

**УДК: 625.08**

## **КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВИЛОЧНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ**

Семенов Д.А.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет  
(СПБГАСУ), Россия, Санкт-Петербург, e-mail: [rector@spbgasu.ru](mailto:rector@spbgasu.ru)

**В нижеописанном материале приведены современные тенденции развития вилочных погрузчиков; рассмотрена классификация; приведена статистика по эксплуатации электрических погрузчиков в России; выполнен обзор существующих погрузчиков с измененной конструкцией как отечественного, так и зарубежного рынка; предложена новая экономически эффективная модернизированная модель вилочного погрузчика. В завершающей части подведены выводы о проделанной исследовательской работе. В качестве методов исследования применялись: анализ, синтез, мысленное моделирование, сравнение. Исследовательская работа включает в себя информацию как отечественных источников, так и зарубежных. Новая модель погрузчика имеет шанс на существование, при этом новинка может быть интересна как европейским потребителям, так и американским.**

**Ключевые слова:** вилочный погрузчик, конструкция, подъемно-транспортные машины, безопасность, модернизация, усовершенствование.

## **CONSTRUCTION FEATURES OF FORKLIFTS**

**Semenov D.A.**

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPBGASU), Russia,  
Saint Petersburg, e-mail: [rector@spbgasu.ru](mailto:rector@spbgasu.ru)

**The material below discusses the current trends in the development of forklift trucks; the classification is considered; provides statistics on the operation of electric forklifts in Russia; a review of existing loaders with a modified design of both domestic and foreign markets has been performed; a new cost-effective forklift model is proposed. The final part summarizes the conclusions about the research work done. The following research methods were used: analysis, synthesis, mental modeling, comparison. The research work includes information from both domestic and foreign sources. The new model of the loader has a chance to exist, while the new product may be of interest to both European consumers and American ones.**

**Key words:** forklift, construction, hoisting-and-transport machines, safety, modernization, improvement.

Современное развитие техники не стоит на месте. Электрические двигатели, альтернативное топливо, системы безопасности и видеофиксации, искусственный интеллект – все это уже не является чем-то сказочным, а постепенно входит в нашу жизнь.

Любая отрасль машиностроения развивается по своему пути в соответствии со своей тенденцией и потребностью. Вилочные погрузчики не являются исключением.

Сам по себе погрузчик является уникальной машиной, без которой работа на складских помещениях была бы очень сильно осложнена. Как правильно, техника обладает довольно простой конструкцией, легкостью в управлении и хорошей маневренностью, что делает машину вне конкуренции над остальными подъемно-транспортными машинами при работе в узких помещениях и проходах.

Вилочные погрузчики классифицируют по нескольким признакам [1]:

- ✓ Грузоподъемность
- ✓ Тип силовой установки
- ✓ Тип ходового оборудования
- ✓ Тип компоновочной схемы
- ✓ Тип управления

Существуют и другие классификации, но вышеописанная является основной. Чаще всего в складских помещениях используются погрузчики грузоподъемностью до 1,5 т. По силовой установке востребованными сейчас на рынке остаются как газобензиновые машины, так и электрические. Первые могут спокойно работать при отрицательных температурах и расходы на топливо значительно малы по сравнению с дизельными двигателями или полностью бензиновыми [1].

Вторые же работают практически бесшумно, не загрязняя складское помещение выхлопными газами, а расходы на топливо

экономически выгодно заменяются затратами лишь на зарядку аккумуляторов [1].

Что касается компоновочной схемы, то на данный момент известно три вида вилочных погрузчиков: штабелеры, вилочные погрузчики с противовесом и погрузчики, имеющие высоту подъема мачты до 3,5 м.

По типу управления погрузчики бывают пилотные и беспилотные. При этом именно тенденция автоматизированного управления и дает толчок к созданию погрузчиков с измененной конструкцией. Но обо всем по порядку.

Базовая конструкция вилочного погрузчика представлена на Рисунке 1. Основными элементами погрузчика являются вилы, мачта, грузовая каретка и двигатель. Двигатель является основной силовой установкой, за счет которой погрузчик и выполняет свои функциональные задачи. Стоит отметить, что в электрическом погрузчике установлено два двигателя. Один отвечает за рабочее оборудование, а второй – за движение колес и их поворот. Наклон, подъем и опускание мачты регулируется гидроцилиндрами, а за движение каретки отвечает цепная передача [1,2].



Рис 1. Конструктивная схема вилочного погрузчика

Принцип работы погрузчика заключается в следующем: машина перемещается с помощью силового потока энергии, который

передается от двигателя через гидротрансформатор на колеса. Поворотные колеса находятся на задней оси машины, такая компоновка позволяет разворачиваться практически на одном месте. Оператор, подъезжая к нужному паллету, цепляет его вилами, а затем с помощью цилиндров поднимает груз на небольшую высоту и совместно с ним передвигается к месту разгрузки. Для удобства захвата у машины сделана подвижная каретка, которая позволяет смещать вилы при этом не поворачивая погрузчик. Так же мачта с вилой может спокойно отклоняться на небольшой угол от вертикали. За этот процесс отвечает гидроцилиндр наклона [2].

В машине предусмотрена система безопасности и видеофиксации, которая помогает оператору в навигации и подъеме/опускании вил, не покидая при этом пространство кабины.

На данный момент все больше европейских и отечественных предприятий выбирают в качестве основной машины именно погрузчик с электрическим двигателем. На Рисунке 2 представлена диаграмма за 2019-2020 г., которая показывает, а какие производители в нашей стране пользуются спросом у потребителей [3].

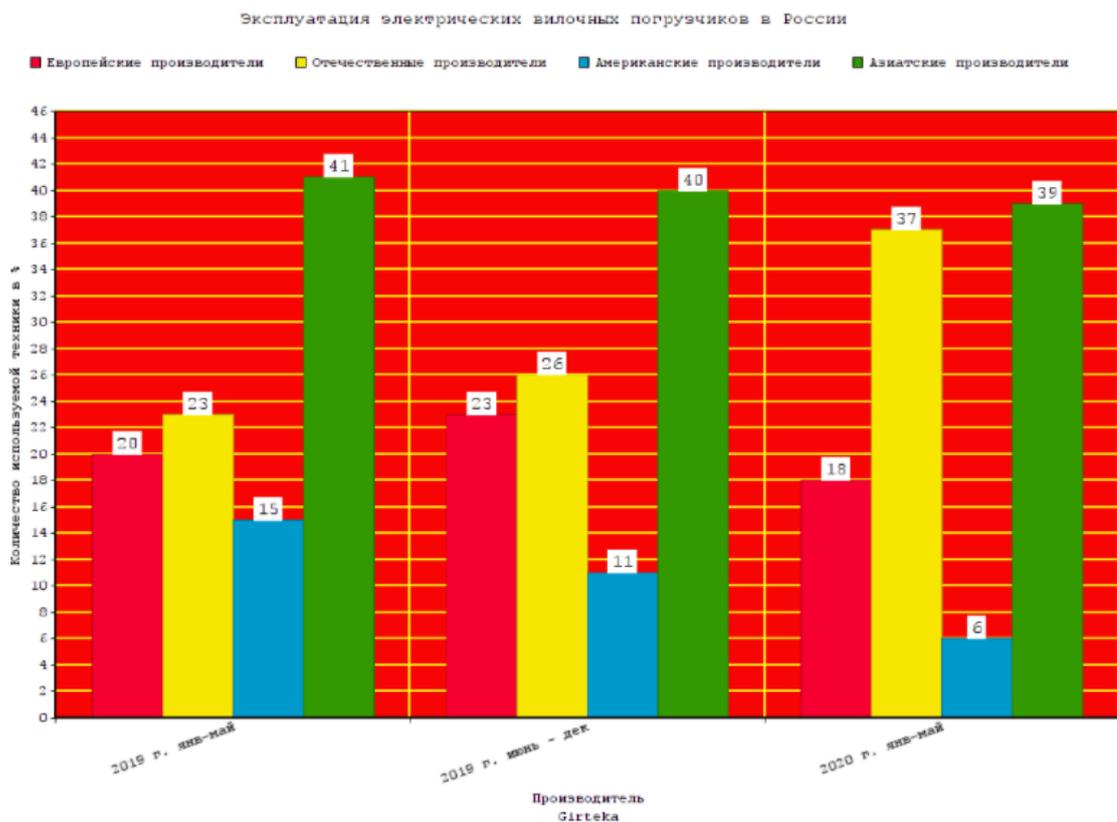


Рис 2. Статистические данные по эксплуатации электрических погрузчиков в России за 2019-2020 г.

В России на данный момент производством отечественных погрузчиков занимается несколько заводов: «Невьянский машиностроительный завод», «Волжский погрузчик», «Машиностроительный завод имени М.И.Калинина» и «Тверской

экскаватор». На всех вышеперечисленных предприятиях производятся как электрические, так и бензиновые и дизельные машины.

Однако, если с тенденцией перехода строительных и дорожных машин на электрические двигатели наша страна более менее справляется, то что касается изменения конструкции и создания искусственного интеллекта – тут вопрос пока остается открытым.

Немецкие инженеры компании «Agilox» уже на протяжении 3 лет занимаются проектированием автоматизированного вилочного погрузчика. Машина оснащена камерами движения, датчиками препятствий и лазерным направляющим устройством, которое помогает выстраивать геометрию движения в складских проходах. На Рисунке 3 показан внешний вид беспилотного погрузчика.



*Рис 3. Беспилотный вилочный погрузчик компании «Agilox»*

Этот погрузчик относится к штабелерам, однако по сравнению с обычными базовыми машинами у данной модели отсутствует место оператора. В этом есть и свои плюсы, в такой конструктивной особенности машина имеет уменьшенные габаритные размеры. В качестве минуса можно выделить тот факт, что погрузчик нельзя перевести на полноценное ручное управление при появлении аварийной ситуации [4].

Ирландский производитель «Moffet» решил идти в стороне от автоматизации и сделать упор на специфические функциональные возможности машины. Речь идет о мобильном погрузчике, который можно легко транспортировать в задней части прицепа грузовой машины. По конструктивной части техника выполнена с уменьшенными размерами, задняя поворотная ось представлена лишь одним колесом, однако, проходимость машины от этого не сильно уменьшается.

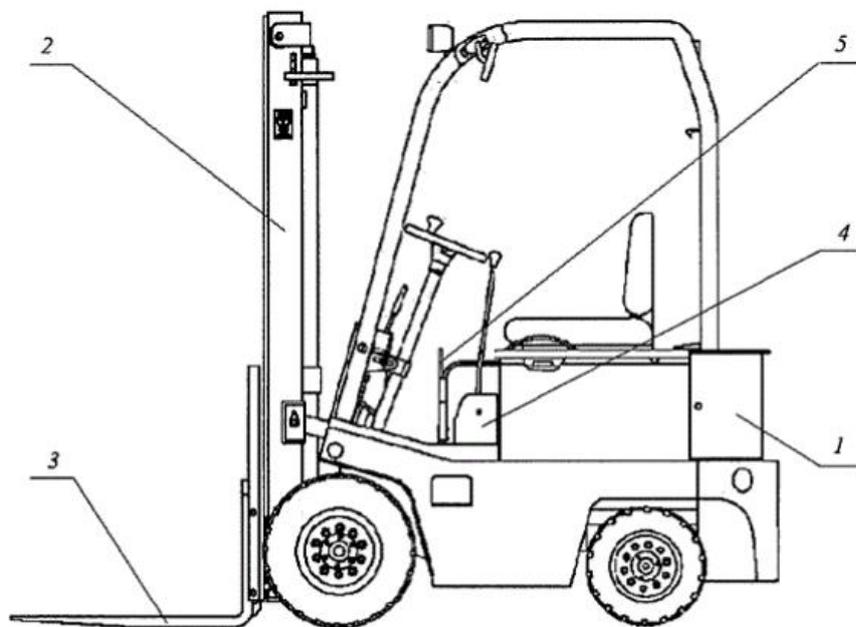
Максимальная грузоподъемность ирландца достигает 2,5 т. С точки зрения эргономики рабочее место оператора располагается в весьма узкой площади, что не позволяет осуществлять продолжительную работу. На Рисунке 4 можно увидеть внешний вид погрузчика и процесс его транспортировки. По экономическим затратам машина идеально подходит для работы в теплых климатических условиях. К сожалению, машина оснащена дизельными или бензиновыми двигателями, и с учетом высокопрофильной резины, не может работать на закрытых складских помещениях [5].



Рис 4. Вилочный погрузчик фирмы «Moffett»

Что касается отечественных производителей, то и тут прогресс не стоит на месте. Инженеры завода имени М.И. Калинина решили видоизменить конструкцию погрузчика сделав его легче

базовой модели и сократив габаритные размеры, при этом оставив грузоподъемность прежней порядка 1,5 т. На рисунке 5 представлена конструктивная схема машины [6].



*Рис 5. Видоизмененный погрузчик отечественного производства*

Узлы и агрегаты машины остались прежними, изменились лишь габаритные размер. Кабина оператора осталась практически неизменной. Погрузчик оснащен гидравлическим и электрическим приводами, кареткой, вилами, мачтой, противовесом. Технический результат данного изобретения – повышение производительности погрузочно-разгрузочных работ.

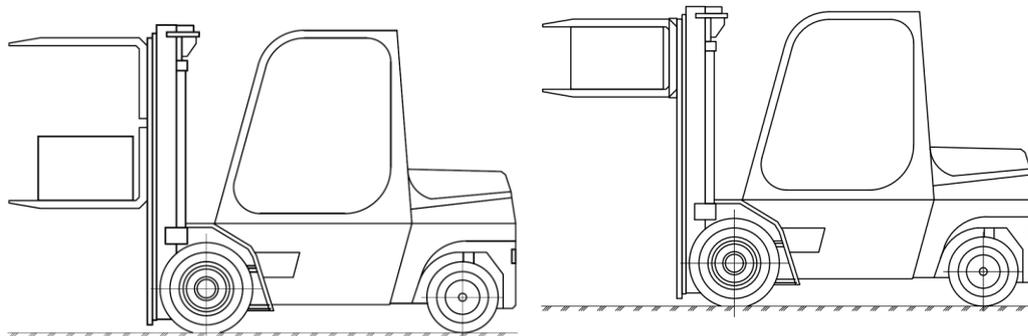
Изобретение прошло опытные испытания на заводе-изготовителе, однако, серийного продолжения не получила. В последствии данная разработка была использована в качестве проекта по автоматизации вилочного погрузчика.

Проделав анализ существующих конструкций вилочных погрузчиков, можно предложить ещё один вариант модернизации, которой в полной степени сделал бы машину более устойчивой и безопасной при эксплуатации с грузом. Речь идет о погрузчике с двойными вилами (Рисунок 6). Аналогов в мире такой машины не существует. Естественно, за счет усовершенствования машины произойдет и ее утяжеление. Однако, это не помешает погрузчику сохранить свои функциональные возможности, а скорее наоборот,

позволит избежать появления несчастных случаев на складских помещениях и свести к минимуму повреждения грузов.

По принципу работы особых изменений не произойдет. Подъезжая к месту загрузки, оператор подцепляет паллет нижний вилой и поднимает на небольшую высоту. Затем с помощью дополнительного рычага оператор опускает с другой стороны палета верхнюю вилу. Таким образом, груз получается зафиксированным и не имеет ни одной степени свободы. При моменте разгрузки оператор приподнимает верхнюю вилу и спокойно производит разгрузку паллета. Если разгрузка происходит на максимальной высоте мачты, тогда оператор ослабляет давление на паллет с нижней его части.

Неустойчивое положение машины находится в самой верхней точки мачты, на максимальной высоте. С этой целью транспортировка груза разрешается лишь на небольшой высоте относительно самого погрузчика.



*Рис 6. Вилочный погрузчик с двойными вилами*

Предварительные расчеты показали, что такая идея вполне реализуема. Производительность машины останется на прежнем уровне, но с точки зрения безопасности и экономической эффективности техника будет выгодной для эксплуатации. При этом можно с уверенностью утверждать, что данная модернизация найдет популярность среди потребителей. Единственной проблемой станет финансирование новой модели – как правило, современные отечественные заводы не сильно хотят рисковать своим бюджетом и производить и испытывать что-то новое, т.к. новизна требует жертв, в том числе, материальных.

Из проделанной работы можно сделать следующие выводы:

- Развитие вилочных погрузчиков не стоит на месте, наша страна постепенно двигается в направлении европейских и американских коллег, но имеется нехватка идей и возможностей для их реализации;
- Электрические погрузчики набирают свою популярность по всему миру, именно они в ближайшее время окончательно вытеснят с рынка конкурентов с двигателями внутреннего сгорания;
- Тенденция изменения конструкции погрузчиков и в дальнейшем создания на их базе беспилотной машины – одно из основных направлений развития в нашей стране.

Вилочные погрузчики отечественного производства являются конкурентоспособными машинами на европейском рынке. Однако, необходимо следовать современным тенденциям развития и не бояться модернизировать современную технику, ведь только так наша страна сможет сохранить конкурентноспособное состояние на рынке вилочных погрузчиков.

### Библиографический список

1. П.И.Федотов «Подъемно-транспортные машины». – Издательство АСВ, 2019 г. – 200 с.
2. К.К.Шестопалов «Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование». – Академия, 2017 г. – 325 с.
3. В.В. Минин «Концепция повышения эффективности универсальных малогабаритных погрузчиков». – Инфра-М, 2020 г. – 304 с.
4. B.Sarupuri «Enhancing depth cues with AR visualization for forklift operation assistance in warehouse». – HIT LAB NZ, 2016 г. – 91 с.
5. Y.Shao «Design and analysis of new flexible and safe forklifts». – «MS. Department of Mechanical and Industrial Engineering, Northeastern University, 2015 г. – 150 с.
6. В.Д.Кобзев, И.В.Шестаков. ФИПС Патент 2012157416/11 от 24.12.2012