

УДК (UDC) 625.144

НАТУРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ЩЕТОЧНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА С  
КОМБИНИРОВАННЫМ ТИПОМ ЛОПАСТЕЙNATURAL TESTS OF THE BRUSHED WORKING BODY WITH  
COMBINED TYPE OF BLADESГринчар Н.Г., Быков А.Ю., Чалова М.Ю.  
Grinchar N.G., Bykov A.Yu., Chalova M.Yu.Российский университет транспорта (Москва, Россия)  
Russian University of Transport (Moscow, Russian Federation)

**Аннотация.** Основным направлением совершенствования процессов ремонта и текущего содержания пути, снижения затрат времени и труда является максимальная механизация всех путевых работ. На отечественных магистралях используется большой парк путевых машин и механизмов. Однако существующие машины еще не обеспечивают полной механизации всех путевых работ. Значительное место среди таких работ занимают очистка железнодорожных путей от засорителей (уровень механизации составляет 60...65%) и уборка излишков балласта из середины пути. Рабочим органом машин для выполнения этих работ является щеточный подборщик с гибкими лопастями, обеспечивающий уборку засорителей и балласта ниже уровня головки рельса, не повреждая элементов конструкции железнодорожного пути и стрелочных переводов. Благодаря достаточной эластичности лопастей щеточные подборщики не захватывают посторонние предметы оказавшиеся в зоне работы, чем предохраняют от разрушения транспортирующие элементы машин. Как правило, на отечественных машинах гибкие лопасти представляют собой отрезки стального каната диаметром 16...21 мм. Основным недостатком щеточных подборщиков является низкая эффективность из-за усталостного выламывания гибких лопастей в месте выхода из заделки. Известные зарубежные фирмы для изготовления гибких лопастей используют синтетические материалы с внутренним или наружным армированием. Отечественной промышленностью выпускается значительный ассортимент синтетических материалов и изделий на их основе, что делает перспективным направление повышения эффективности щеточных рабочих органов путем изготовления гибких элементов из синтетических материалов и оптимизации параметров подборщика. В настоящей статье рассматриваются результаты натурных испытаний щеточного подборщика машины КПУ-1.

**Ключевые слова:** путевые машины легкого типа, натурный эксперимент, щеточный подборщик, резиновые лопасти, тросовые щетки.

**Дата принятия к публикации:** 06.03.2020  
**Дата публикации:** 25.06.2020

**Abstract.** The main direction of improving repair processes and current track maintenance, reducing time and labor costs is the maximum mechanization of all track work. A large fleet of track machines and mechanisms is used on domestic highways. However, existing machines do not yet provide for the complete mechanization of all track work. A significant place among such works is the cleaning of railway tracks from weeds (the level of mechanization is 60-65%) and the removal of excess ballast from the middle of the track. The working body of the machines for carrying out these works is a brush pick-up with flexible blades, which ensures that weeds and ballast are cleaned below the level of the rail head without damaging the structural elements of the railway track and turnouts. Due to the sufficient elasticity of the blades, the brush pick-ups do not capture foreign objects in the working area, which protects the transporting elements of the machines from destruction. As a rule, on domestic machines, flexible blades are segments of a steel rope with a diameter of 16-21 mm. The main disadvantage of brush pick-ups is their low efficiency due to the fatigue breaking out of the flexible blades at the exit point. Well-known foreign companies for the manufacture of flexible blades use synthetic materials with internal or external reinforcement. The domestic industry produces a significant range of synthetic materials and products based on them, which makes it promising to increase the efficiency of brush working bodies by manufacturing flexible elements from synthetic materials and optimizing pick-up parameters. This article discusses the results of field tests of the brush pick-up of the KPU-1 machine.

**Keywords:** lightweight track machines, full-scale experiment, brush picker, rubber blades, cable brushes.

**Date of acceptance for publication:** 06.03.2020  
**Date of publication:** 25.06.2020



### Сведения об авторах:

**Гринчар Николай Григорьевич** – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Наземные транспортно-технологические средства», ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», e-mail: nggrin@yandex.ru.

**Быков Андрей Юрьевич** – научный сотрудник лаборатории № 41 научно-исследовательского испытательного центра ФГБУ «3 Центральный научно-исследовательский институт» Министерства обороны Российской Федерации, e-mail: andrei\_18bykov@mail.ru.

**Чалова Маргарита Юрьевна** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Наземные транспортно-технологические средства», ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», e-mail: margarita\_chalova@mail.ru.

### Authors' information:

**Nikolay G. Grinchar** – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department «Ground transportation and technological means» at Russian University of Transport, e-mail: nggrin@yandex.ru.

**Andrei Yu. Bykov** – Research worker of a 41st laboratory of the Research testing center at FGBU «3 the Central research institute», Ministry of Defense of Russian Federation, e-mail: andrei\_18bykov@mail.ru.

**Margarita Yu. Chalova** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Ground transportation and technological means» at Russian University of Transport, e-mail: margarita\_chalova@mail.ru.

## 1. Введение

Значительное место среди путевых работ занимают очистка железнодорожных путей от засорителей (уровень механизации составляет 60-65%) и уборка излишков балласта из середины пути. Повышение уровня механизации работ такого рода является одной из наиболее актуальных задач, стоящих перед российскими железными дорогами. В общем случае для решения этой задачи нет необходимости в применении машин тяжелого типа [1].

В настоящее время перспективным образцом легкой путевых машин, способных выполнять очистку рельсошпальной решетки от излишков балласта и снега (в зимнее время) являются машины УПМ-750 и КПУ-1 [2].

Путевой универсальный комплекс КПУ-1 (рис. 1), предназначен для механизированного выполнения работ, связанных с выправкой пути в плане и профиле, очисткой верхней постели шпал от излишков балласта, одиночной замены шпал (на малых рассредоточенных объектах).

Основным рабочим органом машины является щеточный подборщик (рис.2) [2, 3].

Привод подборщика осуществляется двумя аксиально-поршневыми гидромоторами 3102.56.00У1 с рабочим объемом  $V_0 = 56 \text{ см}^3$  и к.п.д.  $\eta_{ГМ} = 0,91$  через цепную передачу с передаточным отношением  $i = 0,33$ .



Рис. 1. Комплекс путевой универсальный КПУ-1 с блоком очистки верхней постели



Рис.2. Блок очистки верхней постели шпал

Привод транспортеров осуществляется аналогичными гидромоторами, установленными непосредственно на оси приводных барабанов.

Щеточный подборщик может иметь конструктивное исполнение в трёх вариантах:

- с тросовыми щетками;

- с резино-тканевыми лопастями;
- комбинированный вариант [2, 4].

Устройство подборщика приведено на рис. 3. Подборщик состоит из корпуса 2, роликов направляющих 8, роликов опорных 4, щетки 12, привода щетки 16, лопастей 14 и 15, цепной передачи 17, конвейера 3, заслонки 5.

Направляющие ролики 8 установлены в поворотных кронштейнах 7 на осях 9. Поворотные кронштейны 7 через оси 6 установлены в кронштейнах корпуса. Направляющие ролики обеспечивают постоянное положение подборщика относительно оси пути и могут переустанавливаться на колею 1435 мм.

В кронштейнах корпуса крепятся безбородные опорные ролики 4. Они устанавливаются на осях 22 через подшипники 21. Опорные ролики предназначены для опоры корпуса подборщика на рельсы. Они благодаря своей длине могут работать с колеями 1520 мм и 1435 мм.

На ребрах вала щетки установлены с помощью болтов 13 и специальных гаек 11 ло-

пасти 14 и 15. Лопасты изготовлены из армированной транспортерной ленты. На щетке установлены лопасти для работы с железобетонными шпалами.

Лопасты для работы на деревянных шпалах прилагаются в комплекте ЗИПа.

Щетка 12 установлена на фланцах, смонтированных на боковинах корпуса, с помощью болтов 18.

Привод вала щетки 12 производится с помощью цепной передачи 17. Натяжение цепей осуществляется за счет поворота опоры привода 16 относительно оси 20. Поворот опоры производится путем закручивания винта 10 в опору. Регулировка положения ведущей звездочки цепной передачи относительно ведомой производится набором шайб 19.

Заслонка 5 установлена на корпусе подборщика. Она обеспечивает регулировку дальности выброса щебня конвейером на плечо балластной призмы.

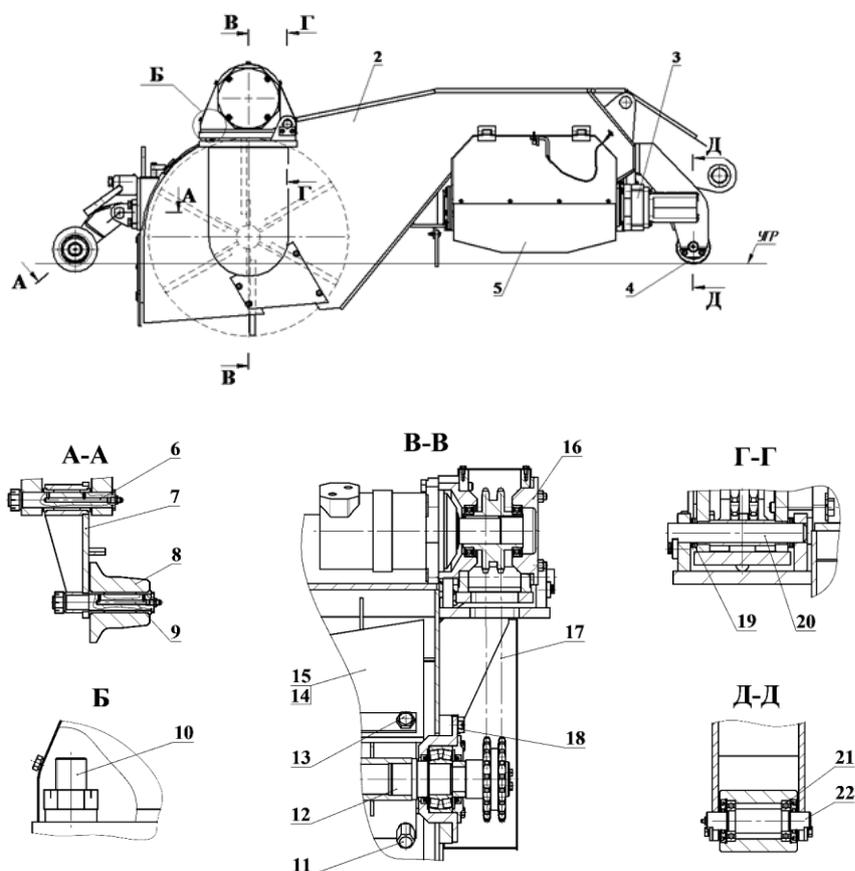


Рис. 3. Щеточный подборщик путевого комплекса

Проанализировав технические характеристики комплекса путевого универсального на комбинированном ходу КПУ-1, можно сказать, что для механизированных работ на строящихся, ремонтируемых или реконструируемых железнодорожных путях данный комплекс является одним из лучших образцов на сегодняшний день.

## 2. Экспериментальные исследования работы щеточного подборщика

Целью проведения экспериментальных исследований являлось изучение процессов взаимодействия вышеуказанных трех основных вариантов конструкции рабочего органа с очищаемой поверхностью, получение данных об энергоемкости процесса очистки поверхности и сравнение качества очистки.

Частота вращения подборщика составляла при холостом режиме работы 250 об/мин, а с включенными транспортерами – 230 об/мин.

Для измерения частоты вращения на испытываемом образце был установлен датчик числа оборотов (рис. 4).

Измерение частоты вращения подборщика и давления в магистралях производилось в рабочем режиме очистки верхних постелей деревянных шпал от излишков песчано-гравийного балласта при толщине слоя от 2,5 до 5 см. При этом были установлены минимально возможные обороты гидромотора привода передвижения машины.

Для измерения давления в напорной и сливной магистралях привода транспортеров установлен датчики давления ЛХ412/150 (рис.5).

В ходе испытаний установлено следующее. В холостом режиме работы с включенными транспортерами частота вращения щетки составила  $4,1 \text{ с}^{-1}$  (246 об/мин), а в рабочем режиме - от  $2,33$  до  $2,67 \text{ с}^{-1}$  (от 140 до 160 об/мин) при проектном значении 320 об/мин.



а)



б)

Рис. 4 . Установка датчика частоты вращения на привод щетки:  
а - общий вид; б - размещение датчиков



а)



б)

Рис. 5. Установка датчиков давления в напорную и сливную магистрали гидравлического мотора привода: а) общий вид; б) размещение датчиков

Ранее проведенные исследования показали, что для достижения эффективности очистки верхнего строения пути от излишков балласта имеющейся частоте вращения щетки должна соответствовать скорость передвижения от 400 до 500 м/ч.

Измерение давления в напорных и сливных магистралях привода транспортера производилось одновременно с измерением давления в магистралях перемещения машины и частоты вращения щетки.

В напорных магистралях гидромоторов привода передвижения машины рабочее давление находится в пределах 90...104 бар (кгс/см<sup>2</sup>) кратковременно повышаясь до 115 бар (кгс/см<sup>2</sup>).

Характерные осциллограммы приведены на рис. 6 - 8.

### 3. Заключение

По результатам расшифровки и анализа осциллограмм установлено, что в напорной магистрали гидромоторов привода транспортеров и щетки рабочее давление не превышает 45 бар (кгс/см<sup>2</sup>). При максимально измеренной частоте вращения щеточного подборщика 160 об/мин гидромоторы (2 шт.) привода вращаются с частотой 480 об/мин. При этом для аксиально-поршневого гидромотора 3102.56.00У1 соответствует потребляемая мощность 1,94 кВт на один гидромотор или 3,88 кВт на весь подборщик.

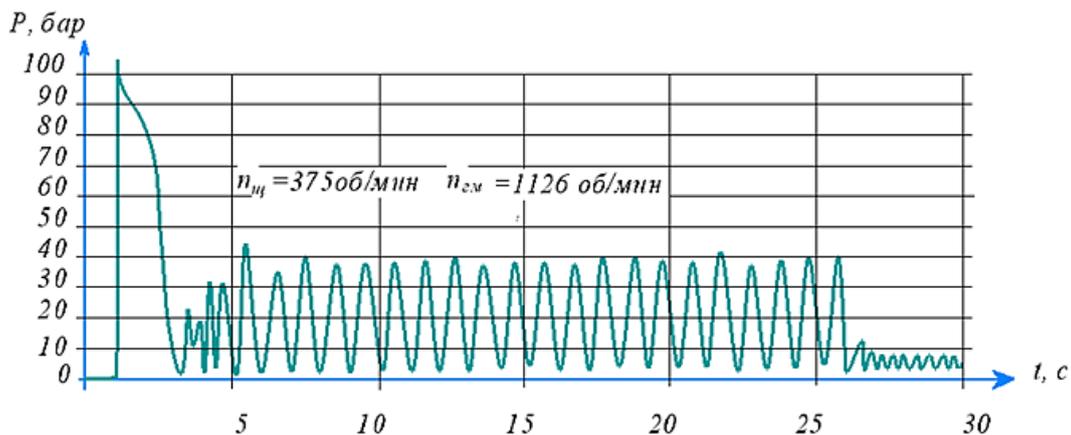


Рис. 6. Осциллограмма изменения давления в напорной магистрали гидромотора привода подборщика в холостом режиме работы ( $n_{щ}$  – частота вращения щеточного подборщика;  $n_{зм}$  – частота вращения вала гидромотора)

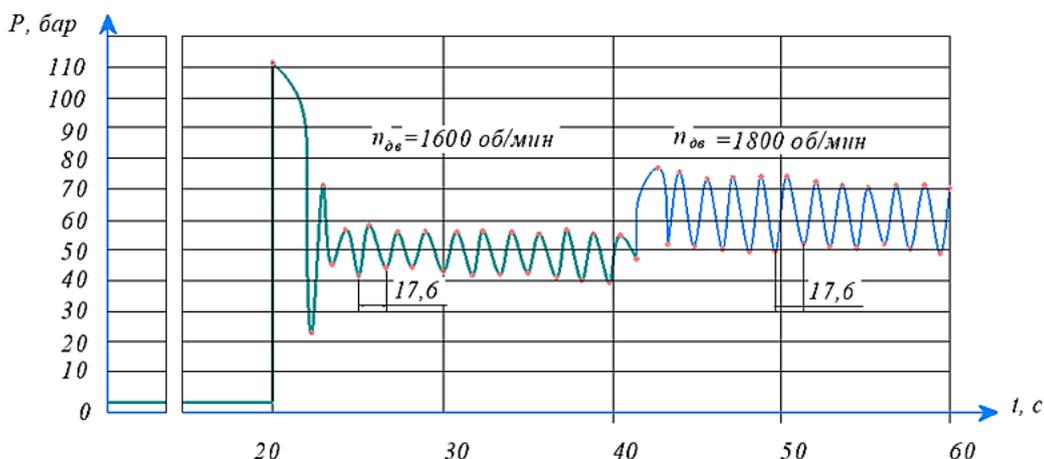


Рис. 7. Осциллограмма изменения давления в напорной магистрали гидромотора привода блока очистки с лопастями из армированной резиновой ленты

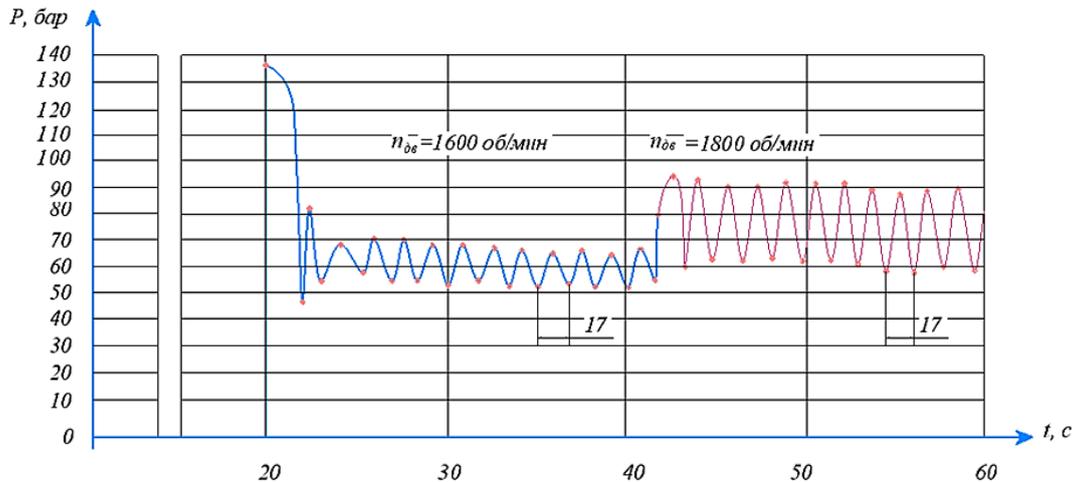


Рис. 8. Осциллограмма изменения давления в напорной магистрали гидромотора привода блока очистки с лопастями комбинированного типа

Необходимо отметить, что при использовании комбинированного варианта щеток подборщика рабочее давление в напорной магистрали гидромотора повышается с 60 бар до 70 бар при частоте вращения 1600 об/мин. и с 75 бар до 95 бар при частоте вращения 1800 об/мин. Соответственно потребляемая мощность возрастает на 16% (в первом случае) и 26% (во втором случае). Тем не менее, учитывая, что при стандартном рабочем процессе потребляемая мощность составляет около 4 кВт, и, принимая во внимание установочную мощность дизеля 220 кВт, такое увеличение потребляемой мощности можно считать несущественным. Отметим также, что номинальное рабочее давление гидромоторов привода подборщика составляет 320 бар ( $\text{кгс/см}^2$ ).

Давление в напорной магистрали имеет пульсирующий характер (рис. 7, 8) со средним размахом до 12 бар ( $\text{кгс/см}^2$ ).

Данное обстоятельство нельзя считать благоприятным с точки зрения надежности и долговечности работы гидропривода [5]. В связи с этим, по результатам испытаний бы-

ло рекомендовано установить гидропневмоаккумулятор в напорной магистрали гидромотора.

Одной из основных целей испытания щеточного подборщика КПУ-1 была оценка качества очистки рельсошпальной решетки от щебня и загрязнителей. Результаты визуально представлены на рис. 9.

Из фотографий (рис. 9) видно, что применение щеточного подборщика с комбинированным типом лопастей дает наилучший результат за один проход.

Более точный подсчет остатков щебня после прохода КПУ-1 на участке длиной 50 м показал, что качество и объем очистки рельсошпальной решетки подборщиком с комбинированным типом лопастей составляет 95%, подборщиком с резиноканевым типом лопастей – 80% и с тросовым (канатным) типом лопастей – 75%. Соответственно, несмотря на некоторое повышение энергоемкости процесса, предпочтительным типом конструкции лопастей щеточного подборщика следует считать комбинированный вариант.

### Список литературы

1. Попович М.В., Бугаенко В.М. Путевые машины. М.: УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2019. 960 с.

### References

1. Popovich M.V., Bugaenko V.M. *Travel machines*. Moscow, UMTS po obrazovaniyu na zhelezнодорожном транспорте, 2019. 960 p. (In Russian).



а)



б)



в)



г)

Рис. 9. Качество очистки рельсошпальной решетки щеточным рабочим органом с различными типами лопастей: а - до очистки; б - после очистки щеточным рабочим органом с комбинированным типом лопастей; в - после очистки щеточным рабочим органом с тросовым (канатным) типом лопастей; г - после очистки щеточным рабочим органом с резиновым типом лопастей

2. Гринчар Н.Г., Быков А.Ю., Капустин Н.И. Современные и перспективные машины легкого типа для очистки рельсошпальной решетки // Путь и путевое хозяйство. 2019. № 9. С. 18-21.

3. Быков А.Ю. Специальная техника Железнодорожных войск // Грузовик: транспортный комплекс, спецтехника. 2016. Вып. 8. С. 15-21.

4. Патент РФ № 189746. Рабочий орган универсальных путевых машин легкого типа // Быков А.Ю., Гринчар Н.Г. Заявл. 02.10.2018, опубл. 31.05.2019.

5. Гринчар Н.Г. Надежность гидроприводов строительных, путевых и подъемно-транспортных машин. М.: ООО «Издательский дом «Автограф», 2016. 368 с.

2. Grinchar N.G., Bykov A.Yu., Kapustin N.I. Modern and promising light-type machines for cleaning the rail-sleeper grid. *Put i putevoye khozyaystvo*, 2019, No. 9, pp. 18-21. (In Russian).

3. Bykov A.Yu. Special equipment of railway troops. *Gruzovik: transportnyy kompleks, spetstekhnika*, 2016, Vol. 8, pp. 15-21. (In Russian).

4. Patent RU 189746. A working body for lightweight universal track machines. Bykov A.Yu., Grinchar N.G. Declared 02.10.2018. Published 31.05.2019. (In Russian).

5. Grinchar N.G. *Reliability of hydraulic drives of construction, traveling and hoisting-and-transport machines*. Moscow, ООО «Izdatelskiy dom «Avtograf», 2016. 368 p. (In Russian).