводит к существенному падению устойчивости – на 20%. Поэтому на данном этапе ограничимся только сравнением результатов расчета грузовой устойчивости для рассматриваемых типов подъемников.

Таким образом, на основании проведенного анализа оценки показателей эффективности потребителю по техническим характеристикам стоит остановить свой выбор на колесчато-телескопическом подъемнике ПАРТ-17. Окончательно выбор производится после экономических расчетов и определения стоимости машины.

Таким образом, определены основные показатели эффективности автогидроподъемников, по которым предлагается осуществлять их выбор.

## ВЫВОДЫ

Проанализированы конструктивные особенности стрелового оборудования автогидроподъемников. Рассмотрены основные тенденции развития данной грузоподъемной техники.

Основные показатели, которые рекомендуются использовать при рациональном выборе автогидроподъемника:

- 1) показатель оценки материалоемкости высоты подъема  $P_m$ ;
- 2) показатель материалоемкости, энергоемкости и зоны обслуживания  $P_{mNS}$ ;
- 3) удельная производительность;
- 4) коэффициенты устойчивости.

Проведен численный анализ показателей эффективности, а также расчет грузовой устойчивости автогидроподъемников с высотой подъема 17 м и тремя видами стрелового оборудования: колесчатого ПКА-17, телескопического АПТ-17 и колесчато-телескопического ПАРТ-17. На основании полученных результатов рекомендуется выбирать колесчато-телескопический подъемник ПАРТ-17.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Протасов, Н. Автогидроподъемники – спецтехника широкого профиля [Текст] / Н. Протасов // Основные средства. – 2017. – № 6. – С. 2–5.
2. Строительные и коммунальные автоподъемники [Электронный ресурс] // ОАО «Пожтехника». – Торжок : [б. и.], 2018. – Электрон. дан. – Режим доступа : <http://www.pozhtehnika.ru/comm.php>. – Загл. с экрана.
3. Луцько, Т. В. Анализ эффективности применения дополнительной стрелы в подъемнике гидравлическом ПГ-22.11 [Текст] / Т. В. Луцько // Механизация строительства. – 2015. – № 3. – С. 30–32.
4. Хмара, Л. А. Оценка эффективности телескопического рабочего оборудования одноковшового гидравлического экскаватора [Текст] / Л. А. Хмара // Строительство, материаловедение, машиностроение. – 2002. – Вып. 15.4.2. – С. 143–150.
5. Хмара, Л. А. Телескопическое рабочее оборудование гидравлического экскаватора и оценка его эффективности [Текст] / Л. А. Хмара, О. А. Дахно // Строительные и дорожные машины. – 2013. – № 11. – С. 8–11.
6. Улитич, О. Ю. Методика расчёта оптимальных параметров одноковшовых фронтальных погрузчиков на основе анализа системы показателей эффективности [Электронный ресурс] / О. Ю. Улитич // Электронное

издание СДМ – Строительные дорожные машины и техника. – [Б. м. : ПО «Стройтехника»], [2007]. – Режим доступа: <http://sdm.str-t.ru/publics/101/>. – Загл. с экрана.

Получено 11.10.2018

Т. В. ЛУЦЬКО  
АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА РАЦІОНАЛЬНИЙ ВИБІР  
АВТОГІДРОПІДЙОМНИКІВ  
ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»

**Анотація.** У статті розглядаються питання, пов'язані з підвищенням ефективності застосування автогідропідійомників на будівельному об'єкті. Визначено основні тенденції розвитку даної вантажопідійомної техніки. Наведено класифікацію автогідропідійомників за видом робочого (стрілового) обладнання. За об'єкти дослідження прийняті три типи підйомника: колінчастий, телескопічний і колінчасто-телескопічний. Для оцінки ефективності автогідропідійомників визначалися наступні параметри: показник оцінки матеріалоемності висоти підйому; узагальнений показник матеріалоемності, енергоемності і зони обслуговування; питома продуктивність. Проведено порівняльний аналіз результатів розрахунку коефіцієнтів вантажної стійкості для розглянутих трьох типів автогідропідійомників. На підставі проведених досліджень визначено найбільш ефективний тип конструкції автогідропідійомника. Таким чином, у статті обґрунтовано рекомендації щодо раціонального вибору автогідропідійомників на основі оцінки їх показників.

**Ключові слова:** автогідропідійомник, висота підйому, зона обслуговування, маса, показник ефективності, стійкість.

TATYANA LUTSKO  
ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE RATIONAL CHOICE OF  
HYDRAULIC LIFTS  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** The article deals with issues related to improving the efficiency of hydraulic lifts at the construction site. The basic tendencies of development of this load-lifting equipment are defined. The classification of hydraulic lifts depending on the type of working (boom) equipment is determined. Three types of lift are accepted as objects of research: cranked, telescopic and cranked-telescopic. To assess the effectiveness of hydraulic lifts, the following parameters were determined: the indicator of assessment of material capacity of the lifting height; the generalized indicator of material capacity, energy intensity and service area; specific productivity. A comparative analysis of the calculation results of the load stability coefficients for the three types of hydraulic lifts is carried out. On the basis of the carried out researches the most effective type of a design of a hydraulic lift is defined. Thus, the article is substantiated the recommendations for the rational choice of hydraulic lifts based on the assessment of their performance.

**Key words:** hydraulic lift, lifting height, service area, weight, factor of efficiency, stability.

**Луцко Татьяна Васильевна** – кандидат технических наук, доцент кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, технологических машин и оборудования ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: статика и динамика грузоподъемных кранов.

**Луцько Тетяна Василівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, технологічних машин та обладнання ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ». Наукові інтереси: статика і динаміка вантажопідійомних кранів.

**Lutsko Tatyana** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor; Technical Exploitation and Service of Automobiles, Technological Machines and Equipment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: static's and dynamics of lifting cranes.