



МАШИНА ЖАСАУ, АСПАП ЖАСАУ
МАШИНОСТРОЕНИЕ, ПРИБОРОСТРОЕНИЕ
MECHANICAL ENGINEERING, INSTRUMENTATION

DOI 10.51885/1561-4212_2022_2_64
MPHTI 55.55.31

М.В. Дудкин¹, Б.А. Молдаханов², А.Б. Бугаев³

Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева г. Усть-Каменогорск, Казахстан

¹E-mail: vas_dud@mail.ru

²E-mail: bek_m78@mail.ru*

³E-mail: andbugaev@mail.ru

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПИТАТЕЛЕЙ ШНЕКО- И ФРЕЗЕРНО-РОТОРНЫХ СНЕГООЧИСТИТЕЛЕЙ

ШНЕКТИ- ЖӘНЕ ФРЕЗЕРЛІ-РОТОРЛЫ ҚАР ТАЗАЛАҒЫШТАРДЫҢ ҚОРЕКТЕНДІРГІШТЕРІНІҢ ЖҰМЫС ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ӘДІСТЕРІНІҢ ЖІКТЕЛУІ CLASSIFICATION OF METHODS FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF FEEDERS OF SCREW- AND MILLING-ROTARY SNOWPLOWS

Аннотация. Материалы статьи показывают актуальность работ по совершенствованию конструкции фрезерно-роторного снегоочистителя и его рабочего процесса с точки зрения повышения эффективности его работы, которая без знания конструктивных особенностей рассматриваемых машин, без умения комбинирования их наилучших параметров и понимания условий применения той или иной машины может быть бесполезной из-за неспособности неверно выбранных машин работать в конкретных природных условиях и с присущим этому региону объемом снежной массы.

Ключевые слова: фрезерно-роторный снегоочиститель, питатель, метатель, снежная масса, энергоёмкость.

Аңдатпа. Мақаладағы материалдар, фрезерлік-роторлы қар тазартқыш машинаның жұмысының тиімділігін арттыру тұрғысынан алғандағы, оның конструкциясы мен жұмыс процесін жетілдірудің өзектілігін көрсетеді, яғни, қарастырылып отырған машиналардың конструкциялық ерекшеліктерін жете білмеу, олардың ең пайдалы параметрлерін біріктіре алмау және сол немесе басқа да машиналарды орынды қолданудың шарттарын толықтай түсінбеу, нақты табиғи жағдайларда, сол аймаққа тән қар массасын тазалау барысында қате таңдалып алынған машиналардың қабілетсіздігіне әкеліп соқтыратынын сипаттайды.

Түйін сөздер: фрезерлік-роторлы қар тазартқыш, қоректендіргіш, лақтырушы, қар массасы, энергия сыйымдылығы.

Abstract. The materials of the article show the relevance of work on improving the design of a milling-rotary snowplow and its working process in terms of improving the efficiency of its work, which without knowledge of the design features of the machines in question, without the ability to combine their best parameters and understanding the conditions for using a particular machine, can be useless, due to the inability of incorrectly selected machines to work in specific natural conditions and with the volume of snow mass inherent in this region.

Keywords: milling and rotary snowplow, feeder, thrower, snow mass, energy consumption.

Введение. Исключение влияния на транспортные перевозки в зимнее время снежных аномалий, способных привести к прекращению движения по дорогам, определяет повышенные требования к эффективности работы, к скорости и способности уборки больших объемов снега, к затрачиваемой на это мощности снегоочистителей, особенно фрезерно-роторных, используемых при выполнении экстренных снегоуборочных работ с высокими темпами.

Существует большое количество разнообразной техники для борьбы со снежно-ледяными образованиями (СЛЮ) (с плужными, фрезерными, щеточными и другими рабочими органами). Однако реально на рынке дорожной техники присутствует всего несколько решений, которые обеспечивают эффективную очистку СЛЮ, но они не всегда экономически выгодны.

Каждый вид снегоочистительной техники обладает своими преимуществами и недостатками. Плужные снегоочистители просты с точки зрения конструктивного исполнения, но невысокая производительность (до 10 га/час), невозможность разработки снега большой прочности (до 0,5 т/м³), ограничения по высоте разработки снежных отложений (до 1,1 м) и незначительная дальность отбрасывания снежной массы (до 12 м) резко ограничивают область применения такого вида снегоочистителей [1].

Наиболее применяются фрезерно-роторные снегоочистители, что обусловлено их способностью выполнять практически полный цикл снегоуборочных работ, включая очистку поверхности, последующую погрузку или отбрасывание снега в сторону на значительное расстояние без образования снежных валов на обочине, и возможностью при высоких рабочих скоростях разрабатывать снег различной плотности: от рыхлого с плотностью 0,08...0,12 т/м³ до очень плотного – 0,5...0,55 т/м³.

Существующие фрезерно-роторные рабочие органы могут обеспечить разработку снежного покрова различной толщины при наименьших величинах тягового сопротивления и удельной энергоемкости. Изучение фрезерного питателя и его рабочего процесса с целью создания рациональных конструкций снегоочистителей такого типа в настоящее время является актуальной задачей.

С эксплуатационной точки зрения данные машины оцениваются необходимым качеством уборки снега с магистралей или аэродромов при наименьших затратах энергии на рабочий процесс.

Традиционная технология снегоочистки фрезерным питателем роторного снегоочистителя, включающая резание снежного массива, транспортирование снега по внутренней стороне винтовой линии питателя и по кожуху рабочего органа от периферии к центру и отбрасывание снежной массы в зону работы ротора-питателя с последующим выбрасыванием снега в сторону от движения машины, осуществляется за счет энергии, отбираемой рабочим органом от двигателя базовой машины. В процентном отношении мощность, расходуемая на работу фрезерно-роторного снегоочистителя, распределяется следующим образом: ротор-метатель – 65 %, питатель – 25 %, передвижение машины в процессе снегоочистки – 10 % [1]. Оценивая рабочий процесс снегоочистки фрезерно-роторными снегоочистителями, было установлено, что, вращаясь с более высокими (до 2 раз) угловыми скоростями по сравнению с винтовым питателем, ротор-метатель способен пропускать в единицу времени большее количество снега, чем шнек или фреза.

Материал и методы исследования. Повышение эффективности работы питателя, т.е. пропускной способности винтового рабочего органа снегоочистителя, возможно различными способами. Рассмотрим наиболее характерные варианты технических решений,

направленных на решение данной проблемы [2-3].

Например, был разработан ряд конструкций фрезы, которая подобно буру, внедряясь в массив снега, перемещала его по винтовой линии на ступицу питателя (рис. 1) (патент США № 2360827) [2]. Данные конструкции не позволяют повышать производительность питателя, так как до того, как снег достигнет ротора-метателя, он разбрасывается вокруг питателя.

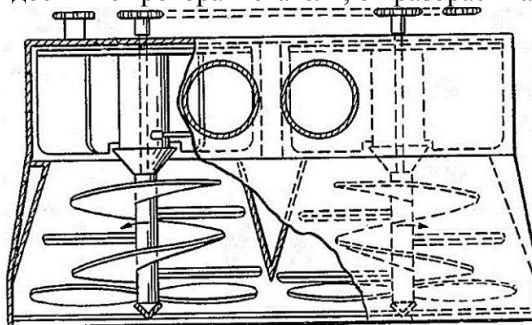


Рисунок 1. Снегозахватывающий питатель в форме бура (изобретение США № 2360827)

Известны патенты Швеции (№111918) [3] и США (№2369293) [4], в которых шнеки под углом ориентированы друг к другу как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях (рис. 2 и 3). Но такой тип конструкции питателей не нашел свое применение из-за невысокой режущей и транспортирующей способности.

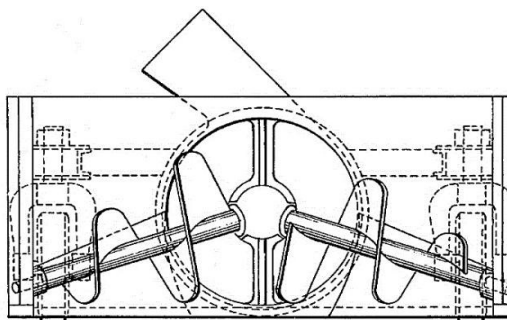


Рисунок 2. Винтовой наклонный питатель снегоочистителя (изобретение Швеции № 111918)

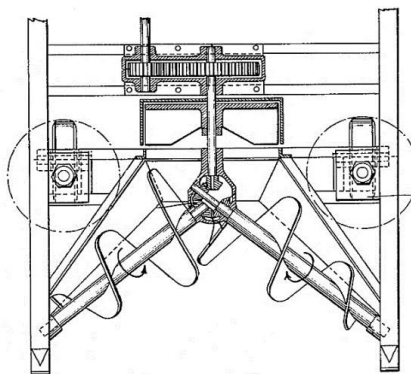


Рисунок 3. Винтовые питатели снегоочистителя, повернутые относительно друг друга (патент (изобретение) США № 2369293)

Наиболее эффективным путем к повышению производительности работы винтового питателя и снижению энергоемкости процесса разработки снега является интенсификация забрасывающей способности питателя в зону работы ротора-метателя.

Оригинально решен питатель шнеко-роторного снегоочистителя конструкции ВНИИСДМ (рис. 4, *а*) [4], в котором верхний шнек транспортирует снег не к центру, а, наоборот, к периферии, обрушивая его на нижний шнек, который имеет дополнительные витки, выполненные в центральной части питателя.

Несмотря на достоинство конструкции, заключающееся в упорядочении процесса загрузки ротора-метателя, в ней имеется ряд недостатков [5-7]. Нижний шнек всегда более загружен, чем верхний, а в данном случае создается еще дополнительная нагрузка нижнего шнека, в результате чего он «закрывается», что ведет к снижению производительности снегоочистителя и повышению энергоемкости рабочего процесса.

При снегоочистке с использованием винтовых питателей неизбежно происходит соударение масс снега, транспортируемых винтовыми лопастями от периферии к центру. Это ухудшает процесс забрасывания снега в ротор метатель, ведет к образованию призмы волочения перед рабочим органом, а значит, к снижению производительности снегоочистителя.

Известен целый ряд технических решений, защищенных иностранными патентами, например Швейцарии (патент № 545890), рис. 4, *б* [6-8], которые объединяет одно направление – соединение винтовых лопастей фрезерных питателей различными перемычками, образующими разбрасывающие карманы, или установкой параллельно валу продольных плоскостей. Собранный снег с левой и правой винтовой линии фрезерного или шнекового питателя отбрасывается сфокусированным потоком на лопатки ротора-метателя, тем самым повышая забрасывающую способность питателя.

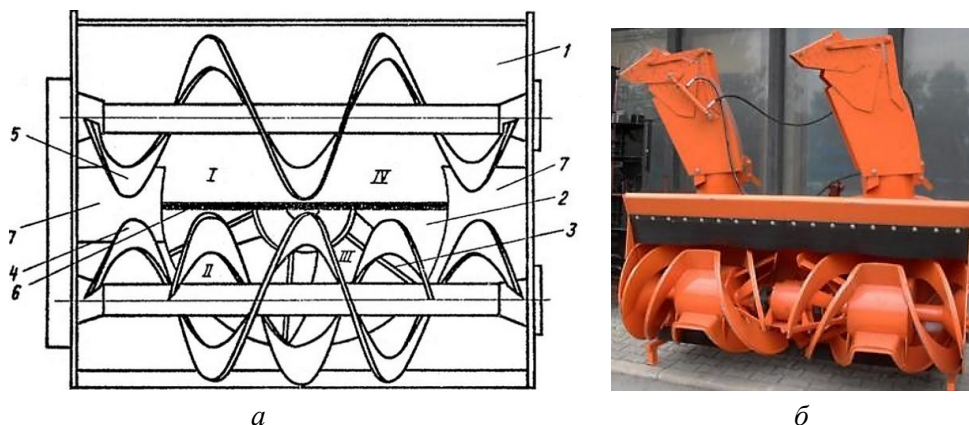


Рисунок 4. Рабочие органы снегоочистителя: *а* – с разделенной конструкцией загрузочного окна (а.с. СССР № 1082896); *б* – с интенсификатором в виде ковшей (патент Швейцарии № 545890)

Патент Норвегии № 138666 (рис. 5) [7] позволяет увеличить отбрасывающую способность фрезерного питателя за счет установки в средней части питателя отдельного барабана с лопатками. Однако коробчатая форма жестко закрепленных на оси фрезы лопаток вызывает увеличение горизонтальной и вертикальной составляющей усилия резания снежного массива таких питателей [9-11].

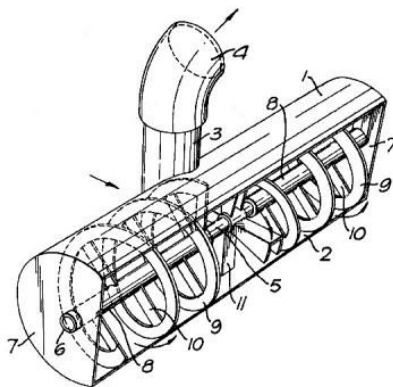


Рисунок 5. Фрезерный питатель с интенсификатором в виде лопаток коробчатой формы (патент Норвегии № 138666)

Бортики отбрасывающих лопаток препятствуют свободному сходу снега с винтовой линии питателя, в результате образуются застойные зоны, что отрицательно сказывается на производительности снегоочистителя.

При заключении забрасывающих лопаток в барабан соосно с фрезерным питателем повышается отбрасывающая способность снега с фрезы, однако при этом возникает значительное сопротивление передвижению снегоочистителя в забое за счет упора в снежный массив обечайки барабана [12].

Результаты и их обсуждения. Анализ рассмотренных патентных материалов и конструкторских разработок позволил разработать оригинальную классификацию методов повышения эффективности работы питателей роторных снегоочистителей (рис. 6). Повышение эффективности работы шнекового или фрезерного питателя может осуществляться по пути поиска оптимального пространственного расположения питателя относительно базовой машины. При этом возможны варианты монтажа питателя в вертикальной и горизонтальной плоскостях, под углом к горизонтальной плоскости или под углом к продольной оси снегоочистителя [13].

С целью снижения сопротивления резанию винтовым питателем снегоочистителя снежного массива возможно использование энергии газов: либо путем подогрева питателя выхлопными газами, либо за счет использования направленного на рабочий орган газового потока, вырабатываемого генератором [14].

Снижение энергоемкости процесса разработки плотного снега питателями шнеко- и фрезерно-роторных снегоочистителей может осуществляться за счет предварительного рыхления массива оборудованием, дополнительно монтируемым над рабочим органом, и специальным рыхлителем в виде зубьев, молотков и т.п., монтируемых непосредственно на шнеке или фрезе [15-16].

Наиболее рациональным направлением по пути повышения производительности снегоочистителей с активными рабочими органами при сохранении на том же уровне или снижении энергоемкости процесса взаимодействия питателя с разрабатываемым снежным забоем является интенсификация забрасывающей способности винтовой ленты питателя, что достигается изменением профиля винтовой ленты, переменным углом подъема винтовой линии, либо установкой интенсификатора (барабана с лопастями) соосно с питателем снегоочистителя.



Рисунок 6. Классификационная схема методов повышения эффективности работы питателей шнеко- и фрезерно-роторных снегоочистителей

Заключение.

1. Перспективы исследований связаны с грантом АР09260192 «Разработка инновационного фрезерно-роторного снегоочистительного рабочего оборудования с повышенной эффективностью работы», с 2021 г. финансируемым КН МОН РК, для которого данная статья из-за ограничений объема материала является частью аналитического материала, позволяющего судить о целесообразности исследований по определению рациональных параметров работы снегоочистителей, имеющих фрезерный питатель;

2. Повышение эффективности работы снегоочистителей возможно лишь рациональной организацией рабочего процесса снегоочистки, исключая повышение мощности двигателя базовой машины;

3. Усовершенствование конструкций винтовых питателей целесообразно путем интенсификации процесса сбрасывания снега питателем в зону работы ротора-метателя;

4. В качестве активизаторов процесса отбрасывания снежной массы могут применяться различные лопастные транспортирующие устройства, среди которых наиболее эффективны лопастные метательные барабаны, устанавливаемые в центральной части винтового питателя.

Список литературы

1. Абрамов Л.Н. Экспериментальные исследования фрезерного питателя снегоочистителя. – М.: Труды МАДИ, 1985. – С. 88-94.
2. Patent USA №2.360.827. Snow removing apparatus / R.E. Cole. Oct. 24 1944.
3. Patent Sverige № 111918. Snow hurler / Mart.30.1942.
4. Patent USA №2369293. Snow hurler / J. Gotzlinger. 1945-02-13.
5. Орлов Ю.Н. Шнековый питатель: а.с. СССР № 672282. – Опубл. 05.07.1979, БИ №25.
6. Patent Schweixerische №545890. Sneefrase / H. Gisber. – 02.07.1971.
7. Patent Nor. №138666. Snøefreser/Yrstad Gunnar; Yrstad Olav. – 1978-07-10.
8. Иванов А.Н., Востокова Е.А., Пономарева П.Л. Новый ГОСТ на роторные снегоочистители //

- Строительные и дорожные машины. – 1982. – № 11.
9. Абрамов Л.Н. Экспериментальные исследования эффективности фрезерного питателя снегоочистителя // Труды МАДИ. – М., 1985. – С. 88-94.
 10. Шалман Д.А. Снегоочистители. – Л.: Машиностроение, 1973. – 216 с.
 11. Иванов А.Н., Мишин В.А. Снегоочистители отбрасывающего действия. – М.: Машиностроение, 1981. – 159 с.
 12. Дудкин М.В., Ким А.И., Мłyńczak М., Дудкина Е.Л., Молдаханов Б.А., Ауменова Б.К. Вероятностная оценка снежного фона эксплуатации снегоочистительных машин на территории Республики Казахстан // Вестник ВКТУ им. Д.Серикбаева. – 2020. – № 4. – С.100-105.
 13. Aleshkov, D.S., Urusova N.Yu., Vliyanie osnovnyh parametrov frezerno-rotornogo snegoochistitelya na vyrezaemyj ob'em snezhnoj struzhki [Influence of base parameters of milling and rotary snowblower on the cut out volume of a snow chip] // Vestnik SibADI. – 2013. – No. 5 (33). – Pp. 10-14.
 14. Prusov A.U., Mavrin I.U. Statisticheskij analiz malogabaritnoj kommunal'noj snegouborochnoj tekhniki [Statistical Analysis of small-size municipal snow-removing technics] // Modernizaciya i nauchnye issledovaniya v transportnom komplekse. – 2014. – V.1. – Pp. 180-183.
 15. Егоров А.Л., Федотов В.В., Федотова Е.А. Обоснование рабочих параметров снегоуборочной машины с уплотняющим рабочим органом // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №1. – С.103.
 16. Твердохлебов В.А. Определение рационального состава транспортно-технологического комплекса, задействованного в снегоуборочных работах // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2016. – №6. – С.120-124.

References

1. Abramov L.N. Eksperimental'nye issledovaniya frezernogo pitatelya snegoochistitelya. – М.: Trudy MADI, 1985. – S. 88-94.
2. Patent USA №2.360.827. Snow removing apparatus / R.E. Cole. Oct. 24 1944.
3. Patent Sverige № 111918. Snow hurler / Mart.30.1942.
4. Patent USA №2369293. Snow hurler / J. Gotzlinger. 1945-02-13.
5. YU.N. Orlov. SHnekovyj pitatel'. A.s. SSSR № 672282. Opubl. BI №25, 05.07.1979.
6. Patent Schweizerische №545890. Sneefrase / H. Gisber. – 02.07.1971.
7. Patent Nor. №138666. Snoefreser/Yrstad Gunnar; Yrstad Olav. 1978-07-10.
8. Ivanov A.N., Vostokova E.A., Ponomareva R.L. Novyj GOST na rotornye snegoochistiteli // Stroitel'nye i dorozhnye mashiny. – 1982. – № 11.
9. Abramov L.N. Eksperimental'nye issledovaniya effektivnosti frezernogo pitatelya snegoochistitelya // Trudy MADI. – М., 1985. – S. 88-94.
10. SHalman D.A. Snegoochistiteli. – Л.: Mashinostroenie, 1973. – 216 s.
11. Ivanov A.N., Mishin V.A. Snegoochistiteli otrasyayushchego dejstviya. – М.: Mashinostroenie, 1981. – 159 s.
12. Dudkin M.V., Kim A.I., Młyńczak М., Dudkina E.L., Moldahanov B.A., Aukenova B.K. Veroyatnostnaya ocenka snezhnogo fona eksploatacii snegoochistitel'nyh mashin na territorii Respubliki Kazahstan. «Vestnik VKTU im. D.Serikbaeva» № 4, 2020, S.100-105.
13. Aleshkov, D.S., Urusova N.Yu., Vliyanie osnovnyh parametrov frezerno-rotornogo snegoochistitelya na vyrezaemyj ob'em snezhnoj struzhki [Influence of base parameters of milling and rotary snowblower on the cut out volume of a snow chip]. Vestnik SibADI, 2013, no. 5 (33), pp. 10-14.
14. Prusov A.U., Mavrin I.U. Statisticheskij analiz malogabaritnoj kommunal'noj snegouborochnoj tekhniki [Statistical Analysis of small-size municipal snow-removing technics]. Modernizaciya i nauchnye issledovaniya v transportnom komplekse, 2014. – V. 1. – Pp. 180-183.
15. Egorov A.L., Fedotov V.V., Fedotova E.A. Obosnovanie rabochih parametrov snegouborochnoj mashiny s uplotnyayushchim rabochim organom. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. –2013. – № 1. – S. 103.
16. Tverdohlebov V.A. Opredelenie racional'nogo sostava transportnotekhnologicheskogo kompleksa, zdejstvovannogo v snegouborochnyh rabotah. INTELLEKT. INNOVACII. INVESTICII. 2016. – № 6. – S. 120-124.