

Министерство Высшего и среднего специального образования
Республики Узбекистан

Ташкентский Государственный Технический Университет
им. Абу Райхана Беруний
Авиационный факультет

На правах рукописи

Тема: «Повышения эффективности очистки ГСМ от механических
примесей и воды»

Специальность: 5А520901 - «Техническая эксплуатация летательных
аппаратов и их систем»

Нигматов Хусан Хикматулла угли

ДИССЕРТАЦИЯ

На соискание степени магистра

Руководитель:

Ташкент -

Оглавление

	стр.
Введение.....	3
Глава I.	
1. Анализ литературных источников и патентных исследований в области очистки ГСМ от механических примесей и воды.....	5
Глава II.	
2.1. Теоретические исследования установки по очистки ГСМ от воды.....	22
2.1.1. Методика предварительного расчета центрифуги.....	28
2.2. Разработка модернизированной центрифуги для очистки ГСМ.....	39
2.2.1. Конструкция и принцип действия привода центрифуги.....	41
2.2.2. Разработка и исследования нового фильтра для очистки ГСМ от воды	45
2.2.3. Обоснование использование цепной передачи в конструкции нового фильтра.....	47
2.3. Расчет фильтра с комбинированными наполнителями.....	56
Выводы	60
Список использованной литературы.....	61

Введение

В связи с пополнением самолето – моторного парка (СМП) АТК НАК «Узбекистан хаво йуллари» самолетами западного производства, в последние годы приобретены средства спецтранспорта (ССТ) западного производства с дизельными двигателями. Запуск и эффективная работа которых зависит от качества топлива, используемая на ССТ западного производства не отвечает требованиям эксплуатации, в частности, по загрязненности топлива механическими примесями и наличие воды [8,10].

Известно, что если в топливе имеется вода, то она находится в нижних отстойных зонах с небольшим содержанием топлива. Эту воду обычно называют отстойной, или свободной, она накапливается на дне емкости из-за большой пластности, чем плотность нефтепродукта. Измерениями установлено, что после длительного отстаивания на дне резервуаров складов ГСМ может накопиться слой воды толщиной в несколько сантиметров. Верхний слой, наоборот, состоит в основном из топлива и содержит в очень малом количестве растворенную воду. В нижнем и верхнем слоях находится мельчайшие капли соответственно топлива и воды, образуя эмульсии.

Несмотря на обширный экспериментальный материал, накопленный при изучении взаимной растворимости жидкостей, общей количественной теории растворимости до сих пор создать не удалось. В отношении взаимной растворимости жидкостей применимо известное правило: подобное растворяет подобное.

Если механические примеси в ГСМ могут привести к отказу агрегатов топливной (масляной) системы, то наличие воды существенно ухудшает свойства этих ГСМ. Отрицательное влияние воды на свойства ГСМ [5] зависит от ее количества в топливе, состояния, в котором она находится, а также химического состава топлива.

Кроме того, наличие в топливе воды ухудшает низкотемпературные свойства (снижает прокачиваемость, понижает температуру начала кристаллизации,

приводит к замерзанию фильтров), понижает термоокислительную стабильность топлива, повышает их коррозионную активность (учитывая наличие в ГСМ органических и неорганических соединений), способствует росту загрязненности топлива механическими частицами, продуктами окисления и микроорганизмами, а также ухудшает противоизносные свойства.

Учитывая значительное отрицательное влияние воды на свойства ГСМ, для удаления воды применяются разнообразные методы и устройства [6]: вымораживание топлива; отстаивание в специальных отстойниках или отделение воды с применением центрифуг; обезвоживание топлива электрическим полем; обезвоживание путем массообмена- перехода влаги из топлива в охлажденный воздух (азот) и достижения ее динамического равновесия; фильтрационные методы с применением специальных пористых перегородок, основанные на явлении адсорбции ряда веществ и поглощении растворенной воды и др.

Основными недостатками этих методов и устройств являются высокая металло-энергоёмкость при невысокой эффективности по производительности.

В связи с вышеизложенным очистка топлива от механических частиц и удаление воды является актуальной задачей при проектировании новых и модернизация существующих устройств.

Научная новизна и фактическая ценность данной диссертационной работы заключается в совершенствовании центрифуги, а также будет разработан и исследован новая высокоэффективная фильтровальная установка путем расчета и проектирования основных характеристик.

Глава I. 1. Анализ литературных источников и патентных исследований в области очистки ГСМ от механических примесей и воды.

Нефте продукты восстанавливают с использованием штатного неземного оборудования средств службы ГСМ, причем одни способы применяют для исправления качества продукта до норм ГОСТ, ТУ, другие для восстановления продукта с незначительным отклонением качества по отдельному показателю с целью допуска его с определенными условиями ограничения применение.

В настоящее время на предприятиях ГА применяются следующие способы восстановления качества ГСМ [9].

Отстаивание применяют для восстановления кондиционности по содержанию механических примесей и воды. Производительность отстаивания зависит от температуры и разности в плотностях загрязнений и нефтепродукта. Частицы механических примесей диаметром 2 мкм в топливе ТС-1 при 20°C за 90 часов оседают на 1 метр. Количество загрязнений через 20 часов отстоя при 12°C в вертикальных цилиндрических резервуарах уменьшается в 2 раза. Частицы размерами более 30 мкм в вертикальных цилиндрических резервуарах оседают полностью через 3-5 ч. Масла отстаивают 2 суток в подогретом до 70-80°C состоянии. Эффективность отстаивания значительно улучшается, если температура продукта остается постоянной. В большей степени этому соответствует отстаивание в подземных резервуарах. Осушки ГСМ методом отстаивания менее эффективна, чем очистка от механических примесей из-за возникновения устойчивой мелкодисперсной эмульсии. В топливе ТС-1 при 15°C капли воды размерами 30 мкм оседают за 1ч, 25 мкм - за 3ч, 20 мкм - за 10ч, 10 мкм - за 25ч. Эффективность осушки топлив методом отстаивания может быть повышена использованием конических отстойников и тарельчатых топливозаборников, при использовании которых топлива перекачивают из резервуара в резервуар до достижения необходимой степени обезвоживания. При большом содержании воды масла осушают методом нагрева выше температуры кипения воды. Ее удаляют из масел длительным

отстаиванием и выпариванием при температуре 105...110°C в течение 36 ч. Перед выпариванием воды масло выдерживают при температуре 70...80°C в течение 6...7 ч. Синтетические масла осушают барбатированием нагретого до 115...120°C воздуха через объем (100л) в течение 2...3 ч.

Фильтрацию как метод восстановления качества ГСМ используют в основном для очистки топлив и масел от механических примесей. При использовании фильтров-сепараторов удаляется свободная вода, однако при наличии устойчивой эмульсии использование фильтров-сепараторов мало эффективно. Для восстановления качества ГСМ по механическим примесям и воде методом фильтрации их перекачивают по замкнутому контуру.

Адсорбционная очистка. Для восстановления кондиционности топлив и бензинов по содержанию смол применяют адсорбенты (цеолиты). Для адсорбционной очистки используют технологическую схему со стационарным слоем адсорбента. При этом процессе восстановления качества топлив включает при 130...180°C в течение 3...5 ч, пропускание продукта через слой силикагеля и регенерацию силикагеля в режиме его активации в том же адсорбере. Количества продукта, качество которого может быть восстановлено на одной загрузке силикагеля, подбирают опытным путем. Восстановленный на силикагеле продукт подвергается очистке фильтрами тонкой очистки.

Фильтры и фильтры-сепараторы. При выборе очистителя, помимо таких характеристик, как размер удерживаемых частиц, прочность, пропускная способность, гидравлическое сопротивление, следует учитывать также срок службы фильтра, удобство обслуживания [10]. Фильтрационный материал не должен влиять на топливо так же, как и топливо не должно влиять на фильтр. Некоторые типы фильтрационных материалов медленно растворяются или распадаются в определенных жидкостях, другие виды имеют свойство задерживать присутствующие в топливе антикоррозионные вещества, вязкостные присадки или другие полезные примеси. Все эти факторы взаимосвязаны и не могут рассматриваться изолированно друг от друга.

Сетчатые фильтроэлементы. Сетки различных типов являются наиболее распространенным фильтрующим материалом. Для изготовления сетки применяется проволока круглого сечения, реже — прямоугольного. Проволока изготавливается из латуни, фосфористой бронзы, никеля, нержавеющей стали. Тонкость очистки жидкости определяется размерами стороны ячейки в свету.

Ниже приведены номинальные размеры стороны ячейки в свету для сеток с квадратными отверстиями по ГОСТ 6613—73.

№ сетки.	0,25	0,2	0,18	0,15	0,1	0,035	0,071	0,03	0,05	004
Число ячеек на 1 см	694	918	1040	1170	3460	4430	6400	10000	13900	20450

Пластинчатые фильтроэлементы. Пластинчатый фильтроэлемент образуется путем набора большого количества тонких пластин, между которыми устанавливаются проставки, толщина которых определяет размер фильтрующей щели. Пластинчатые фильтры, выпускаемые отечественной промышленностью, имеют зазоры 0,08, 0,12 и 0,2 мм, поэтому применяются они в основном для грубой очистки жидкостей. Пластинчатые фильтры снабжены обычно устройством для частичной очистки фильтроэлемента без разборки фильтра

Металлокерамические фильтроэлементы. Путем спекания различных металлических порошков можно получить пористую массу, которая с успехом может быть применена как фильтрационный материал. Номинальная тонкость очистки жидкости металлокерамическими фильтрами составляет 2...65 мкм, абсолютная — 13...100 мкм и зависит от размера гранул порошка.

Бумажные фильтрующие элементы. Фильтрующие бумаги изготавливаются из древесной целлюлозы или хлопковых волокон и для повышения, механической прочности и эластичности пропитываются бакелитовой или эпоксидной смолой. Номинальная тонкость фильтрации изменяется от 2 до 40 мкм. Фильтроэлементы могут работать при температурах окружающей среды от -56 до +135°С. При более высоких температурах фильтрующие элементы расклеиваются.

Фильтрующие материалы из тканей. В качестве тканевых фильтрующих материалов применяют: батист, шелк, фильтродиагональ, капроновые и нейлоновые ткани, стеклоткань. Номинальная тонкость очистки, обеспечиваемая тканевыми фильтроэлементами, обычно составляет 15...30 мкм. На фильтрационные свойства ткани влияет толщина нити, тип переплетения нитей, их толщина, плотность. Повышение числа слоев ткани улучшает очистку топлива. При использовании трех слоев можно получить тонкость фильтрации в 10 мкм [1,2].

Фильтроэлементы из нетканых материалов. Нетканый фильтрационный материал представляет собой волокнистые слои с хаотическим расположением волокон. Волокна между собой склеивают. В качестве волокнистой массы используется обычно капрон (основа) и хлопок (наполнитель) либо только хлопок. Волокнистая масса пропитывается бутил-каучуковым латексом или поливинилацетатной эмульсией ПВАЗ. Нетканые материалы обеспечивают тонкость фильтрации 20...30 мкм; применяя несколько слоев, можно повысить тонкость фильтрации до 5...10 мкм..

Недостатком этих фильтрующих элементов является выделение накопленных загрязнений и самого фильтрующего материала в жидкость.

Пористые фторопласты. Для получения этих фильтроэлементов смешивают порошок политетрафторэтилена с поваренной солью (NaCl) определенного помола и спрессовывают в специальной форме. Затем образец подвергают термообработке и охлаждению. При кипячении хлористый натрий вымывается, а в пластинах образуются поры. Фильтроэлементы из пористых фторопластов обеспечивают задержание частиц до 10...14 мкм.

Все фильтры наземной очистки топлива условно разделяют на фильтры грубой (предварительной), тонкой очистки и фильтры-сепараторы. Фильтры грубой очистки удерживают загрязнения размером более 15 мкм, фильтры тонкой очистки — менее 15 мкм, а фильтры-сепараторы — еще и эмульсионную воду.

Конструкцию фильтра обычно образуют корпус со штуцерами подвода, и

отвода жидкости, фильтрующий элемент и иногда устройство для контроля уровня загрязненности последнего.

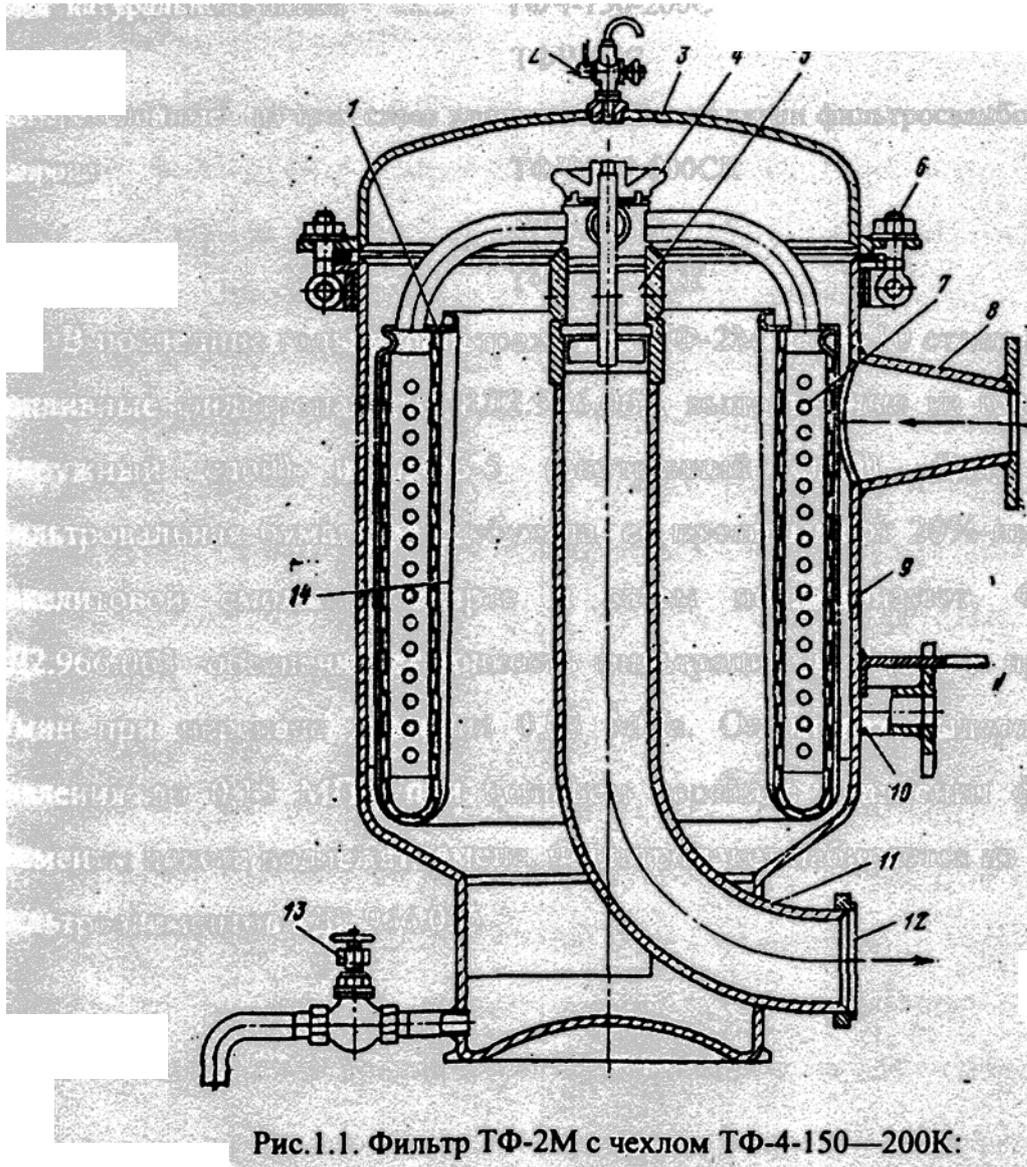


Рис.1.1. Фильтр ТФ-2М с чехлом ТФ-4-150—200К:

1 — шнур; 2-воздушный кран; 3—крышка; 4 — гайка крепления чехла; 5 —кольцо; 6-болт крепления крышки; 7-корзинка; 8 - входной патрубок; 9-корпус; 10-патрубок для отсоса топлива; 11— центральная труба; 12 — выходной патрубок, 13-кран слива отстоя;14—чехол.

На рис.1.1. [10] показана схема фильтра ТФ-2М. Внутри цилиндрического корпуса 9 на центральной трубе 11 установлена корзина 7, обтянутая фильтрационным чехлом 14. Чехлы на корзине закрепляются шнуром. Фильтрационные чехлы в зависимости от применяемого материала

имеют следующие обозначения:

Двухслойные из хлопчатобумажной ткани плащпалатка ТФЧ-150-200К

Трехслойные (шелк-фетр-шелк) ТФЧ-16К

Четырехслойные из трех слоев хлопчатобумажной ткани фильтросванбой и одного слоя натурального шелка ТФЧ-150-200С
ТФЧ-16С

Четырехслойные из трех слоев хлопчатобумажной ткани фильтросванбой и одного слоя капрона
ТФЧ-150-200СК
ТФЧ-16СК
ТФЧ-35-39СК

В последние годы в фильтрах типа ТФ-2М и ТФ-10 стали применяться топливные фильтропакеты 8Д2.966.063, выполненные из бумаги АФБ-1К (наружный слой) и АФБ-5 (внутренний слой). Для того чтобы фильтровальная бумага не разбухала, ее пропитывают 20%-ным раствором бакелитовой смолы в спирте и затем полимеризуют. Фильтропакет 8Д2.966.063 обеспечивает тонкость фильтрации до 5 мкм и прокачку 1000 л/мин при перепаде давления 0,03 МПа. Он может выдержать перепад Давления до 0,15 МПа, при большем перепаде давления фильтрующие элементы пакета подлежат замене. Фильтропакет набирается из 12 фильтроэлементов 8Д2.966.055.

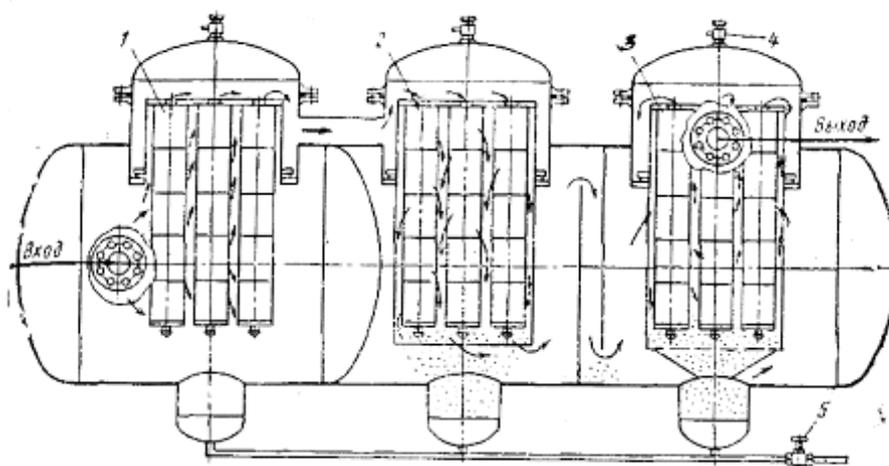


Рис. 1.2. Фильтр-сепаратор СТ-2000.

Фильтры-сепараторы серийно изготавливаются двух типов—одноступенчатые и трехступенчатые. На рис 1.2 приведена схема

трехступенчатого фильтра-водоотделителя СТ-2000 (8Д2.965.001). В корпусе размещены три секции с фильтроэлементами, через которые последовательно проходит фильтруемое топливо. В первой секции расположен фильтрующий пакет 1, главное назначение которого — очищать жидкость от частиц загрязнений. Однако здесь также происходит частичное укрупнение капель. Материалом изготовления фильтроэлементов служат два слоя бумаги АФБ-1К. (ТУ 374—59) и АФБ-5 (ТУ 7—66), пропитанные 20%-ным раствором бакелита в спирте с последующей полимеризацией. Фильтроэлементы 2 второй секции выполнены многослойными — один слой стеклоткани, два слоя материала ФПА-15-2 и слой бумаги АФБ-5, которые имеют явно выраженные гидрофобные свойства. Основным назначением фильтроэлементов 2 является укрупнение капель эмульсионной воды. Это происходит в толще фильтропакетов. Естественно, фильтропакет задерживает и частицы загрязнений, крупные капли размером 100 мкм и более оседают в водоотстойник. Однако более мелкие капли уносятся потоком и подходят к третьей водоотбойной ступени фильтра-сепаратора 3, выполненного в виде гофрированных цилиндров из слоя капрона и бумаги АФБ-5. Поверхность бумаги пропитана специальной гидрофобизирующей жидкостью ГКЖ-94 с последующей полимеризацией.

Мелкие капельки воды накапливаются на поверхности фильтроэлемента, постепенно укрупняются и скатываются с поверхности в водоотстойник.

Описанный фильтр-сепаратор обеспечивает практически 100%-ное отделение эмульсионной воды и тонкость фильтрации 5 мкм при прокачке топлива до 2000 л/мин. В нижней части фильтра-сепаратора устанавливаются трубопровод и кран 5 для слива отстоя воды, в верхней части каждая секция имеет кран 4 для стравливания воздушных пробок.

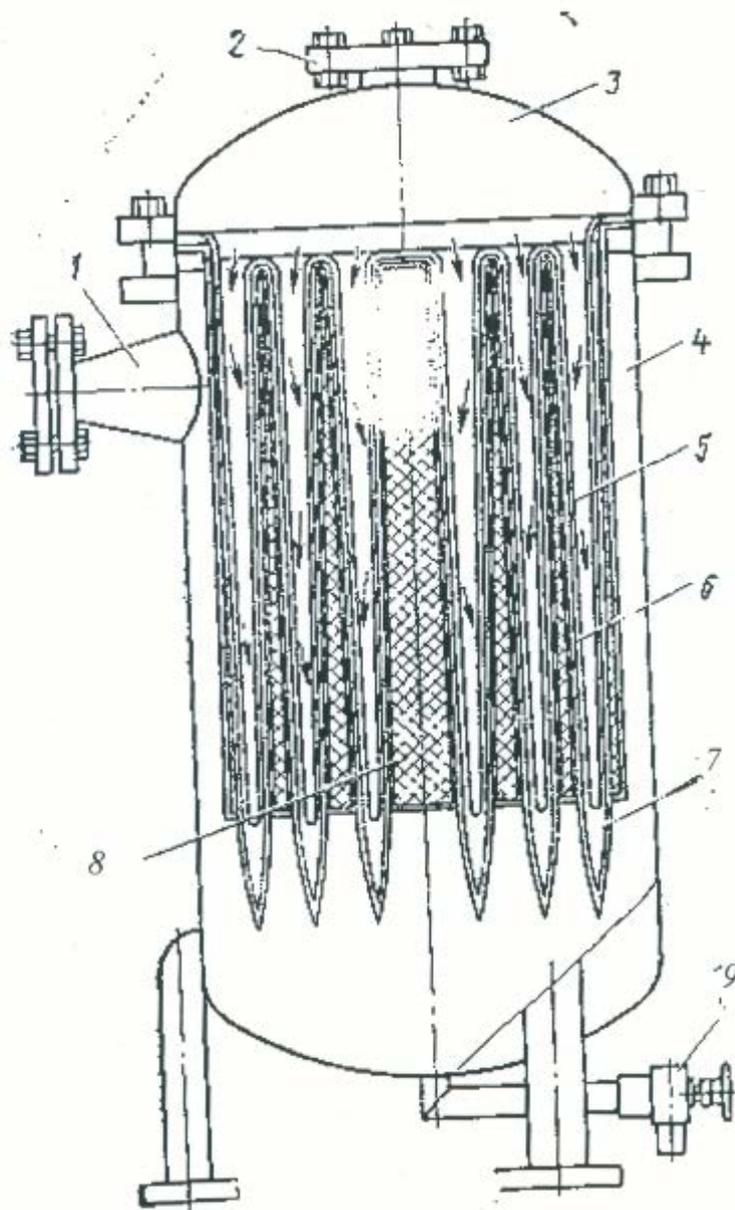


Рис. 1.3. Фильтр-сепаратор СТ-500-2:

1 – выходной патрубок; 2 – входной патрубок; 3 – крышка; 4 – корпус; 5 – фильтрационный чехол; 6 – водоотделяющий чехол; 7 – шлейф; 8 – сливной кран; 9 – каркасы

Фильтр-сепаратор СТ-500-2 (рис. 1.3) выполнен в виде цилиндрического сосуда, внутри которого находятся три концентрично расположенные корзины, на которые надеты фильтрационный и водоотделяющий чехлы. Крышка 3 фильтра является съемной для замены фильтроэлементов. В нижней части корпуса имеется трубопровод с краном 8 для слива отстоя воды. К корпусу приварены опорные стойки для установки на фундамент. Фильтрующий чехол состоит из одного слоя ткани фильтросванбоя, водоотделяющие чехлы — из двух слоев шелка, между

которыми уложена смесь органических гидрофильных и гидрофобных волокон (70% хлопка, 30% капрона). Водоотделяющий чехол заканчивается шлейфами 7, по которым капли воды стекают вниз в отстойную зону. Фильтр-сепаратор СТ-500 при прокачке 500л/мин обеспечивает 100%-ное отделение эмульсионной воды при тонкости фильтрации 20...30 мкм.

В настоящее время ведутся научные разработки по созданию новых, более совершенных конструкций фильтров [11...13]. Однако, несмотря на многообразие конструкций фильтров и материалов, применяемых при изготовлении фильтроэлементов, существующие конструкции в настоящее время полностью решить задачу тонкой очистки топлива не могут. Это объясняется органически присущими фильтроматериалам следующими основными недостатками:

трудностью получения в фильтрующем материале множества стабильных по размерам капиллярных каналов малого диаметра;

небольшой грязеемкостью и малым ресурсом (особенно у фильтроматериалов, обеспечивающих высокую тонкость очистки);

малой пропускной способностью и большим гидравлическим сопротивлением;

недостаточной прочностью и пластичностью фильтроматериалов; плохим восстановлением свойств многих пористых сред при промывке засорившихся фильтроэлементов;

проникновение загрязнений и фильтроматериалов в очищаемую жидкость; высокой стоимостью.

Так же известен статический сепаратор предназначенный для очистки дизельного топлива от воды, который содержит корпус 1, впускной 2 и выпускной 3 патрубки, конические тарелки 4, отражатель 5, отстойную зону 6 и кран 7 для слива топлива (рис. 1.4.) [10].

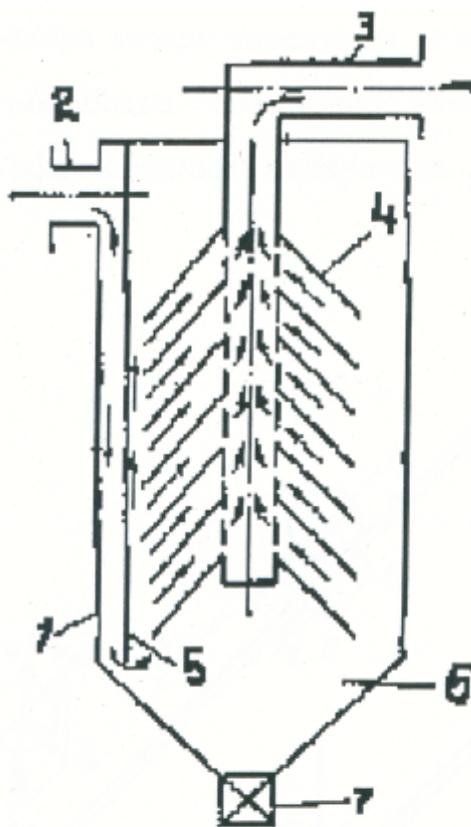


Рис.1.4. Статический сепаратор.

Обводненное топливо поступает через патрубок 2 в корпус 1. Ударяясь в отражатель 5, поток растекается по всей камере и становится медленным. Под действием разрежения, создаваемого насосом, установленным за сепаратором, топливо поступает в межтарелочное пространство. Капли и глобулы воды слоя топлива, находящегося между тарелками 4, оседают на Наклонной поверхности тарелок. Затем они объединяются, укрупняются и скатываются в отстойник. Нефтепродукт по мере прохождения межтарелочного пространства освобождается от воды, а вместе с ней от адсорбированных на поверхности капель твердых, жидких и микробиологических загрязнений. Очищенное топливо поступает в выпускной патрубок 3. Вода из отстойной зоны 6 периодически сливается через кран 7.

По существу статический сепаратор представляет собой отстойник с коническими тарелками, эффективность которого зависит от скорости движения топлива и зазора между тарелками, а также от их угла наклона, материала и качества обработки. Чем больше капли воды, тем быстрее они осаждаются, тем

выше эффективность сепаратора.

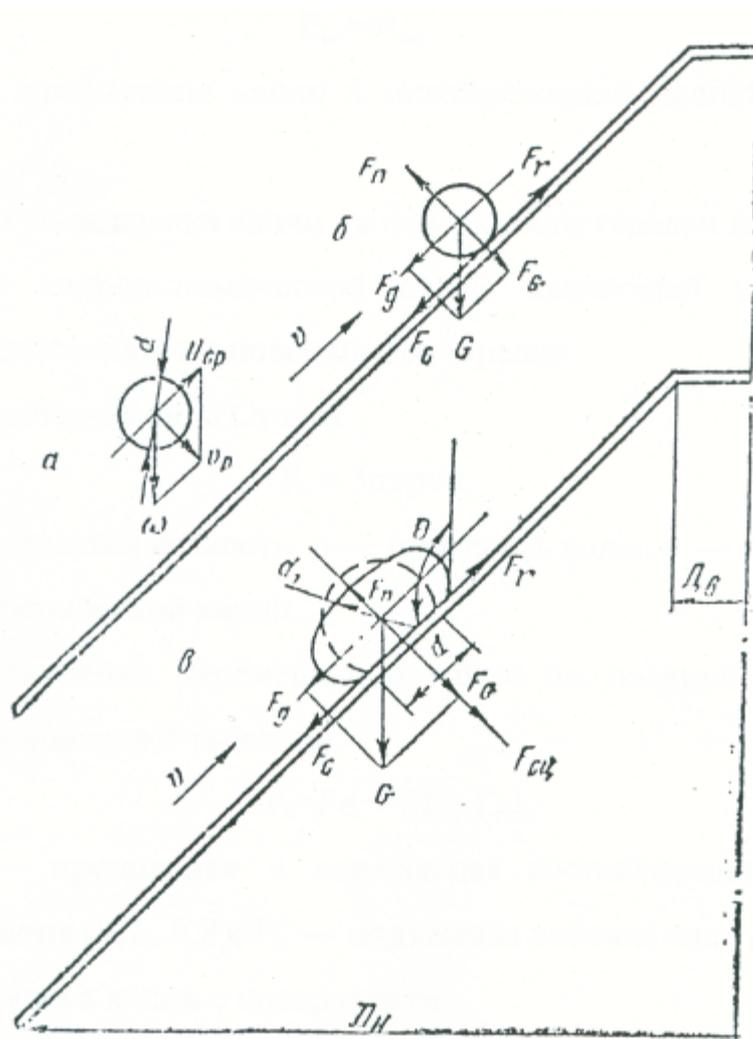


Рис.1.5. Схема движения и осаждения капли воды в межтарелочном пространстве.
а-гравитационное осаждение, б-задержка капли, в-скатывание капли.

Процесс отделения воды (рис.1.5). Первый этап. — осаждение отдельных капель воды под действием гравитационной силы, взаимодействующей с гидродинамической силой трения, обусловленной вязкостью жидкости.

Поток очищаемого нефтепродукта, разделяясь по межтарелочным полостям, движется в них плоскопараллельно с увеличивающейся в радиальном направлении скоростью. Капля воды, участвующая в этом движении, опускается к поверхности нижней тарелки со скоростью V_p , которая является результирующей скоростей осаждения капли W и потока U_{cp} . При движении капля диаметром d находится

под действием силы тяжести за вычетом подъемной силы Архимеда и силы вязкостного трения.

В общем виде вероятность осаждения капли в слое топлива

$$E_{oc} = t/t_{oc}$$

где t — время пребывания капли в межтарелочной полости; t_{oc} — время осаждения.

Второй этап — задержка капли на поверхности тарелки или ее вынос при взаимодействии гидродинамической силы, толкающей каплю, и силы сопротивления движению по поверхности тарелки.

Гидродинамическая сила Стокса

$$F_r = 3\eta v r v_d,$$

где η — кинематическая вязкость; ρ — плотность воды; V — скорость потока в окрестности сферической капли.

Сила сопротивления перемещению капли по поверхности тарелки в Момент соприкосновения с тарелкой

$$F_c = F_d + f(F_G - F_N),$$

где F_d и F_G — продольная и нормальная составляющие капли; f — Коэффициент трения (0,7...0,8); F_N — подъемная лобовая сила [14]. Вероятность уноса капли с поверхности

$$P_{yh} = F_r / F_c$$

Вероятность задержки капли на поверхности

$$P_3 = 1 - P_{yh}$$

Общий коэффициент осаждения капель эмульсионной воды диаметром s !

$$W_i = E_{oc} P_3 = E_{oc} (1 - P_{yh}).$$

Третий этап — укрупнение капель, движение их к периферии тарелок, осаждение в отстойной зоне.

Капли, осевшие на поверхности тарелки, растекаются (краевой угол смачивания θ), образуют более крупные капли, которые удерживаются на поверхности тарелки силами, обусловленными поверхностным натяжением воды и топлива. Укрупнившиеся капли скатываются под действием силы F_d .

Условие скатывания капли

$$F_{\text{д}} > F_{\text{г}} + f(F_{\text{Г}} + F_{\text{сц}} - F_{\text{п}})$$

где $F_{\text{сц}}$ — силы сцепления капли воды, направленные перпендикулярно поверхности тарелки.

Расчеты на ЭВМ с использованием приведенных выше зависимостей показали, что для повышения эффективности очистки топлива от воды в статических сепараторах необходимо:

уменьшать высоту отстаивания, то есть уменьшать зазор между тарелками:

увеличивать время отстаивания капель воды, то есть увеличивать длину образующей тарелки (увеличивать наружный $D_{\text{н}}$ и уменьшать внутренний $D_{\text{в}}$ диаметры тарелок);

уменьшать скорость потока, то есть уменьшать пропускную способность сепаратора или увеличивать число тарелок.

Эффективность статического сепаратора можно увеличить за счет введения направляющего кожуха (рис. 1.6), обеспечивающего движение топлива в межтарелочном пространстве не по радиусу, а по спирали, а также за счет радиального гофрирования тарелок, создающего лучшие условия коагуляции и отекания капель воды. Для сравнения были проанализированы результаты работы статических сепараторов с такими показателями.

	Вариант 1	Вариант2
Диаметр тарелки, мм:		
наружный	160	315
внутренний	70	145
Высота пакета тарелок, мм	300	300
Зазор между тарелками, мм	3... 12	2

В варианте 1 статический сепаратор без направляющего кожуха при обводненности топлива 0,5 и 1 % (зазор между тарелками 3 мм) обеспечивает полноту водоотделения соответственно 0,47 и 0,56%. Увеличение зазора понижает полноту водоотделения. Наличие направляющего кожуха увеличивает полноту водоотделения с 0,56 до 0,82%.

В варианте 1 статический сепаратор без направляющего кожуха при обводненности топлива 0,5 и 1 % (зазор между тарелками 3 мм) обеспечивает полноту водоотделения соответственно 0,47 и 0,56%. Увеличение зазора понижает полноту водоотделения. Наличие направляющего кожуха увеличивает полноту водоотделения с 0,56 до 0,82%.

Увеличение микро-неровностей конических тарелок от 10 до 20 и до 40 мкм снижает полноту водоотделения соответственно с 0,56 до 0,42 и до 0,18%. Микронеровности препятствуют коагуляции и стеканию капель воды и увеличивают возможность выноса капель потоком топлива.

В варианте 2 сепаратор без направляющего кожуха обеспечивает Полноту водоотделение 0,75 при обводненности топлива 0,1%.

Основным недостатком статического сепаратора является то что он работает на разрешение который в свою очередь приводит к увеличению гидравлического сопротивления перед насосом вследствие чего, уменьшается Кавитационный запас последнего.

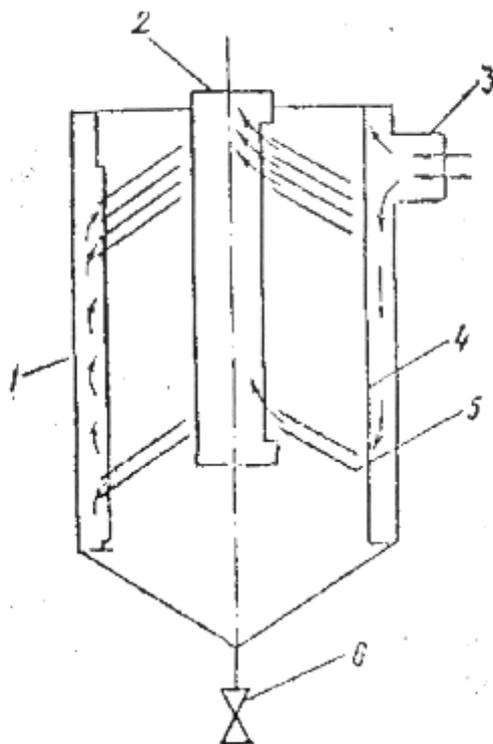


Рис. 1.6. Статический сепаратор с кожухом:

- 1 — корпус; 2 и 3 — выпускная и впускная трубы; 4 — кожух;
5 — конические тарелки; 6 — кран.

На рис. 1.7 приведена центрифуга для очистки ГСМ в двигателях внутреннего сгорания А.с.№476898 МКИ В 04в 1/04 [16].

Описываемая центрифуга отличается тем, что вставка состоит из двух усеченных конусов, сопряженных меньшими основаниями, при этом на боковой поверхности конусов выполнены выступы, образующие каналы для отвода механических примесей. Это повышает эффективность очистки.

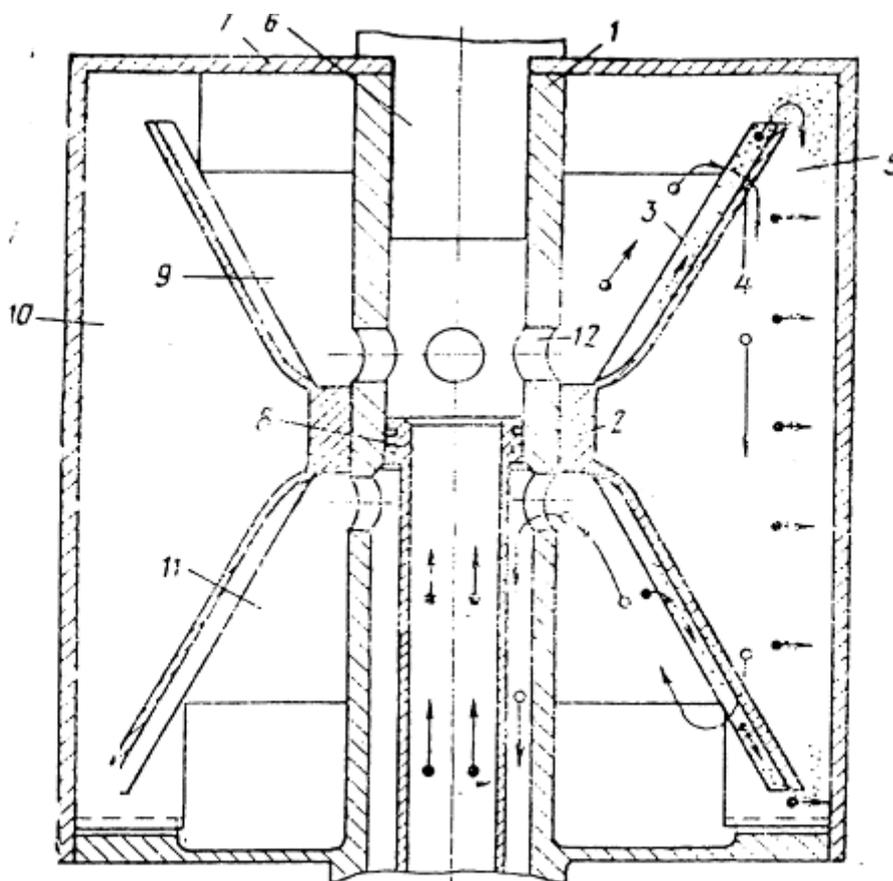


Рис. 1.7. Центрифуга для очистки ГСМ в двигателях внутреннего сгорания.

На колонке 1 ротора устанавливается вставка 2, состоящая из двух (нижнего и верхнего) усеченных конусов 3. В каждом конусе имеются каналы 4. К колонке 1 ротора кронштейном 6 крепится барабан 7. Внутри колонки ротора устанавливается маслоподводящая трубка 8. Вставкой 2 ротор разделен на три полости: боковую верхнюю 9, основную 10 и боковую нижнюю 11. Каналы 4 выходят за пределы усеченных конусов 3 и входят в основную полость 10.

Здесь следует подчеркнуть, что центрифуга служит только для очистки ГСМ от механических примесей и не приспособлена для удаления воды.

Для работы ротору сообщают частоту вращения 5000мин^{-1} . Масло по трубке 8 и через отверстия 12 входит в полость 9, где механические частицы под действием центробежного поля осаждаются на внутреннюю усеченного корпуса 3, а затем с частью масла в результате разности угловых скоростей жидкости и корпуса поступают в каналы 4. Вследствие того, что удельный вес смеси масла с механическими примесями больше, чем масла, и под действием попутного потока загрязнения по каналу 4 выводятся из полости 9 в зону максимального центробежного поля полости 10, где плотно оседают на стенку барабана у. Далее поток масла выходит из полости 9, огибает кромку усеченного конуса 3 и входит в полость 10, где масло интенсивно очищается. Затем поток масла огибает кромку конуса 3 и входит уже с большей скоростью в полость 11. При этом механические примеси оседают на внутреннюю поверхность усеченного конуса 3 и по каналу 4 отводятся вследствие центробежных сил в полость 10- в застойную зону около стенки барабана.

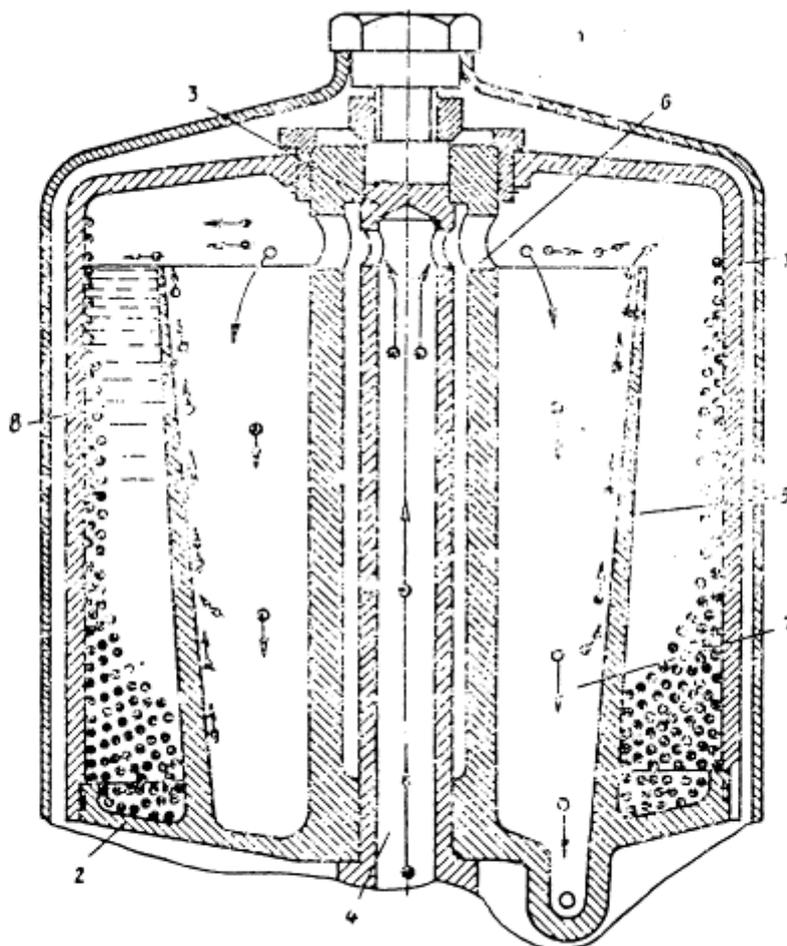


Рис . 1.8. Центрифуга для очистки жидкостей.

Известно также центрифуга для очистки жидкости по А.с. №535962 МКИ В04в 1/04 (рис. 1.8) [17], где коническая вставка представляет собой выступ в днище ротора, а выходное отверстие канала для подвода жидкости расположено над выступом.

Она содержит ротор 1 с днищем 2, установленный на колонне 3 с каналом 4 для подвода жидкости, и выступ 5 в днище 2. Канал 4 имеет выходное отверстие 6, которое расположено над выступом 5. Выступ 5 установлен с образованием кольцевых проточной 7 и застойной 8 зон.

Работает центрифуга следующим образом.

Поток масла по каналу 4 через отверстие 6 поступает в верхнюю часть ротора 1, где крупные частицы центробежным полем отбрасываются на стенку ротора 1, а наиболее мелкие выделяются на наклонной поверхности выступа 5 и по ней скользят вверх, поступая в застойную кольцевую зону 8. Частицы в этой зоне изолированы и находятся в спокойной жидкости. При встряхивании ротора они не вымываются, так как потоки выходящего масла не входят в зону 8. Очищенное масло выводят из ротора 1.

Данная центрифуга также не сепарирует виды из-за несовершенства конструкции.

Рассматривая и анализируя существующих устройств можно заключить [18...26], что в основном достигается очистка жидкостей от механических примесей различных размеров, но удаление воды практически не происходит. Удаление воды осуществляется преимущественно посредством различных фильтров, что не обеспечивает большие производительности.

В данной диссертации делается попытка совершенствование Центрифуги для осветления жидкостей, а также будет разработан и Исследован высокоэффективная фильтровальная установка для удаления воды из дизельного топлива большой производительности с проведением Расчета основных характеристик с учетом эксплуатационной особенности.

Глава II. 2.1. Теоретические исследования установки по очистки

ГСМ от воды.

Существует центрифуга для тонкослойного осветления жидкостей которая состоит из корпуса 1, коллекторной емкости 9, крышки 2 и ротора 3,8 (общий вид установки, рис.2.1.) [14].

Корпус 1 литой, имеет две полости. Внешняя полость образована внешней цилиндрической стенкой, конусообразным выступом и дном, внешняя полость кольцевая и является застойной зоной. Дно застойной зоны 4 имеет скат, что позволяет отводить в одну точку осевшие на дне частицы загрязнений. В нижней точке дна застойной зоны 14 имеется патрубок для отвода смеси. Конусообразный выступ предназначен для изоляции отделенных частиц загрязнений от воздействия потока жидкости. На верхнем торце внешней стенки с наружной стороны выполнен паз под уплотнительное кольцо 13.

Внутренней полостью является объем заключенный в конусообразный выступ. В эту полость помещается ротор. Дно внутренней полости имеет тангенциальный патрубок для подвода суспензии подлежащей очистке. Для обеспечения равномерного распределения жидкости по проходной площади тонкослойной концентричной вставки дно внутренней полости выполнено спирально поднимающимся от входного патрубка. В центре дна выполнено сквозное отверстие под подшипник 10 осевого вала 3 ротора. На внешней поверхности гнезда с наружной стороны выполнена резьба, предназначенная для монтажа коллекторной емкости 9. Снизу дно корпуса имеет наплывы с гребнями под шпильки для крепления центрифуги.

Коллекторная емкость 9 литая, имеет цилиндрическую форму, сквозная, выполнена съемной. В верхней части внутренней поверхности стенки выполнена резьба для крепления к корпусу 1. За резьбой диаметр отверстия уменьшается и становится равным диаметру вала ротора, Коллектор имеет радиальный патрубок для отвода очищенной жидкости. Внутренняя полость коллектора имеет расширение в месте установки патрубка. На внутренней стенке коллектора над расширенной полостью и под ней предусмотрены пазы под уплотнительные

кольца 12.

Крышка 2 центрифуги штампованная тарельчатая. Периферийная часть, на ширине не мешающей вращению лучей конуса 5, выполнена плоской. Середина крышки углубленная. Такая конструкция позволяет изолировать зону удаления частиц загрязнений из конусов в застойную зону от воздействия интенсивного потока очищенной жидкости. В центре крышки выполнено "глухое" гнездо под подшипник 11. Периферийная часть с внешней стороны имеет борт, который плотно садится на поверхность корпуса.

Ротор центрифуги состоит из оси 3, образующего конуса 4, тонкослойной концентричной вставки из усеченных конусов 5, запирающей шайбы 7 и гайки 8.

Ось ротора 3 представляет собой полый вал с радиальными отверстиями в средней и нижней части. Отверстия в средней части являются входными, предназначены для отвода очищенной жидкости из полости образующего конуса 4. Отверстия в нижней части являются выходными, сообщают внутреннюю полость вала 3 с коллекторной емкостью 9. Нижняя часть осевого вала 3 под выходным отверстием выполнена сплошной. Вал 3 проходит насквозь через коллекторную емкость 9. На нижний конец вала 3 устанавливается шкив ременной передачи (не показан). На внешней поверхности вала 3 под входным отверстием имеется ступенчатый выступ, на котором открыта резьба для установки образующего конуса 4 и запирающей гайки 8. Направление резьбы подобрано таким образом, что вращение ротора закрепляет образующий конус 4. Резьба открыта не на всю длину выступа, что предотвращает сквозной проход образующего конуса 4.

Образующий конус 4 выполнен в виде конического стакана с отверстием в центре основания. На поверхности отверстия открыта резьба. В верхней части отверстие имеет гнездо с диаметром равным диаметру ступени вала. Это позволяет совмещать торцевые поверхности основания конуса 4 и ступени вала 3. Для предотвращения люфта в соединении вала 3 и образующего конуса 4 толщина основания последнего выполнена большой.

Тонкослойная концентричная вставка образована путем концентричной

установки на образующий конус усеченных конусов 5 с постоянным шагом. Постоянный шаг обеспечивается установкой между конусами 5, вставок 6 вдоль образующих конусов 5. Усеченные конусы 5 установлены таким образом, что основание с меньшим диаметром находится снизу. Между конусами 5 образуются кольцевые конусообразные каналы являющиеся проточной зоной. Высота усеченного конуса 5 увеличивается по мере удаления от центра к периферии. Высота усеченного конуса на 1 мм выше усеченного конуса стоящего внутри него, и на 1 мм ниже усеченного конуса окружающего его. Это способствует уменьшению сопротивления продвижению очищенной жидкости в направлении входного отверстия оси 3. Каждый конус 5 имеет по 12 лучей, расположенных под углом 30° друг к другу. Высота лучей каждого конуса имеет свое значение, которое уменьшается по мере удаления конуса от центра к периферии. Вставки 6 установлены вдоль образующих конуса 5, которые проходят через лучи. Длина вставки 6 равна длине луча, перед которым она установлена (относительно оси центрифуги). Конусы 5 установлены так, что их лучи располагаются по радиальным прямым образуя секторы. Вставка 6 имеет поперечные пазы со стороны оси центрифуги, что обеспечивает небольшое отставание угловой скорости жидкости от угловой скорости ротора. Внешняя сторона вставки 6 (относительно оси центрифуги) плотно прилегает к стенке конуса 5. Ширина луча больше чем ширина вставки 6, и их кромки сровнены со стороны противоположной вращению. Линия соприкосновения вставки 6 и конуса 5 будет траекторией движения частиц после осаждения на стенке конуса 5. Благодаря разности значений высоты лучей, их верхние концы располагаются по снижающейся ступенчатой лестнице. Такая конструкция дает возможность дифференцировать потоки частиц загрязнений выводящиеся по разным каналам.

Пакет концентричных усеченных конусов 5 запирается шайбой 7, которая затем закрепляется гайкой 8. Запирающая шайба 7 выполнена в виде обода. Лучи шайбы 7 находятся в одной плоскости с вставками 6 и лучами конусов 5. Обод шайбы 7 предотвращает попадание частиц загрязнений в пространство между ротором и конусообразным выступом корпуса 1. Поверхность гайки 8 выполнена

конусообразной, так чтобы она согласовывалась с поверхностью проточной части конусов 5. Гайка 8 составляет пару трения вместе с подшипником 10, установленным в корпусе 1. По этому торцевая поверхность гайки 8 выполнена высокоточной. Гайка 8, упираясь на пяту подшипника 10 фиксирует ротор от осевых перемещений вниз. От осевых перемещений вверх ротор фиксируется при помощи стаканчатого подшипника 11, который установлен в гнезде крышки 2. Торцевая часть вала 3 упирается на диск подшипника 11 и не дает валу 3, а следовательно всему ротору смещаться вверх.

Ротор собирается в следующем порядке. На вал 3 закрепляется образующий конус 4. Образованный узел фиксируется так, чтобы вершина конуса 4 находилась сверху. Затем на конус 4 в последовательном порядке устанавливаются усеченные конусы 5 с вставками 6 между ними. Для удобства монтажа можно вставки 6 предварительно приклеить к усеченному конусу 5 со сплошной стороной. Затем на образовавшийся концентричный пакет сверху ставится запирающая шайба 7 так, чтобы ее лучи совмещались с концами вставок 6. Шайба 7 закрепляется гайкой 8.

Принцип работы. Жидкость насосом подкачивается к центрифуге и через тангенциальный патрубок поступает во внутреннюю полость корпуса 1 под концентричной вставкой. После запуска центрифуги жидкость попадая в проточную зону (межконусные каналы) начинает вращаться вместе с ротором.

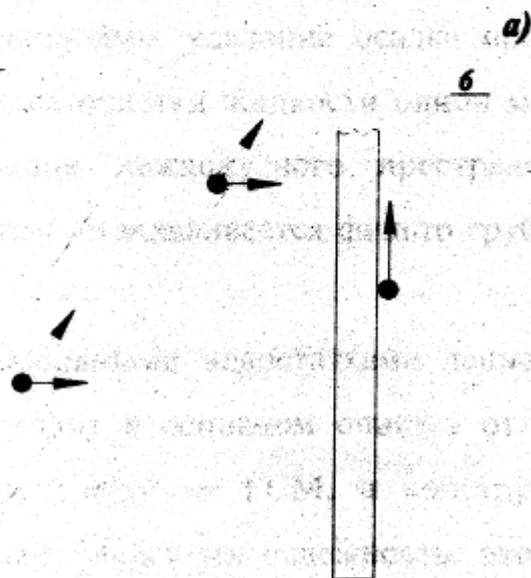
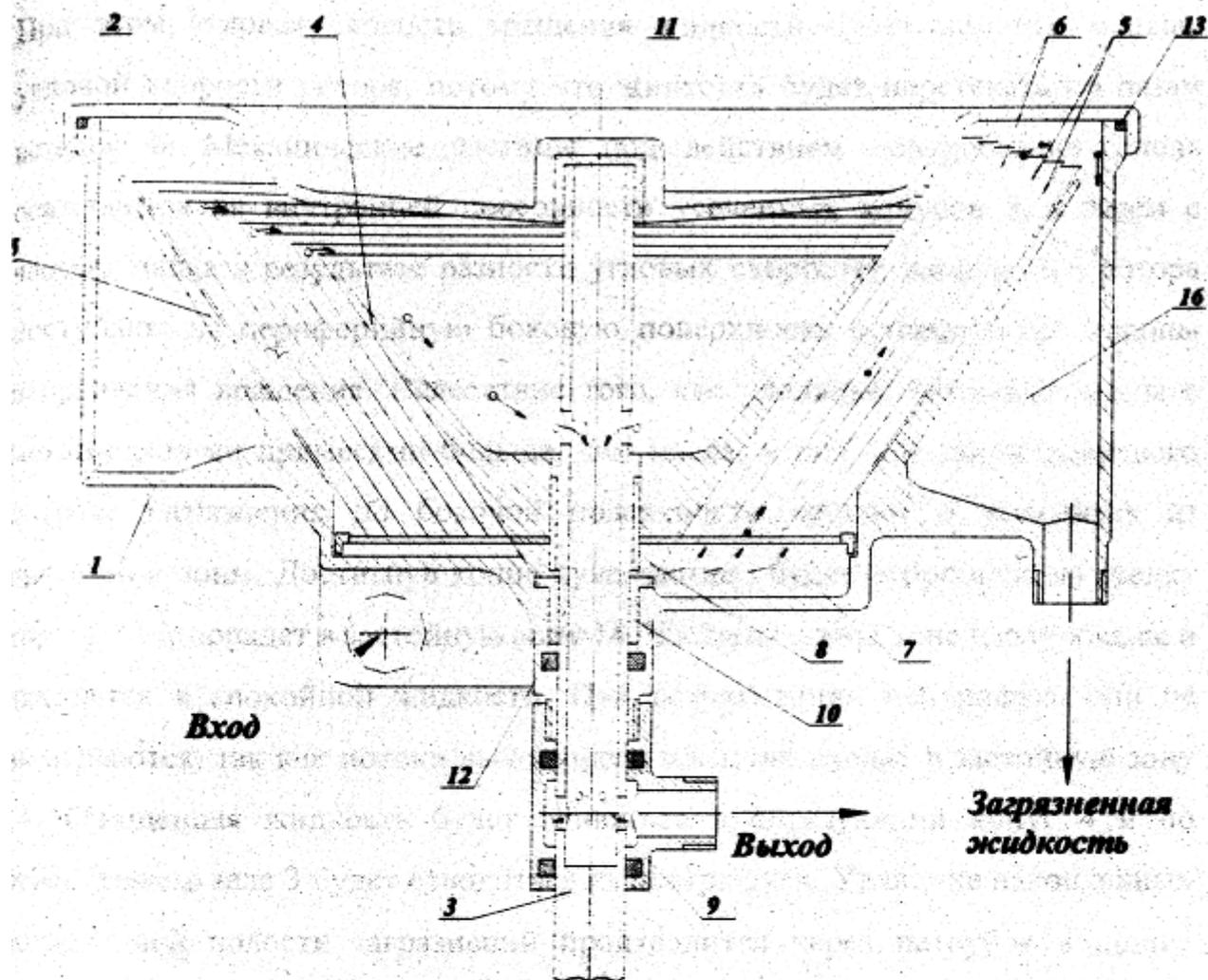


Рис. 2.1. Конструктивная схема центрифуги для тонкослойного осветления жидкостей.

При этом угловая скорость вращения жидкости будет немного меньше угловой скорости ротора, потому что жидкость будет перетекать по пазам вставок 6. Механические частицы под действием центробежного поля осаждаются на внутренней поверхности усеченных конусов 5, а затем с частью масла в результате разности угловых скоростей жидкости и ротора поступают на периферийную боковую поверхность вставки 6 со стороны направления вращения. Вследствие того, что удельный вес смеси масла с механическими примесями больше, чем масла, и под действием попутного потока, загрязнения по боковой поверхности вставки 6 выводятся из проточной зоны. Достигнув конца луча частица будет отброшена на стенку корпуса 1 и попадет в застойную зону 14. Частицы в этой зоне изолированы и находятся в спокойной жидкости. При встряхивании центрифуги они не вымываются, так как потоки выходящего масла не входят в застойную зону 14. Очищенная жидкость будет вливаться в образующий конус 4 и по отверстиям в вале 3 будет отводиться из центрифуги. Удаление накопленных во внешней полости загрязнений производится через патрубков в днище полости. Для уменьшения количества жидкости выбрасываемого вместе с загрязнениями, удаление осадка производится после полного завершения процесса очистки жидкости одной марки, сорта и т.п. для предотвращения забивания межконусного пространства крупными частицами в линии питания устанавливается фильтр грубой очистки с тонкостью фильтрации 1 мм.

Основными недостатками данной центрифуги является то, что здесь происходит в основном очистка от механических сорных примесей и не отделяет воду из ГСМ, а конструкция имеет индивидуальный привод который влияет на надежность, экономичность и безопасность устройства в процессе эксплуатации.

2.1.1. Методика предварительного расчета центрифуги

Техническое задание

1. Расчетный диаметр удерживаемых частиц загрязнений d — 5 мкм (3-4 класс тонкости очистки жидкости по ГОСТ- 17216-71).
2. Очищаемые жидкости — жидкости для гидравлических систем АМГ-10, ГМ-50И, трансформаторное масло, топлива типа Т-1.
3. Производительность Q : для масел $0,5 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{с}$ (30 л/мин)
для топлив $0,83 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{с}$ (50 л/мин)
4. Материал механических загрязнителей — стали, алюминиевые сплавы, бронза и другие металлы, резина.

В соответствии с техническим заданием определяем начальные расчетные данные [3].

Расчетный диаметр частицы загрязнений d (для нашей установки $d=5$ мкм). Плотность ρ_c и динамическая вязкость дисперсной среды μ . Из выражения $w = \frac{d^2 \Delta \rho r}{18 \mu}$ (1) (Соколов) видно, что эти параметры неправильно пропорциональны скорости осаждения частицы w . По этому расчеты целесообразно производить по жидкости имеющей наибольшее значение данных параметров. Самое большое значение плотности ρ_c и динамической вязкости μ из жидкостей указанных в техническом задании, для нашего случая, у масла АМГ-10, значения которых $\rho_f=850 \text{ кг/м}^3$ и $\mu=17 \cdot 10^{-3} \text{ Н-с/м}^2$ соответственно.

Соответственно, производительность будет равна $Q = 0,5 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{с}$ для масел, согласно техническому заданию.

Плотность дисперсной фазы ρ_c (материала механических загрязнителей) пропорциональна скорости осаждения, согласно выражению (1), по этому расчеты целесообразно производить для материала с наименьшей плотностью. В нашем случае из всех материалов указанных в техническом задании наименьшим значением плотности обладает резина. Масло АМГ-10 применяется в гидросистеме ЛА, где чаще используются такие марки резины, как В-14, ИРП-1234,

ИРГИ 078, 98-1. Значение наименьшей плотности из этих резин равна $\rho_q = 1350$ кг/м³.

Расстояние от частицы до оси вращения r определяется по данным компоновки центрифуги. Необходимо рассматривать самый неблагоприятный случай, когда частица находится на стенке образующего конуса у входа. В нашем случае $r = 27,5 \cdot 10^0$ м.

Угловая скорость ω определяется в зависимости от частоты вращения по уравнению $w = \frac{\pi n}{30}$. Для нашего случая $\omega = 1047,2$ с⁻¹. В расчетах необходимо использовать поправочный коэффициент учитывающий отставание угловой скорости жидкости от угловой скорости ротора, который равен 0,95, а значение безразмерного параметра $C_x Re^2 = 0,0029$.

По диаграмме $C_x Re^2 = f(Re)$ [Соколов] находим число Рейнольдса Re соответствующее значению $C_x Re^2$ $Re \approx 0,0003$. Режим осаждения частицы является ламинарным, так как выполняется условие $Re < 1$, следовательно осаждение субсидированных частиц осуществляется по закону Стокса, в соответствии с которым скорость осаждения частицы w будет равна для нашего случая:

$$w_0 = 1,23 \cdot 10^{-3} \text{ м/с.}$$

Определим конструктивные параметры тонкослойной концентричной вставки. Для чего примем следующие обозначения (рис.2.1.1):

R_n - внешний радиус n -ного кольцевого межконусного канала у нижнего основания;

L_n - длина образующей мнимого конуса с вершиной расположенной на оси вращения и с радиусом основания равным R_n (образующая мнимого конуса перпендикулярна образующей усеченного конуса);

b -толщина слоя жидкости в кольцевом межконусном канале;

r_n - расстояние от точки пересечения образующей мнимого конуса с внутренней стенкой n -ного кольцевого межконусного канала до оси вращения;

l_n - расстояние от точки пересечения образующей мнимого конуса с внутренней стенкой n -ного кольцевого межконусного канала до оси вращения

проложенное вдоль;

F_n – площадь проходного сечения в начале n -ного кольцевого межконусного канала;

c - толщина стенки усеченных конусов;

α - угол наклона образующей усеченных конусов.

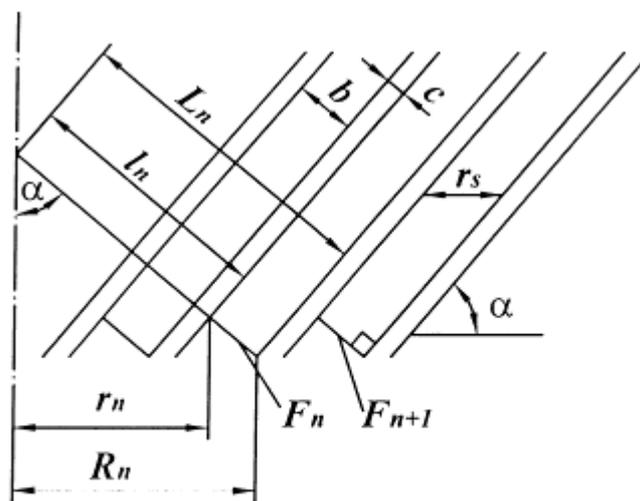


Рис.2.1.1.

Площадь проходного сечения тонкослойной концентричной вставки сложению площадей проходного сечения каждого кольцевого канала F_n , то есть

$$F = \sum_{n=1}^i F_n. \quad (1)$$

Площадь проходного сечения n -ного кольцевого межконусного канала вычисляться как разность площади боковых поверхностей мнимого конуса с радиусом основания R_n образующей L_n и мнимого конуса с радиусом основания r_n образующей l_n (рис. 2.1.1):

$$F_n = \pi R_n L_n - \pi r_n l_n = \pi (R_n L_n - r_n l_n). \quad (2)$$

Имея в виду то, что

$$L_n = R_n / \sin \alpha.$$

$$l_n = L_n - b$$

$$r_n = l_n \cdot \sin \alpha,$$

будет уместно следующее выражение

$$F_n = \pi (2b R_n + b^2 \sin \alpha). \quad (3)$$

Также на рис. 2.1.1 видно, что

$$R_n = R_1 + (n-1)(b+c) / \sin \alpha, \quad (4)$$

тогда уравнение (1) примет вид

$$F = \pi i b (2 R_1 + (i-1)(b+c) / \sin \alpha + b \sin \alpha), \quad (5)$$

где i - количество кольцевых межконусных каналов.

Для предварительных расчетов значение скорости движения жидкости на входе в кольцевые межконусные каналы v_0 примем таким, чтобы даже при неизменном этом значении за время прохождения жидкости через кольцевой канал частица успевала пройти путь до внешней до внешней стенки r_s с неизменяющейся скоростью w_0 . То есть, условно приняв что скорости v_0 и w_0 не будут менять свое значение, должно выполняться следующее условие

$$\frac{h}{\sin \alpha \cdot v_0} \geq \frac{r_s}{w_0}, \quad (6)$$

где h — высота кольцевого межконусного канала;

$h/\sin \alpha$ — соответствует длине кольцевого межконусного канала;

r_s — путь осаждения частицы ($r_s = b/\sin \alpha$).

Из неравенства (3.2.6) выходит

$$v_0 \leq \frac{h}{b} w_0.$$

В нашем случае $h/\sin \alpha \approx 100 \cdot 10^{-3}$ м, $a = 1,73 \cdot 10^{-3}$ м, и $v_0 = 50 \cdot 10^{-3}$ м/с.

Мы условно приняли что значения скоростей и IV не будут меняться. На

самом деле по мере продвижения жидкости и частицы по кольцевому межконусному каналу скорость v уменьшается из-за увеличения площади проходного сечения, а скорость w будет увеличиваться, потому что частица будет удаляться от оси вращения под действием центробежной силы и потока жидкости. Значит мы с уверенностью можем сказать, что при выполнении условия (6) частица успеет пройти путь r_s и осядет на внешней стенке кольцевого канала.

Определив примерное значение скорости v_0 мы можем определить площадь проходного сечения на входе в концентричную тонкослойную вставку F_{ex}

$$F_{a\sigma} = \frac{Q}{v_0}, \quad (7)$$

(в нашем примере $F_{ex} = 0,01 \text{ м}^2$).

Зная значения b , c , a , R_l (задаются во время компоновки) и подставляя значение F_{ex} вместо F в уравнении (5), решив его относительно i находим количество каналов. При этом необходимо учитывать требование

$$F_{факт} \geq F_{ex},$$

(в нашем примере $i=21$).

После определения $F_{факт}$ можно уточнить точное значение v_0 и h . Определение же времени осаждения частицы t является сложной задачей, так как частица совершает сложное движение. Две скорости действующие на частицу v и w постоянно изменяют свое значение и практически невозможно определить значение v_i соответствующее значению w_i . Более подробно этот вопрос рассмотрим ниже.

Пока рассчитаем еще один важный рабочий параметр центрифуги — время подхвата частицы на линии соприкосновения вставки и конуса после ее осаждения на стенке конуса t_φ .

Будем рассматривать самый крайний случай, когда частица касается внешней стенки кольцевого межконусного канала за вставкой. Тогда угол φ_0 между частицей и следующей вставкой будет немного больше угла установки вставок (30° для нашей установки). Угловая скорость жидкости, как уже было сказано, примерно составляет $\omega_{жс} - 0,95 \omega$. Угловая скорость ротора относительно жидкости будет составлять

$$\omega_{\text{отн}} = \omega - \omega_{\text{ж}} = 0,05 \omega,$$

тогда по уравнению кругового движения

$$\varphi_0 = \omega_{\text{отн}} \cdot t_\varphi, \quad (8)$$

Вставке понадобится время t_φ чтобы пройти угол φ_0 , то есть чтобы Подхватить частицу. Из уравнения (8) определим время t_φ

$$t_\varphi = \frac{\varphi_0}{\omega_{\text{отн}}},$$

(в нашем случае $t_\varphi = 0,01$ с).

Расчет потребной мощности привода производится по уравнению (2.3.9). Для нашей установки это уравнение будет иметь вид

$$N_{\text{номп}} = N_a + N_n + N_{\text{ж}} + N_{\text{ч}} + N_2,$$

потому что в нашей конструкции нет торцевых уплотнений (N_y), а также нет вращающихся деталей во внутренней полости ротора (N_m).

По выражениям $N_a = 2\pi R_p^4 c_x (L_p + 0,4R_p) \rho_f \omega^3$ и $R_t = \frac{v_{o.p} l}{v_f} = \frac{2\pi R_p^2 w}{v_f}$

вычисляется мощность N_a ($N_a = 1455,7$ Вт).

Мощность N_n , будет составлять 30 % от мощности N_a ($N_n = 436,5$ Вт).

По уравнению $N_{\text{ж}} = 0,25 \cdot 10^{-7} Q_{\text{ж}} \gamma \omega^2 r_{\text{мп}}^2$ определяется мощность $N_{\text{ж}}$ ($N_{\text{ж}} = 58$ Вт). Мощности $N_{\text{ч}}$ и N_2 можно определить как 10 % от суммы мощностей N_a , N_n , $N_{\text{ж}}$ ($N_{\text{номп}} = 2145$ Вт).

Для определения времени осаждения частицы t проведем кинематический анализ движения частицы (рис.2.1.2).

В момент времени $t = i$ расстояние от частицы до оси вращения был равен r_i тогда значение скорости осаждения будет равно

$$w_i = \frac{d^2 \Delta \omega^2 r_i}{18\mu}, \quad (9)$$

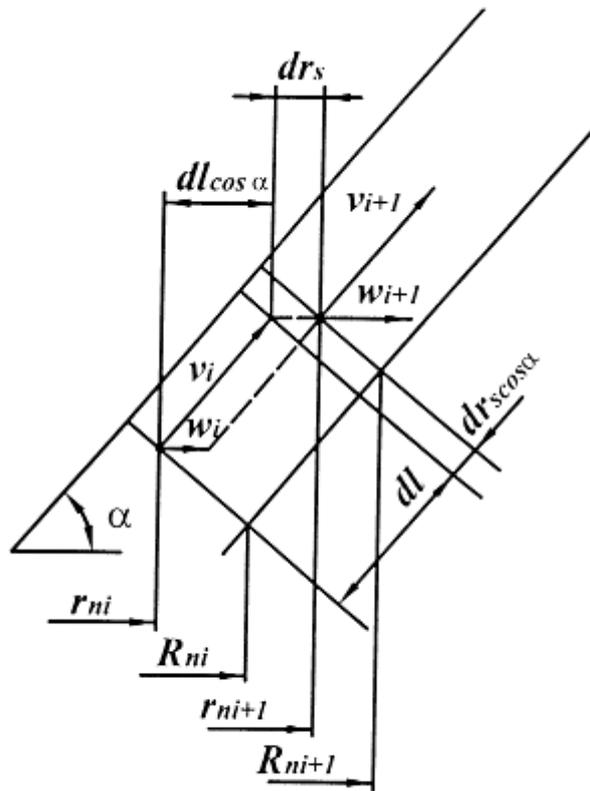


Рис. 2.1.2.

Частица будет находится в сечении проходной площади кольцевого канала с радиусом внешней стенки R_n , а скорость потока будет равна.

$$v_i = \frac{Q}{\pi(2bR_i + b^2 \sin \alpha)} \quad (10)$$

За элементарно малое время dt частица пройдет путь в радиальном направлении $v_i dt \cos \alpha + w_i dt$, тогда расстояние от оси вращения до частицы будет равно

$$r_{i+l} = r_i + w_i dt + v_i dt \cos \alpha \quad (11)$$

За это же время частица продвинется и вдоль канала на элементарное расстояние $v_i dt + w_i dt \cos \alpha$, внешний радиус проходного сечения где будет находится частица будет равен

$$R_{i+l} = R_i + v_i dt \cos \alpha + w_i dt \cos^2 \alpha . \quad (12)$$

Тогда новое значение скоростей будет равно по уравнениям (9) и (10)

$$w_{i+1} = \frac{d^2 \Delta \omega^2 r_{i+1}}{18 \mu}; \quad v_{i+1} = \frac{Q}{\pi(2bR_{i+1} + b^2 \sin \alpha)},$$

обозначив $k = \frac{d^2 \Delta \omega^2}{18 \mu}$ и подставив значение r_{i+l} , будем иметь

$$w_{i+l} = k r_i + k w_i dt + k v_i dt \cos \alpha = w_i (1 + k dt) + k v_i dt \cos \alpha . \quad (13)$$

Рассмотрим начало движения частицы в кольцевом межконусном канале, когда известны значения $r=r_0$ и $R=R_0$, соответственно $w=w_0$ и $v=v_0$. Через первое элементарное время dt будут справедливы следующие выражения:

$$\begin{aligned} r_1 &= r_0 + w_0 dt + v_0 dt \cos \alpha \\ R_1 &= R_0 + v_0 dt \cos \alpha + w_0 dt \cos^2 \alpha \\ w &= k r_1 = w_0 (1 + k dt) + k v_0 dt \cos \alpha \\ v_1 &= \frac{Q}{\pi(2bR_1 + b^2 \sin \alpha)} \end{aligned}$$

тогда разница между радиусами R_1 и r_1 будет равна

$$R_1 - r_1 = R_0 - r_0 - w_0 \sin^2 \alpha dt .$$

После следующего элементарного отрезка времени dt будем иметь

$$\begin{aligned} r_2 &= r_1 + w_1 dt + v_1 dt \cos \alpha \\ R_2 &= R_1 + v_1 dt \cos \alpha + w_1 dt \cos^2 \alpha \\ w_2 &= k r_2 = w_0 (1 + k dt)^2 + k v_0 dt \cos \alpha (1 + k dt) + k v_1 dt \cos \alpha \\ v_2 &= \frac{Q}{\pi(2bR_2 + b^2 \sin \alpha)} \\ R_2 - r_2 &= R_0 - r_0 - w_0 \sin^2 \alpha dt (1 + (1 + k dt)) - k v_0 (dt)^2 \cos \alpha \sin^2 \alpha \end{aligned}$$

После следующего элементарного отрезка времени dt

$$r_3 = r_2 + w_2 dt + v_2 dt \cos a$$

$$R_3 = R_2 + v_2 dt \cos a + w_2 dt \cos^2 a$$

$$w_3 = kr_3 = w_0 (1+k dt)^3 + k v_0 dt \cos a (1+k dt)^2 + k v_1 dt \cos a (1+k dt)^2 + k v_2 dt \cos a$$

$$v_3 = \frac{Q}{\pi(2bR_3 + b^2 \sin \alpha)}$$

$$R_3 - r_3 = R_0 - r_0 - w_0 \sin^2 \alpha dt (1+(1+k dt) + (1+k dt)^2) -$$

$$- k v_0 (dt)^2 \cos a \sin^2 \alpha (1+(1+k dt)) - k v_1 (dt)^2 \cos a \sin^2 \alpha.$$

После $(i-1)$ го элементарного отрезка времени

$$r_i = r_{i-1} + w_{i-1} dt + v_{i-1} dt \cos a$$

$$R_i = R_{i-1} + v_{i-1} dt \cos a + w_{i-1} dt \cos^2 a$$

$$w_i = kr_i = w_0 (1+k dt)^i + k v_0 dt \cos a (1+k dt)^{i-1} + k v_1 dt \cos a (1+k dt)^{i-2} + \dots$$

$$+ k v_{i-2} dt \cos a (1+k dt) + k v_{i-1} dt \cos a$$

$$v_i = \frac{Q}{\pi(2bR_i + b^2 \sin \alpha)}$$

$$R_i - r_i = R_0 - r_0 - w_0 \sin^2 a dt [1 + (1+k dt) + (1+k dt)^2 + \dots + (1+k dt)^{i-2} + (1+k dt)^{i-1}] -$$

$$- k v_0 (dt)^2 \cos a \sin^2 a [1 + (1+k dt) + (1+k dt)^2 + \dots + (1+k dt)^{i-3} + (1+k dt)^{i-2}] -$$

$$- k v_1 (dt)^2 \cos a \sin^2 a [1 + (1+k dt) + (1+k dt)^2 + \dots + (1+k dt)^{i-4} + (1+k dt)^{i-3}] - \dots$$

$$- k v_{i-3} (dt)^2 \cos a \sin^2 a [1 + (1+k dt)] - k v_{i-2} (dt)^2 \cos a \sin^2 a = 0. \quad (14)$$

Когда $R_i - r_i$ будет равен 0 частица осядет на внешнюю стенку кольцевого межконусного канала. В уравнении (14) заменив $R_i - r_i$ на 0 получим условие осаждения частицы.

$$R_0 - r_0 - w_0 \sin^2 a dt [1 + (1+k dt) + (1+k dt)^2 + \dots + (1+k dt)^{i-2} + (1+k dt)^{i-1}] -$$

$$- k v_0 (dt)^2 \cos a \sin^2 a [1 + (1+k dt) + (1+k dt)^2 + \dots + (1+k dt)^{i-3} + (1+k dt)^{i-2}] -$$

$$- k v_1 (dt)^2 \cos a \sin^2 a [1 + (1+k dt) + (1+k dt)^2 + \dots + (1+k dt)^{i-4} + (1+k dt)^{i-3}] - \dots$$

$$- k v_{i-3} (dt)^2 \cos a \sin^2 a [1 + (1+k dt)] - k v_{i-2} (dt)^2 \cos a \sin^2 a.$$

Данное уравнение является линейным дифференциальным уравнением 1-ой

степени с неизвестными коэффициентами $v_1, v_2, \dots, v_{i-3}, v_{i-2}$, по этому решение данного уравнения не представляется возможным.

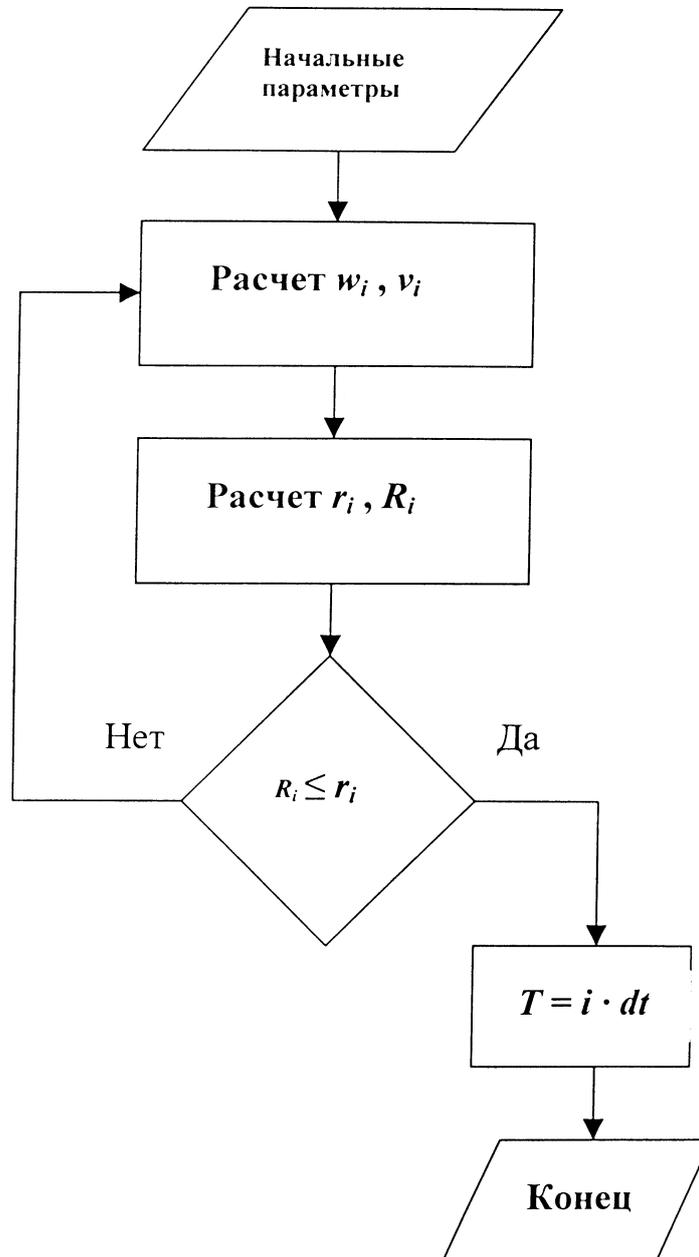
Мы можем подсчитать примерное значение времени осаждения t условно приняв, что значения скоростей v_i и w_i за некоторое малое время будет оставаться неизменным, то есть частица за короткое время dt будет совершать прямолинейное равномерное движение. Тогда по уравнениям (9...12) можем последовательно рассчитывать значения r_i, R_i, w_i и v_i . Расчеты остановим когда $R_i - r_i$, то есть когда выполняется условие осаждения. Затем количество произведенных расчетов умножаем на dt значение которого выбираем сами, с учетом того, что чем меньше d тем более точнее получится значение t ($t = i \cdot dt$). Это очень простой, но очень трудоемкий процесс для ручного труда. По этому применение ЭВМ значительно облегчает задачу.

Для решения этой задачи была разработана программа «Расчет времени осаждения» для ЭВМ на алгоритмическом языке Delphi.

Программа работает следующим образом :

- 1) задаются начальные параметры;
- 2) рассчитывается w_i, v_i ;
- 3) рассчитывается r_i, R_i ;
- 4) сравниваются значения r_i и R_i ;
- 5) если $r_i \geq R_i$ выдается результат $T = i \cdot dt$, если $R_i > r_i$ то программа возвращается на второй этап.

Блок – схема программы



- 2.2. Разработка модернизированной центрифуги для очистки ГСМ**
- 2.2.2. Разработка и исследования нового фильтра для очистки ГСМ
от воды**
- 2.2.3. Обоснование использования цепной передачи в конструкции**
- 2.3. Расчет фильтра с комбинированными наполнителями**

Выводы

При выполнении данной магистерской диссертации по теме «Повышения эффективности очистки ГСМ от механических примесей и воды» получены следующие основные результаты:

- на основе литературных и патентных исследований установлены аналоги и прототип устройств для очистки ГСМ от сорных примесей и эмульсионной воды;

- совершенствована конструкция центрифуги для осветления жидкости, упрощена конструкция за счет снабжения специального привода конуса, вращательное движение которой достигается за счет давления очищаемой жидкости;

- проведены теоретические исследования установки по очистки ГСМ от воды;

- осуществлен предварительный расчет центрифуги;

- для удаления эмульсионной воды из ГСМ разработан новый высокоэффективный фильтр, где фильтрующие элементы закреплены на бесконечные цепи, при вращение которого осуществляется удаление воды в нижней части и подсушка последних в верхней части установки;

- произведен расчет фильтра с комбинированными наполнителями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Башта Т. М. Гидравлические приводы летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1967.
2. Башта Т. М. Гидравлика гидромашин и гидроприводы. М.: Машиностроение, 1982.
3. Григорьев М. А. Расчет центробежной очистки масла. «Автомобильная промышленность» 1959, №12.
4. **Артыков** Н.А. Разработка и исследование нового фильтра для очистки ГСМ от воды. Тезисы докладов.
5. Иванов М. Н. Детали машин. М.: Высшая школа 1984 г.
6. Коваленко В. П., Турчанинов В. Е. Очистка нефтепродуктов от загрязнения. М.: Недра, 1990.
7. Коваленко В.Е. Aircraft design maintenance.
8. Литвинов А.А. Основы применения горюче-смазочных материалов в гражданской авиации. М.: Транспорт, 1987 г.
9. Мацкин Л. А. Черняк И. Л. Илембитов М. С. Эксплуатация нефтебаз. Москва «Недра» 1975г.
10. Никитин Г. А. Ипатов А. М. Специальное оборудование аэропортов. М.: Транспорт, 1979 г.
11. Рыбаков К. В. Жулдыбин Е. Н. Приборы для определения содержания воды и мех. примесей в нефтепродуктах. 1968 г.
12. Рыбаков К. В., Коваленко В. П. Фильтрация авиационных масел и специальных жидкостей. М.: Транспорт, 1977 г.
13. Рыбаков К. В. Карпекина Т. П. Повышение чистоты нефтепродуктов. М.: Транспорт, 1986 г.
14. Н.Соколов В. И. Центрифугирование. М.: Химия, 1976.
15. Чочна А. П. Англо-русский словарь по топливам и маслом. М. Гостоптехиздат, 1956г.
16. А.С. №476898 Кл. В 04 В 1/04 1976 г.
17. А.С. №535962 Кл. В 04 В 17041977г.

18. Internet Справочник по ГСМ.
19. [http:// www.petpoltrade.ru](http://www.petpoltrade.ru).
20. [http:// www.frigmaires.com/rus/drying/drying2.htm](http://www.frigmaires.com/rus/drying/drying2.htm)
21. [http:// www.awiairport.ru/aviafirms/firm255.html](http://www.awiairport.ru/aviafirms/firm255.html)
22. [http:// www.newdirect.ru/ibase/select/NSK/412/0](http://www.newdirect.ru/ibase/select/NSK/412/0)
23. [http:// www.vn.ru](http://www.vn.ru)
24. [http:// www.gryazi.net](http://www.gryazi.net)
25. [http:// www.oilcapital.ru](http://www.oilcapital.ru)
26. [http:// www.headnet.ru](http://www.headnet.ru)