

БАЙРАМОВ
Жахангир Мехралиевич

бакалавриат, Петрозаводский государственный университет
(Петрозаводск, Российская Федерация)
fridan.adval@mail.ru

КОНСТРУИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ ОЧИСТКИ МАСЛА

Научный руководитель:

Черняев Леонид Алексеевич

Рецензент: А. А. Селиверстов

Статья поступила: 26.05.2022;

Принята к публикации: 03.11.2022;

Размещена в сети: 25.12.2022

Аннотация. В статье рассматривается процесс конструирования гидродинамического фильтра для его последующего использования на технике. Автор показывает конструкцию фильтра, особенности его работы и расчетные формулы процесса движения жидкости в фильтре. В результате проектирования фильтра представлена 3D-модель гидродинамического фильтра в программе «SOLIDWORKS». Фильтры данных классов все еще совершенствуются и дорабатываются, имеют важную значимость в отраслях производства. Также рассматривается вопрос дальнейшего исследования фильтрации процессами центробежных сил и перепадов давления.

Ключевые слова: гидродинамический фильтр, конструирование, очистка масел, центробежный фильтр, гидродинамика, расчетные формулы.

Для цитирования: Байрамов Ж. М. Конструирование гидродинамического фильтра для очистки масла // StudArctic Forum. 2022. Т. 7, № 4. С. 41—46.

ВВЕДЕНИЕ. На данный момент существуют различные конструкции фильтров, которые имеют свои преимущества и недостатки. Слово «фильтр», как правило, ассоциируется с сетчатым элементом с порами, гофрированной бумагой в виде сепаратора, который очищает масло от примесей, тяжелых частиц и фракций.

Такой фильтр используется один раз, пока поверхность окончательно не засорится. После использования фильтр из гофрированной бумаги заменяют новым, что приводит к финансовым тратам и необходимости тратить время на их замену. Кроме того, когда время использования фильтра подходит к концу, масло очищается не до конца, что способствует ухудшению характеристик системы и механизма. Помимо данных фильтров существуют центробежные фильтры для очистки масла, которые установлены на технике.

Гидродинамические фильтры во многом превосходят центробежные, так как обслуживание данных фильтров не требует больших затрат и времени. Гидродинамические фильтры работают согласно законам гидродинамики движения жидкостей.

Вопросами разработки гидродинамического фильтра занимались такие ученые, как Финкельштейн З. Л., Байрамов М. Б., Девисилов В. А и др. По данной тематике существует большое количество литературных источников. Целью исследования является выбор наиболее оптимального варианта конструирования гидродинамического фильтра с последующим улучшением фильтрующей поверхности. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- изучается система смазки двигателей тракторов, в т. ч. с центробежным фильтром для очистки масла;
- конструируется гидродинамический фильтр для очистки масла, и описываются особенности его работы;
- предлагаются рекомендации, связанные с вариантами конструкции гидродинамического фильтра для последующего внедрения.

СИСТЕМА СМАЗКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ТРАКТОРОВ. Система смазывания

выполняет следующие функции:

- обеспечивает на всех режимах работы двигателя работоспособность узлов трения путем подачи необходимого количества масла под оптимальным давлением к трущимся поверхностям, предотвращая появление сухого или граничного трения, задигов детали;
- уменьшает силу трения и износ трущихся пар;
- удаляет с поверхности трения продукты износа и коррозии, а также абразивные частицы;
- удаляет с поверхности деталей и агрегатов продукты термического разложения;
- охлаждает узлы трения и детали двигателя;
- защищает детали двигателя от коррозии. [Ксеневиц, 2001: 175]

Смазка в двигателях происходит за счет моторных масел, которые имеют следующие эксплуатационные свойства: смазывающие и вязкостно-температурные, термоокислительную стабильность, моющие, антиокислительные и антикоррозионные. [Кузнецов, 2004: 91]

Наглядное представление системы смазывания показано на рисунке 1.

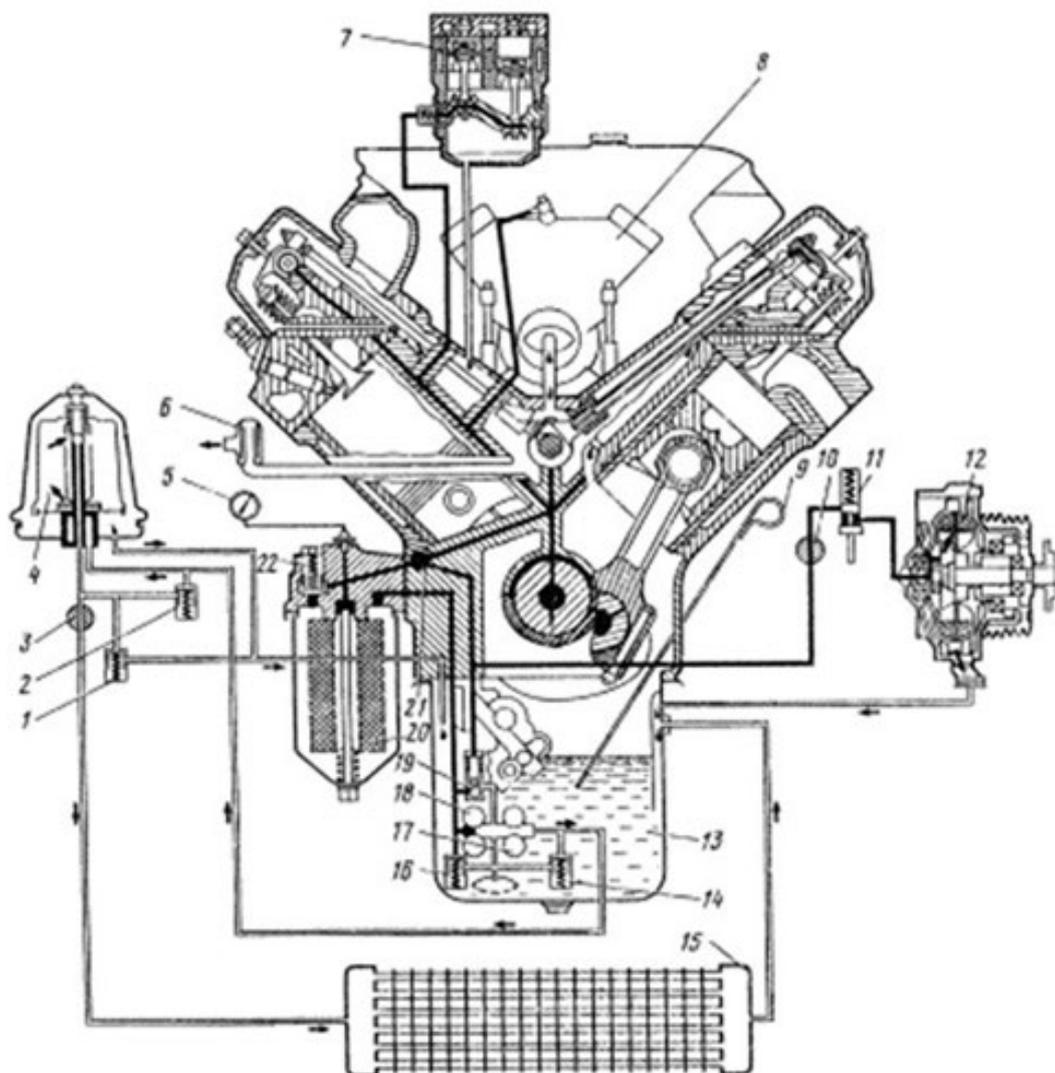


Рис. 1. Циркуляционная комбинированная система смазывания двигателя

1 – сливной клапан; 2 – перепускной клапан; 3 – кран; 4 – центробежный фильтр; 5 – указатель; 6 – сверление; 7 – компрессор; 8 – топливный насос; 9 – шуп; 10 – кран включения; 11 – золотниковый клапан с термодатчиком; 12 – гидромуфта привода вентилятора; 13 – поддон картера; 14, 16 – редукционные клапаны; 15 – радиатор; 17 – насос прокачки масла центробежного фильтра; 18 – двухсекционный насос; 19 – дифференциальный клапан; 20 – полнопоточный фильтр; 21 – главная масляная магистраль; 22 – перепускной клапан.

Центробежные очистители (центрифуги) производят очистку масла от более тяжелых примесей за счет действия центробежных сил. На автомобильных и тракторных двигателях ставят центрифуги, имеющие 5000...8000 мин⁻¹ оборотов, тонкость очистки при этом может достигать 1...3 мкм. Центрифуги в подавляющем большинстве случаев имеют гидравлический привод. По типу гидравлического привода ротора центрифуги разделяются на реактивные и реактивно-активные, использующие принцип гидравлической турбины.

В центрифугах с реактивным приводом вращение ротора осуществляется за счет реакций струй масла, выходящего под давлением с большой скоростью из тангенциально направленных жиклеров. Масло, вытекающее из жиклеров, сливается в поддон двигателя. Недостатком этого вида очистки является аэрация масла, вытекающего струями из жиклеров. У реактивно-активных центрифуг такого недостатка нет, у них отсутствует наружный сопловой аппарат, а масло, поступающее в ротор центрифуги, направляется на лопасти турбины. Давление в системе ограничивает перепускной клапан.

Чтобы система очистки масла была компактной и не требовала бы дополнительных фильтров, возникает необходимость замены существующего центробежного фильтра на гидродинамический фильтр с реактивными соплами, где движение жидкости осуществляется за счет перепада давления в системе.

Гидродинамический фильтр – это универсальный фильтр, который работает за счет законов гидродинамического движения жидкости по поверхностям элементов фильтра. Ротор фильтра очищает засоренную поверхность фильтра создаваемыми потоками жидкостных сил (продольными и центробежными).

Сконструированный фильтр очищает масло от примесей. Для наглядного представления спроектирована модель фильтра с использованием программы «SOLIDWORKS».

На рисунке 2 представлены результаты проектирования.

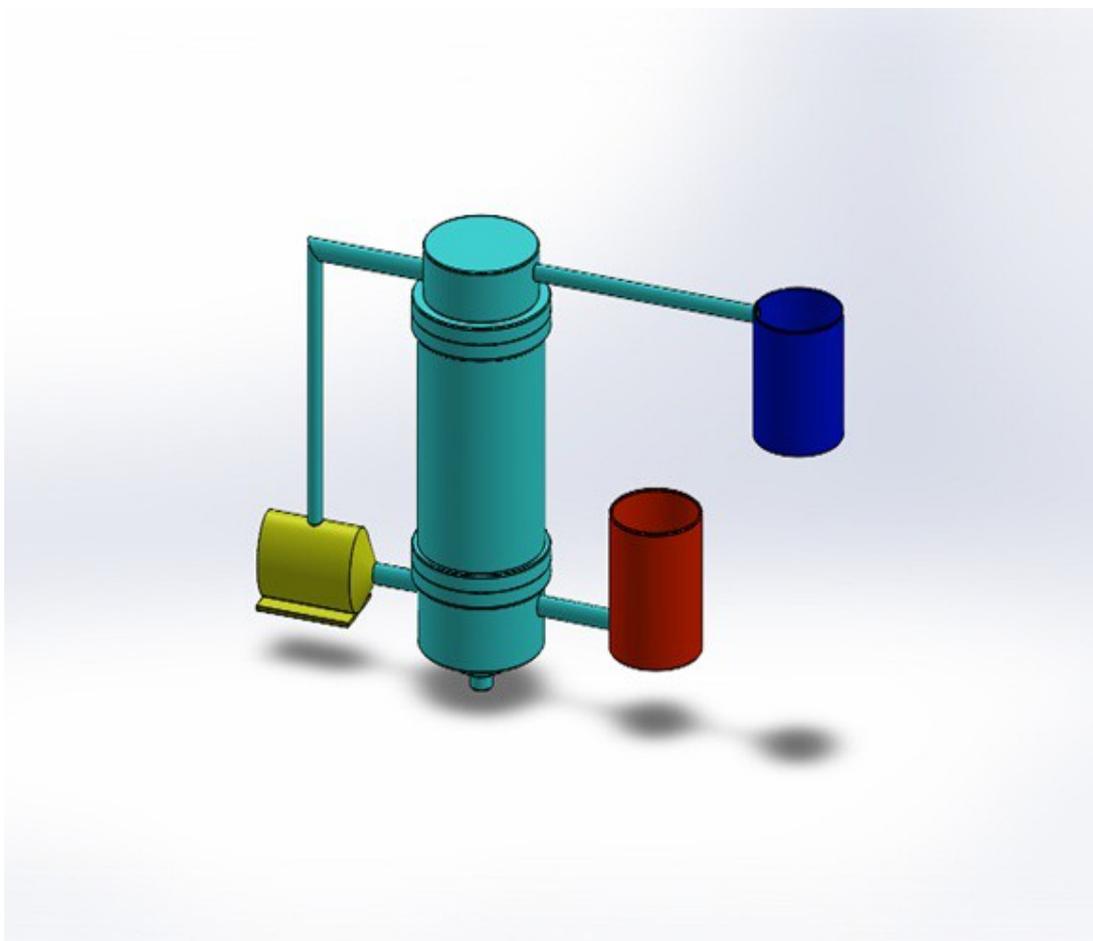


Рис. 2. 3D-модель гидродинамического фильтра

На модели фильтра (рисунок 2) представлен не только сам фильтр, но и всасывающий насос с баком неочищенной жидкости и баком очищенной жидкости. Изображенная на модели установка имеет опознавательные цвета: красный, бирюзовый, желтый и голубой.

Под цветами деталей модели представлены следующие элементы:

- красный – неочищенное масло;
- бирюзовый – гидродинамический фильтр;
- желтый – всасывающий насос высокого давления;
- синий – очищенное масло.

Процесс работы установки состоит в следующем: масло всасывается насосом высокого давления, проходит через нижний патрубок бака, далее масло проходит по патрубку вверх, проникая в гидродинамический фильтр. Масло очищается и через верхний патрубок сливается в бак. Разрабатываемый фильтр предполагается использовать в наиболее распространенных тракторах в народном хозяйстве марки МТЗ.

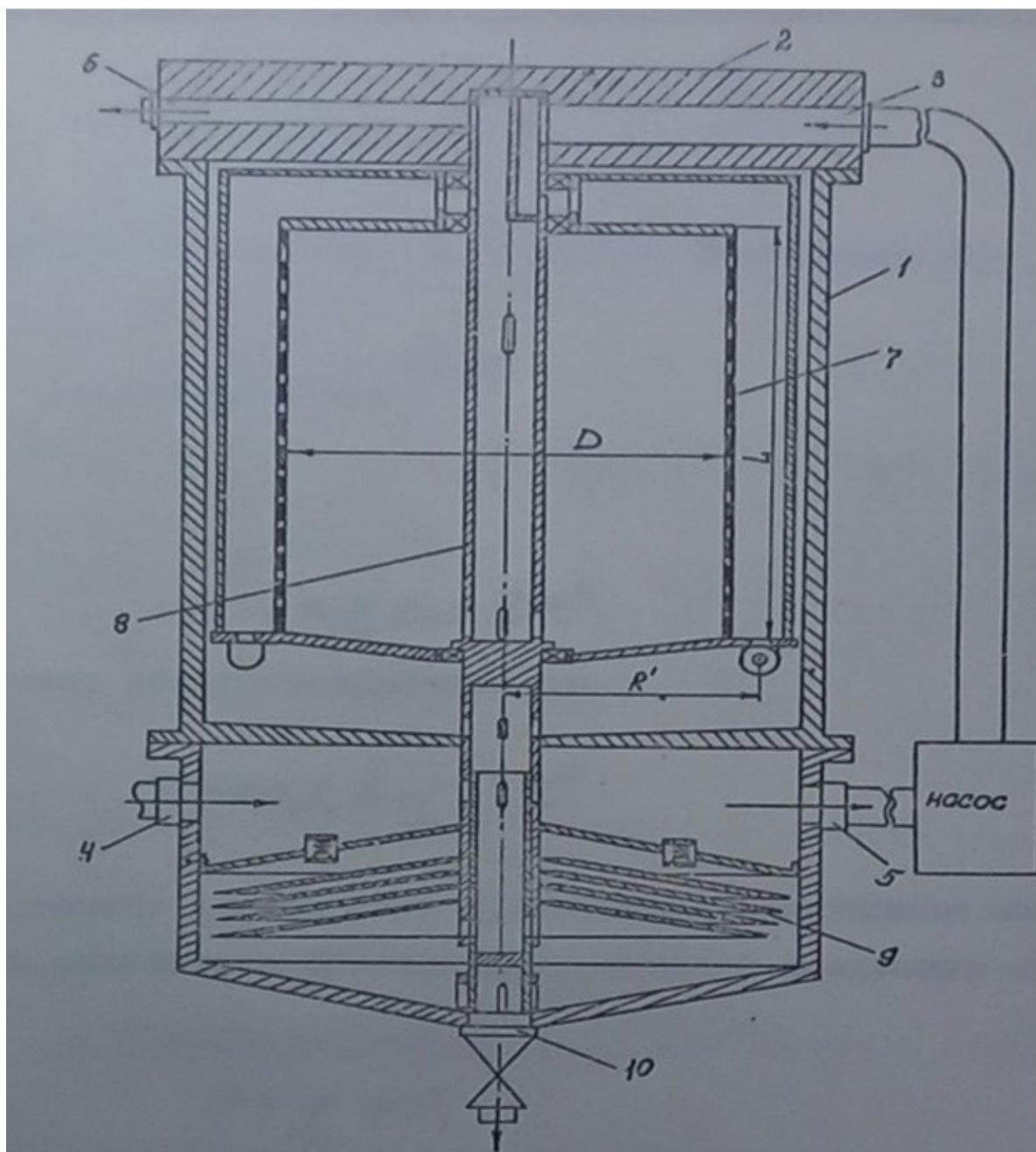


Рис. 3. Схема гидродинамического фильтра

1 – корпус; 2 – верхняя крышка; 3, 4, 5 – патрубки неочищенной жидкости; 6 – патрубок очищенной жидкости; 7 – сетчатый фильтр саржевого плетения тканый; 8 – полая труба; 9 – сепаратор.

По схеме фильтра (рисунок 3) видно, что жидкость движется вокруг полой трубы, образуя вихри Тейлора, за счет чего и происходит гидродинамический эффект.

Реактивные сопла производят центробежное вращение и продольное перемещение жидкости вдоль сетчатого элемента, регенерируя ее. Этот эффект дает преимущество и ставит гидродинамический фильтр выше центрифуг.

РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ. Существуют ламинарный и турбулентный режим движения жидкости. Ламинарное движение жидкости происходит без перемешивания и пульсаций, то есть слоями. Турбулентный режим движения происходит с перемешиваниями жидкости, а именно происходит диффузия.

Теоретический закон распределения скоростей по сечению потока с ламинарным режимом в трубе выражается формулой (1):

$$u = \gamma \times i(r^2 - y^2)/(4 \times \mu), \quad (1)$$

где u – скорость движения слоя жидкости; i - гидравлический уклон; r - радиус трубы; μ - динамический коэффициент вязкости.

Распределение скоростей выражается следующей формулой (2):

$$(u_{\max} - u)/u^* = (1/x) \ln[r/(r - y)], \quad (2)$$

где u^* - динамическая скорость; x - универсальная постоянная Прандтля, равная, по опытам Никурадзе, 0,4.

Динамическую скорость можно определить по формуле (3):

$$u^* = v\sqrt{\lambda}/8, \quad (3)$$

Формулы взяты из источника [Савин, 1978: 32]

ИТОГИ РАБОТЫ. По результатам исследований гидродинамического фильтр выбран один из опытных вариантов конструкции фильтра.

Гидродинамический фильтр имеет достаточно много преимуществ по сравнению с другими фильтрами. Достоинства:

- непрерывная регенерация фильтра;
- отсутствие расходных материалов и комплектующих для обеспечения непрерывной и бесперебойной эксплуатации фильтра;
- нержавеющая сетка в качестве фильтрующего материала;
- саморегулируемость числа оборотом ротора в зависимости от степени загрязненности жидкости и перепада давления;
- возможность регулирования степени очистки без замены сетки.

Гидродинамический фильтр будет внедряться на тракторы "Беларус" МТЗ – 82, тягового класса: 1,4; с мощностью двигателя: 59,25 кВт (80 л. с). Данный фильтр с перечисленными выше преимуществами заменит центробежный фильтр, установленный в системе смазки двигателей тракторов марки МТЗ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ксенович И. П. Тракторы. Конструкция: Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Наземные транспортные системы» и специальности «Автомобиле- и тракторостроение». Москва : МГТУ «МАМИ», 2001. 821 с.

Кузнецов А. В. Топливо и смазочные материалы. Москва : КолосС, 2004. 199 с.

Савин И. Ф., Сафонов П. В. Основы гидравлики и гидроприводов : учебник для строительных техникумов. Москва : Высш. школа, 1978. 222 с.

vector99. narod : Гидродинамические фильтры / химико - лабораторное оборудование. URL: <http://vector99.narod.ru/about.html>. (дата обращения: 13.07.2022).

Jahangir M. BAYRAMOV

bachelor's degree, Petrozavodsk State University
(Petrozavodsk, Russian Federation)
fridan.adval@mail.ru

CONSTRUCTION HYDRODYNAMIC FILTER FOR OIL CLEANING

Scientific adviser:

Leonid A. Chernyaev

Reviewer: A. Seliverstov

Paper submitted on: 05/26/2022;

Accepted on: 11/03/2022;

Published on: 12/25/2022.

Abstract. The article discusses the process of designing a hydrodynamic filter for its further use in technology. The author shows the design of the filter, the features of its operation and the calculation formulas for the process of fluid movement in the filter. As a result of filter design, a 3D model of a hydrodynamic filter is presented in the SOLIDWORKS program. Filters of these classes are still being improved and finalized, they are of great importance in industries. The author also considers the issue of further study of filtration by processes of centrifugal forces and pressure drops.

Keywords: hydrodynamic filter, construction, oil cleaning, centrifugal filter, hydrodynamics, settlement formulas

For citation: Bayramov J. M. Construction hydrodynamic filter for oil cleaning. *StudArctic Forum*. 2022; 7(4): 41—46.

REFERENCES

Ksenevich I. P. Tractors. Construction: Textbook for university students studying in the direction of "Ground transport systems" and the specialty "Automobile and tractor construction". Moscow : MSTU "MAMI", 2001. 821 p.

Kuznetsov A.V. Fuel and lubricants. Moscow : KolosS, 2004. 199 p.

Savin I. F., Safonov P. V. Fundamentals of hydraulics and hydraulic drives : textbook for construction technical schools. Moscow : Higher. school, 1978. 222 p.

vector99. narod : Hydrodynamic filters / chemical laboratory equipment. URL: <http://vector99.narod.ru/about.html>. (accessed: 13.07.2022).