

park upkeep and maintenance of roads. Moscow, 1996. 183 p.

4. Alekseev A.A. Technology and Organization of Rural Construction. Moscow: Stroyizdat, 1983. 53 p.

5. Apatenko A.S. Analysis of the causes of downtime and failure to perform units kulturtehnicheskikh work / A.S. Apatenko // Machinery and equipment for the village. M. 2014. № 2. P. 14–17.

6. Arinin I.N. Diagnostics of technical condition of vehicles. M.: Transport, 2005. 176 p.

7. Semchenko A.I. Guidelines for the management of maintenance and repair of machines in the trust structure, mechanization // Coll. Improving technical obeluzhivaniya and repair of construction machines.

M.: MHSTP named after F.E. Dzerzhinsky, 1983. 85 p.

8. Kim B.G. Increased availability of parks construction machines by improving the technical operation. The thesis for the degree of Doctor of Technical Sciences. Vladimir: VSTU, 1996. 364 p.

9. Apatenko A.S. Influence of life vehicles on their operation in carrying out reclamation work / A.S. Apatenko // Machinery and equipment for the village. M., 2013. № 10. P. 4–8.

10. Apatenko A.S. Picking fleet with the unplanned failure for technical reasons the example of irrigation of peatlands / A.S. Apatenko // Machinery and equipment for the village. M., 2013. № 12. P. 36–39.

*Apatenko Aleksey Sergeevich* – PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, Russian Timiryazev State Agrarian University; Moscow, 127550, Timiryazevskaya, 49; tel.: 8(499)976-29-79; e-mail: aapatenko@timacad.ru.

Received 25 May 2015

УДК 665:631.3

**Е.А. УЛЮКИНА, В.П. КОВАЛЕНКО, М.А. ЛИПАЕВА**

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЧИСТОТЫ ТОПЛИВ И МАСЕЛ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

*Эффективная работа сельскохозяйственной техники зависит от чистоты нефтепродуктов, применяемых при ее эксплуатации.*

*Очистка топлив и масел осуществляется главным образом фильтрованием через пористые перегородки. Представлена конструкция высокоэффективного двухступенчатого фильтра, изготовленного из пористого полимерного материала, однако такие фильтры имеют ограниченный ресурс работы.*

*Перспективным направлением является использование гидродинамических фильтров, конструкция которых позволяет осуществлять непрерывную регенерацию фильтрационных элементов непосредственно на фильтре без остановки процесса очистки. Разработано несколько конструкций гидродинамических фильтров для очистки нефтепродуктов от механических загрязнений и воды, на которые получены патенты.*

*Представлена конструкция гидродинамического фильтра для очистки топлива, масел и гидравлических жидкостей от загрязнений в циркуляционных системах (например, в системах питания дизелей, в системах смазки двигателей и других агрегатов, в системах гидропривода и т.п.).*

*Разработано устройство, включающее в себя наряду с гидродинамическим фильтром гидроциклон для очистки нефтепродукта, сбрасываемого из гидродинамического фильтра, и струйный аппарат для возврата этого продукта во входной патрубок. Особенностью конструкции гидродинамического фильтра является наличие во внутренней полости цилиндрического фильтрационного элемента полой конической вставки, обеспечивающей равномерную подачу на его рабочую поверхность очищаемого продукта и одновременно служащей разделительным бачком между гидроциклоном и струйным аппаратом.*

*Перспективным направлением совершенствования гидродинамических фильтров является применение каскадной схемы очистки нефтепродуктов. При использовании трехступенчатой установки этих фильтров объем очищенного продукта можно довести до 99,9%.*

Для очистки топлива от механических загрязнений и фактических смол был выбран комбинированный двухслойный пористый наноматериал, изготовленный на основе активированного угля и ацетиленовой сажи с использованием в качестве связующего фторопластовой суспензии. Этот материал был использован в качестве пористой перегородки в конструкции фильтра для комплексной очистки топлива. Устройство представляет собой двухступенчатый гидродинамический фильтр с фильтрационными элементами в форме правильной усеченной пирамиды.

Устройства для очистки топлив и масел, используемых при эксплуатации сельскохозяйственной техники, должны быть универсальными, т.е. обеспечивать комплексную очистку нефтепродуктов, а также иметь максимальный ресурс работы, что может быть обеспечено применением гидродинамических фильтров.

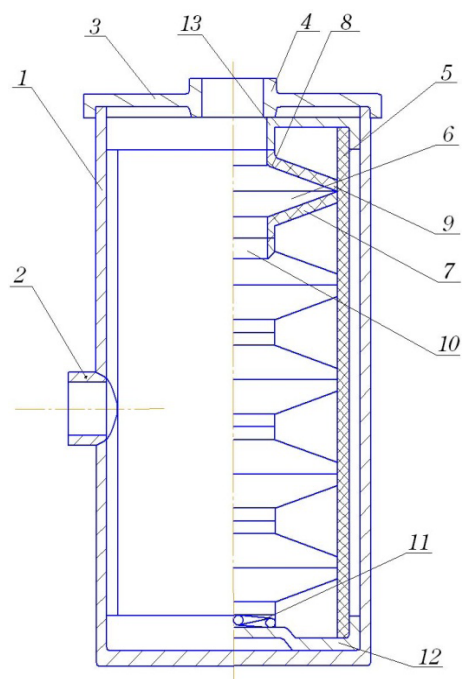
*Ключевые слова:* очистка нефтепродуктов, гидродинамический фильтр, пористые материалы

В эксплуатационных условиях эффективная и безаварийная работа сельскохозяйственной техники непосредственно зависит от чистоты нефтепродуктов, применяемых при ее эксплуатации. Чистота топлива, смазочных материалов и гидравлических жидкостей является необходимым условием сохранения качества этих продуктов при транспортно-складских и заправочных операциях, а также в процессе эксплуатации сельскохозяйственных машин, что обеспечивает надежность функционирования указанной техники.

Очистка топлив и масел от механических загрязнений и эмульсионной воды в условиях эксплуатации мобильных машин осуществляется главным образом фильтрованием через пористые перегородки, что связано с рядом преимуществ фильтров: стабильной тонкостью фильтрования, сравнительной простотой конструкции, отсутствием потребности в посторонних источниках энергии. Существует множество конструкций фильтров [1], и они постоянно совершенствуются. Так, разработана конструкция высокоэффективного двухступенчатого фильтра, изготовленного из пористого полимерного материала (рис. 1) [2]. Однако такие фильтры имеют ограниченный ресурс работы, что требует периодической замены фильтрационных элементов или их регенерации для удаления загрязнений, блокирующих рабочую поверхность фильтроэлемента.

Перспективным направлением является использование фильтров, конструкция которых позволяет осуществлять непрерывную регенерацию фильтрационных элементов непосредственно на фильтре без остановки процесса очистки. К таким устройствам относятся гидродинамические фильтры, при работе которых одновременно осуществляются процесс фильтрования жидкости через пористую перегородку и процесс гидродинамического воздействия инерционных сил потока жидкости на загрязнения, непрерывно удаляющиеся с поверхности этой перегородки [3]. Гидродинамические фильтры с неподвижными фильтрационными элементами имеют весьма простую конструкцию, но требуют отвода на сброс части очищаемого нефтепродукта для создания продольного потока жидкости вдоль пористой перегородки.

Гидродинамические фильтры могут успешно использоваться для очистки топлива, масел и гидравлических жидкостей от загрязнений в циркуля-

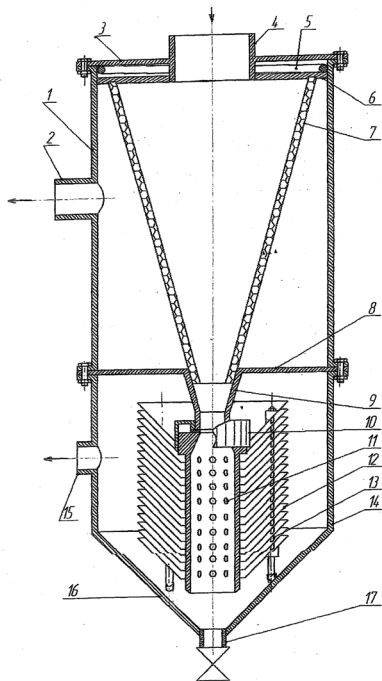


**Рис. 1. Двухступенчатый фильтр с фильтроэлементом из пористого полимерного материала:**

- 1 – корпус; 2 – входной патрубок; 3 – крышка;
- 4 – выходной патрубок; 5 – первая ступень; 6 – вторая ступень; 7 – чечевицеобразный диск; 8 – внутренний опорный выступ;
- 9 – внешний опорный выступ; 10 – центральное отверстие; 11 – нажимная пружина;
- 12 – глухая заглушка; 13 – проходная заглушка

ционных системах (например, в системах питания дизелей, в системах смазки двигателей и других агрегатов, в системах гидропривода и т.п.), где осуществляется возврат части нефтепродукта в бак системы, а также в тех средствах заправки, технологическая схема которых позволяет производить сброс части нефтепродукта из фильтра в расходную емкость (рис. 2) [4]. Однако при этом целесообразно производить дополнительную очистку сбрасываемого нефтепродукта для предотвращения накопления в баке или расходной емкости загрязнений, смываемых этим нефтепродуктом с рабочей поверхности фильтрационного элемента. Эту зада-

чу можно решить за счет гравитационной очистки части нефтепродукта, отводимого на сброс в бак циркуляционной системы или в расходную емкость средства заправки.



**Рис. 2. Устройство для очистки топлива в циркуляционных системах:**

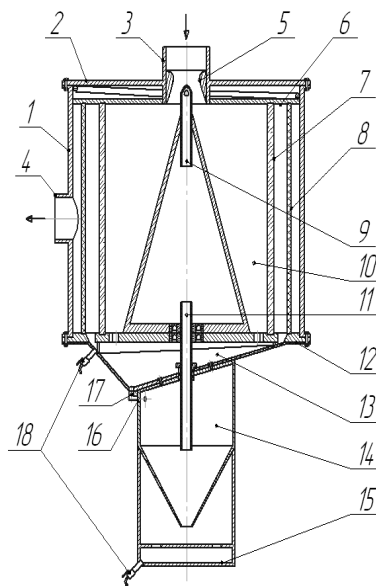
- 1 – корпус; 2 – патрубок выхода очищенного продукта;
- 3 – крышка; 4 – патрубок подвода продукта;
- 5 – пружина; 6 – основание фильтрационного элемента;
- 7 – пористая перегородка; 8 – днище корпуса;
- 9 – патрубок сброса части продукта; 10 – накидная гайка; 11 – перфорированная трубка; 12 – пакет конических тарелок; 13 – стяжка; 14 – насадка;
- 15 – патрубок возврата топлива в бак; 16 – днище насадки; 17 – патрубок слива отстоя

Для обеспечения равномерной подачи нефтепродукта на рабочую поверхность пористой перегородки и одинакового давления по всей ее высоте следует придать фильтрационному элементу криволинейную форму: например, в форме усеченного конуса, что обеспечивает переменную ширину его внутренней полости. Тогда при достаточно высокой вертикальной скорости потока им будут увлекаться частицы загрязнений, размеры которых значительно меньше размера поры. Это относится к фильтрационным элементам с порами, имеющими микро-размеры (5...100 мкм), соизмеримые с размерами твердых частиц загрязнений.

В процессе гидродинамического фильтрования некоторая часть нефтепродукта вместе с загрязнениями, не попавшими в пористую перегородку, также не поступит в эту перегородку и будет сбрасываться из внутренней полости фильтрационного элемента и отводиться обратно в бак циркуляцион-

ной системы или расходную емкость средства заправки. Для очистки сбрасываемого нефтепродукта, который содержит повышенную концентрацию загрязнений, с целью предотвращения их накопления в баке или расходной емкости, следует предусмотреть дополнительное очистное устройство. Таким устройством может служить динамический тарельчатый отстойник [4]. Повышается эффективность очистки продукта в динамическом отстойнике, так как скорость потока при движении по поверхности тарелок замедляется, что создаёт благоприятные условия для осаждения загрязнений.

В тех случаях, когда отсутствует возможность возврата части очищаемого нефтепродукта, сброшенного из гидродинамического фильтра, в какую-либо ёмкость, следует производить очистку этой части продукта до уровня чистоты, позволяющего применять его по прямому назначению. Разработано устройство, включающее в себя наряду с гидродинамическим фильтром гидроциклон для очистки нефтепродукта, сбрасываемого из гидродинамического фильтра, и струйный аппарат для возврата этого продукта во входной патрубок (рис. 3) [5]. Особенностью конструкции гидродинамического фильтра является наличие во внутренней полости цилиндрического фильтрационного элемента полый

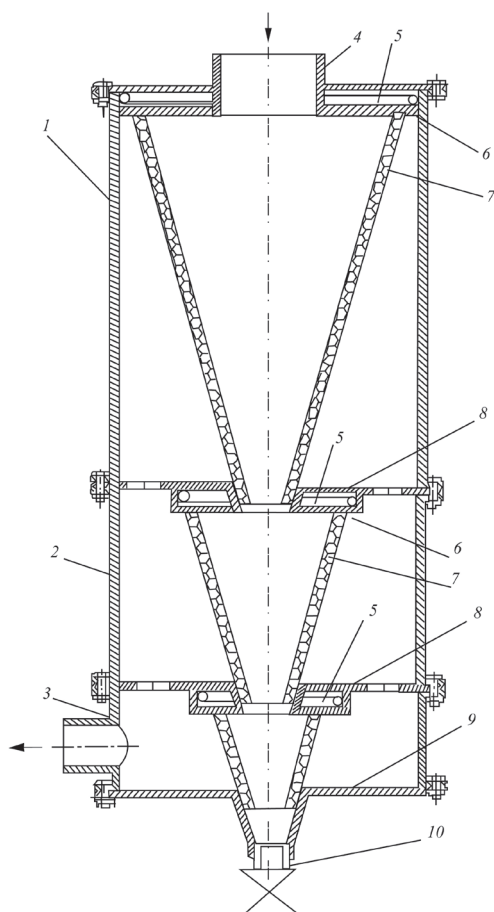


**Рис. 3. Схема устройства для очистки топлива:**

- 1 – корпус; 2 – крышка; 3 – входной патрубок;
- 4 – выходной патрубок; 5 – струйный аппарат;
- 6 – заглушка фильтрующего элемента;
- 7 – фильтрующе-коагулирующая полимерная перегородка; 8 – водоотталкивающая перегородка;
- 9 – всасывающая трубка струйного аппарата;
- 10 – коническая вставка; 11 – выходная труба гидроциклона; 12 – горизонтальная перегородка;
- 13 – коническое днище; 14 – гидроциклон;
- 15 – грязевая камера; 16 – питающий патрубок;
- 17 – патрубок сброса части продукта; 18 – спуск-кран;
- 19 – нажимная пружина

конической вставки, обеспечивающей равномерную подачу на его рабочую поверхность очищаемого продукта и одновременно служащей разделительным бачком между гидроциклоном и струйным аппаратом. Такое устройство обеспечивает очистку всего объема поступающего в гидродинамический фильтр нефтепродукта, но имеет довольно сложную конструкцию, поэтому широкого распространения не получило.

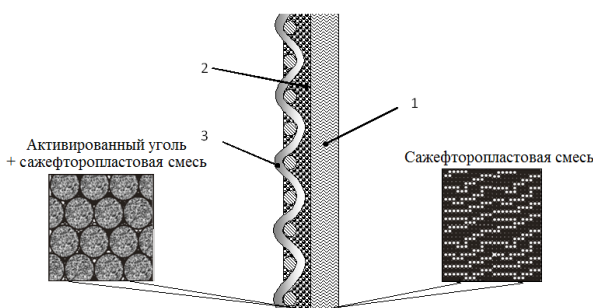
Перспективным направлением совершенствования гидродинамических фильтров является применение каскадной схемы очистки нефтепродуктов (рис. 4) [6]. Если при использовании единичного гидродинамического фильтра очистке подвергается не более 70...90% очищаемого продукта, то при трехступенчатой установке этих фильтров объем очищенного продукта составит 99,3...99,9%.



**Рис. 4. Каскадный гидродинамический фильтр:**

- 1 – корпус первой ступени; 2 – корпус второй ступени;
- 3 – корпус третьей ступени с патрубком выхода очищенного топлива; 4 – крышка с входным патрубком;
- 5 – пружина; 6 – основание фильтрационного элемента;
- 7 – гидрофобная пористая перегородка;
- 8 – промежуточное перфорированное днище со сливным патрубком; 9 – глухое днище со сливным патрубком; 10 – сливной вентиль

Помимо загрязнения нефтепродуктов механическими загрязнениями и влагой, отрицательное воздействие на качество горюче-смазочных материалов оказывают продукты окисления и полимеризации нефтяных углеводородов, в частности, фактические смолы. Для очистки топлива от механических загрязнений и фактических смол в результате сравнительных испытаний различных фильтрующих материалов выбран комбинированный двухслойный пористый наноматериал (рис. 5), изготовленный на основе активированного угля и ацетиленовой сажи с использованием в качестве связующего фторопластовой суспензии и армированный металлической сеткой [7].



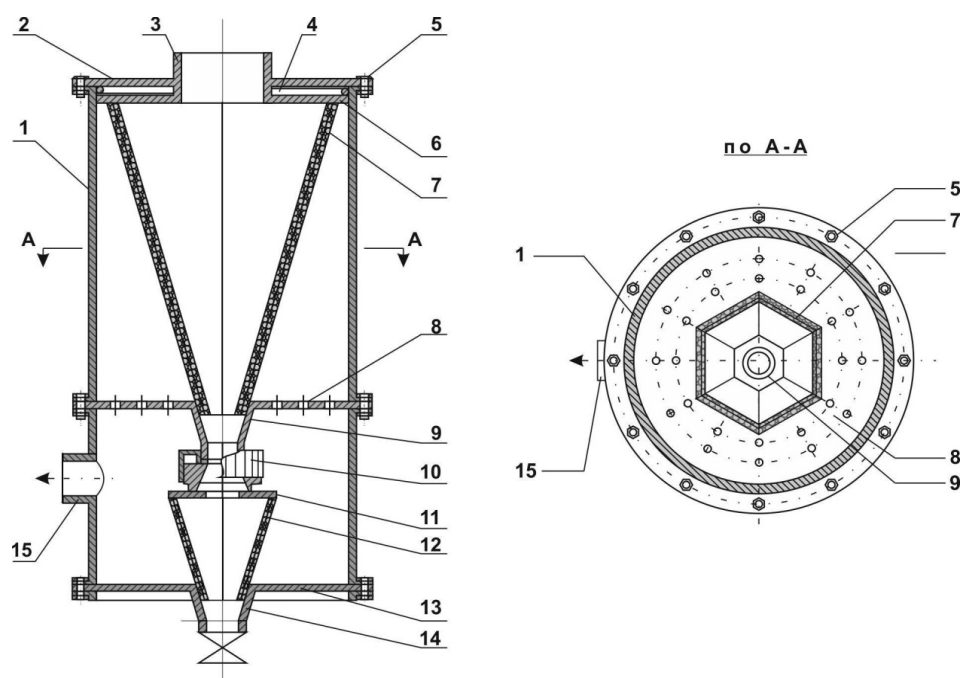
**Рис. 5. Комбинированный двухслойный фильтрующий материал:**

- 1 – гидрофобный слой;
- 2 – фильтрационный слой;
- 3 – металлическая сетка

Этот материал нашел применение в качестве пористой перегородки фильтрационного элемента устройства для комплексной очистки топлива от механических примесей, эмульсионной воды и продуктов окисления углеводородов (рис. 6).

Устройство представляет собой гидродинамический фильтр с фильтрационным элементом в форме правильной усеченной пирамиды и дополнительный фильтрационный элемент, предназначенный для очистки той части топлива, которая создает гидродинамический эффект на внутренней поверхности основного фильтрационного элемента и сбрасывается с этой поверхности. Дополнительный фильтрационный элемент геометрически подобен основному, но выполнен в масштабе 1:10, так как количество сбрасываемого топлива не превышает 10% от общего его количества, поступающего для очистки [8].

Для повышения эффективности очистки топлив и масел, используемых при эксплуатации сельскохозяйственной техники, устройства должны быть универсальными, т.е. обеспечивать комплексную очистку нефтепродуктов от механических загрязнений, эмульсионной воды, продуктов окисления, а также иметь максимальный ресурс работы за счет непрерывного или периодического удаления загрязнений с рабочей поверхности фильтрационного элемента в процессе эксплуатации.



**Рис. 6. Устройство для комплексной очистки дизельного топлива:**

- 1 – корпус; 2 – крышка; 3 – входной патрубок; 4 – пружина; 5 – болт в сборе;  
 6 – основание фильтрующего элемента; 7 – пористая перегородка;  
 8 – перфорированное днище; 9 – патрубок сброса части топлива; 10 – накидная гайка;  
 11 – основание дополнительного фильтрующего элемента;  
 12 – пористая перегородка дополнительного фильтрующего элемента; 13 – днище;  
 14 – патрубок слива отстоя; 15 – выходной патрубок

### Библиографический список

1. Коваленко В.П. Очистка нефтепродуктов от загрязнений / В.П. Коваленко, В.Е. Турчанинов. М.: Недра, 1990. 160 с.
2. Пат. № 2370303. Российская Федерация, МПК В01D2/4. **Фильтр для очистки жидкостей** / Коваленко В.П., Пирогов Е.Н., Улюкина Е.А., Королев И.А., Островский Е.А., Давлетьяров Ш.А. № 2008123496, заявл. 17.06.2008 г., опубл. 20.10.2009. Бюл. № 29. 8 с.
3. Финкельштейн З.Л. Применение и очистка рабочих жидкостей для горных машин. М.: Недра, 1986. 233 с.
4. Пат. № 2456055. Российская Федерация, МПК В01D36/04. **Устройство для очистки жидкостей в циркуляционных системах** / Коваленко В.П., Галко С.А., Улюкина Е.А., Косых А.И., Ерохин О.В., Воробев А.Н. № 201108692, заявл. 10.03.2011 г., опубл. 20.07.2012. Бюл. № 20. 7 с.
5. Пат. № 2426578. Российская Федерация, МПК В01D36/00. **Устройство для очистки жидкостей** /

Коваленко В.П., Галко С.А., Пирогов Е.Н., Улюкина Е.А., Косых А.И., Буряков А.С. № 2010106751, заявл. 26.02.2010 г., опубл. 20.08.2011. Бюл. № 23. 7 с.

6. Пат. № 2545332. Российская Федерация, МПК В01D29/56. **Каскадный гидродинамический фильтр-водоотделитель** / Ерохин И.В., Коваленко В.П., Косых А.И., Нагорнов С.А., Романцова С.В., Улюкина Е.А. № 2014104093, заявл.05.02.2014 г., опубл. 27.03. 2015. Бюлл. № 9. 6 с.

7. Коваленко В.П. Исследование фильтрационных свойств комбинированных пористых наноматериалов / Коваленко В.П., Улюкина Е.А., Приваленко А.Н., Коновалов В.В. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2013. № 1. С. 29–30.

8. Пат. № 2524215. Российская Федерация, МПК С10G31/09, В01D36/04. **Устройство для очистки дизельного топлива от загрязнений** / Коваленко В.П., Галко С.А., Улюкина Е.А., Коновалов В.В., Косых А.И. № 201317302, заявл. 17.04.2013 г., опубл. 27.07.2014. Бюл. № 21. 9 с.

**Коваленко Всеволод Павлович** – д.т.н., профессор кафедры автомобильного транспорта РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: 8-903-752-89-55; e-mail: v.kovalenko@yandex.ru.

**Улюкина Елена Анатольевна** – д.т.н., доцент, зав. кафедрой инженерной химии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: 8-910-430-59-10; e-mail: elenaulykina@rambler.ru.

**Липаева Мадина Абдулхайровна** – ст. н. с., ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России» РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева; Москва, ул. Молодогвардейская, 10; тел.: 8-910-472-49-54; e-mail: lipaeva\_m51@mail.ru.

Статья поступила 10.06.2015

## ENSURING CLEANLINESS OF FUELS AND OILS IN THE OPERATION OF AGRICULTURAL MACHINERY

**E.A. ULYUKINA, V.P. KOVALENKO, M.A. LIPAEVA**

Russian Timiryazev State Agrarian University

*Efficient operation of agricultural machinery depends on the purity of petroleum products used in its operation. Cleaning of fuels and oils is mainly carried out by filtration through a porous septum. The design of high efficiency two-stage filter was presented. However, these filters have a limited life time*

*A promising direction is the using of hydrodynamic filters, its design allows continuous regeneration of filter elements directly on the filter without stopping the cleaning process. Several designs of hydrodynamic filters for cleaning oil from mechanical impurities and water were presented.*

*The design of a hydrodynamic filter for the filtration of fuel, oils and hydraulic fluids from contamination in circulation systems (for example, in the power systems of diesel engines, lubrication systems of engines and other aggregates, hydraulic drives, etc.) was presented.*

*A device that includes, along with hydrodynamic filter, hydrocyclone for cleaning oil discharged from the hydrodynamic filter, and jet apparatus to return this product inlet. The design feature of the hydrodynamic filter is the presence in the inner cavity of the cylindrical filtration element hollow conical insert, which provides a uniform flow on the working surface of the cleaned product and at the same time serving as a separating tank between the hydrocyclone and the jet apparatus.*

*A promising direction of improvement of the hydrodynamic filters is the application of the cascade scheme of the purification of petroleum products, using of three-tier installation of these filters is the volume of the purified product can be increased to 99,9%.*

*For fuel purification from mechanical impurities and actual pitches there was selected combined two-layer porous nanomaterial, it consist of the basis of activated carbon and acetylene black with the use of the binder PTFE suspension. This material was used as the porous septum in the filter design for complex cleaning of fuel. The device is a two-stage hydrodynamic filter with a filtering element in the form of a regular truncated pyramid.*

*Device for cleaning of fuels and oils used in the operation of agricultural machinery, should be universal, i.e. provide a comprehensive cleaning oil, and have a maximum service life, it can be ensured by the application of hydrodynamic filters.*

*Key words: cleaning oil, hydrodynamic filter, porous materials*

### References

1. Kovalenko V.P. Purification of petroleum products from contamination / V.P. Kovalenko, V.I. Turchaninov. M.: Nedra, 1990. 160 p.
2. Pat. № 2370303. Russian Federation. IPC B01D2/4. Filter for the purification of liquids / Kovalenko V.P., Pirogov E.N., Ulyukina E.A., Korolev I.A., Ostrovskii E.A., Davletyarov S.A. № 2008123496, Appl. 17.06.2008, publ. 20.10.2009. Bul. № 29. 8 p.
3. Finkelstein Z. L. Application and cleaning fluids for mining machines. M.: Nedra, 1986. 233 p.
4. Pat. № 2456055. Russian Federation. IPC B01D36/04. Device for cleaning liquids in circulation systems / Kovalenko V.P., Galko S.A., Ulyukina E.A., Kosykh A.I., Erokhin O.V., Vorobev A.N. № 201108692, Appl. 10.03.2011., publ. 20.07.2012. Bul. № 20. 7 p.
5. Pat. № 2426578. Russian Federation. IPC B01D36/00. Device for cleaning liquids / Kovalen-

ko V.P., Galko S.A., Pirogov E.N., Ulyukina E.A., Kosykh A.I. Buryakov A.S. № 2010106751, Appl. 26.02.2010, publ. 20.08.2011. Bul. № 23. 7 p.

6. Pat. № 2545332. Russian Federation. IPC B01D29/56. Cascade hydrodynamic filter water separator / Erokhin I.V., Kovalenko V.P., Kosykh A.I., Nagornov S.A., Romantsova S.V., Ulyukina E.A. № 2014104093, Appl. 05.02.2014, publ. 27.03. 2015. Bul. № 9. 6 p.

7. Kovalenko V.P. Investigation of the filtration properties of the composite porous nanomaterials /

Kovalenko V.P., Ulyukina E.A., Privalenko A.N., Konovalov V.V. // Mechanization and electrification of agriculture. 2013. № 1. Pp. 29–30.

8. Pat. № 2524215. Russian Federation. IPC C10G31/09, B01D36/04. Device for cleaning diesel fuel from contamination / Kovalenko V.P., Galko S.A., Ulyukina E.A., Konovalov V.V., Kosykh A.I. № 201317302, Appl. 17.04.2013, publ. 27.07.2014. Bul. № 21. 9 p.

***Kovalenko Vsevolod Pavlovich*** – Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of road transport Russian Timiryazev State Agrarian University, 127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; tel.: 8-903-752-89-55.

***Ulyukina Elena Anatol'evna*** – Doctor of Engineering Sciences, Professor, head. the Department of engineering chemistry, Russian Timiryazev State Agrarian University, 127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; tel.: 8-910-430-59-10; e-mail: elenaulykina@rambler.ru.

***Lipaeva Madina Abdulhairovna*** – senior researcher of the FAA 25th state research Institute of applied chemistry of the Ministry of defense of Russia, Russian Timiryazev State Agrarian University; Moscow, Molodogvardeyskaya str., 10; tel.: 8-910-472-49-54; e-mail: lipaeva\_m51@mail.ru.

*Received 10 June 2015*