

УДК 622.69.03(045)

В.В. Гаража, С.А. Халіль

ВЫБОР ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО НАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ВОДНО-МАСЛЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ В КВАЗИПОСТОЯННОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ ЭЛЕКТРОДЕГИДРАТОРА

Приведены результаты экспериментальных исследований оценки эффективности разрушения водно-масляных эмульсий в модульном элементе электродегидратора. Показано, что на процесс обезвоживания масел влияют физическая природа поляризационного наполнителя, напряжение на электродах модуля электродегидратора, его удельная пропускная способность и характеристики поляризационного наполнителя межэлектродного пространства модуля электродегидратора.

В соответствии с требованиями государственных стандартов в гидравлических и моторных авиационных маслах наличие эмульсионной воды не допускается. Однако эмульсионная и свободная вода содержится не только в работающих маслах, но и в маслах, находящихся в состоянии поставки [1; 2].

Используемые в настоящее время методы обезвоживания масел: выпаривание, водоотделение механическими фильтрами-сепараторами и массообменные методы не всегда эффективны и часто не дают желаемого результата, что требует отыскания новых эффективных методов обезвоживания светлых нефтепродуктов. В работе [1] авторы предлагают повысить эффективность очистки топлив и масел от механических примесей с помощью электроочистителя с поляризационным наполнителем.

Для проведения оценки возможности отделения эмульсионной воды из масел электродегидратором с поляризационным наполнителем был разработан и изготовлен модульный элемент электродегидратора (рис. 1). Модульный элемент представляет собой систему из двух положительных плоских изолированных электродов 5, между которыми размещается гофрированный сетчатый неизолированный отрицательный электрод 3. Пространство между плоскими изолированными электродами и сеткой заполнялось поляризационным наполнителем 4.

Система электродов с размещенным между ними поляризационным наполнителем размещена в корпусе 1. Очищаемое масло, содержащее эмульсионную мелкодисперсную воду, подается в межэлектродное пространство модульного элемента снизу через штуцер 7 вверх.

В качестве поляризационного наполнителя для заполнения межэлектродного пространства исследовали гранулы конденсаторной керамики, волокна капрона, щетину и шерстяную пряжу. Первые два вида наполни-

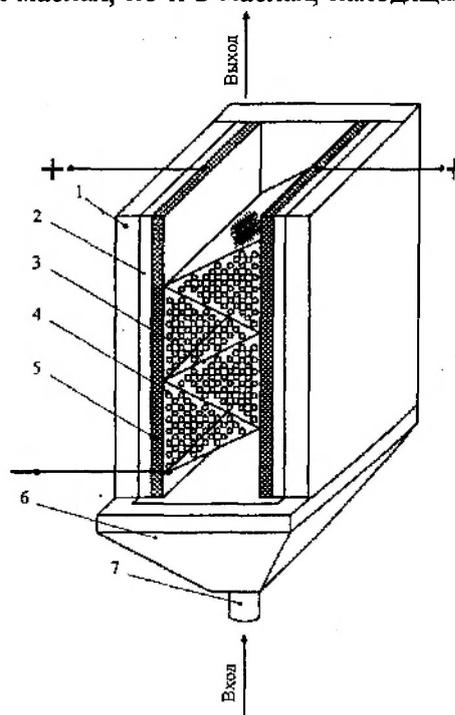


Рис. 1. Конструктивная схема модульного элемента электродегидратора: 1 – корпус; 2 – герметизирующие уплотнения; 3 – отрицательный неизолированный сетчатый электрод – гофр; 4 – волокнистый поляризационный наполнитель; 5 – положительный плоский изолированный электрод; 6 – входной коллектор; 7 – штуцер подвода жидкости

теля взяты согласно рекомендациям работы [3], а два последних – на основе анализа литературных источников [1]. Основные характеристики исследовавшихся поляризационных наполнителей керамической и органической природы приведены в табл. 1.

Таблица 1

Вид наполнителя	Стандарт	Диэлектрическая проницаемость ε	Диаметр гранулы или волокна d, м
Гранулы конденсаторной керамики	ГОСТ 5458-75	130	$2,4 \times 10^{-3}$
Капроновая нить	ТУ 606.С155-85	5 – 14	$0,8 \times 10^{-3}$
Щетина	ГОСТ 28637-90	4	$0,25 \times 10^{-3}$
Нити чистошерстяной пряжи	ГОСТ 17511-83	4,2 - 4,4	$(0,15-0,5) \times 10^{-3}$

В качестве высоковольтного источника питания использовался серийно выпускаемый прибор ВС-23.

Малоконцентрированные высокодисперсные водно-масляные эмульсии электродегидратора приготавливали с помощью ультразвуковой установки УЗДН согласно методике, изложенной в работе [3].

Гидравлическая характеристика модульного элемента электродегидратора показана на рис. 2. Оценку эффективности разрушения водно-масляных эмульсий производили по коэффициенту водоотделения:

$$\phi = \frac{n_{\text{ВХ}} - n_{\text{ВЫХ}}}{n_{\text{ВХ}}},$$

где $n_{\text{ВХ}}$, $n_{\text{ВЫХ}}$ – число капелек воды на входе в модульный элемент и на выходе из него соответственно.

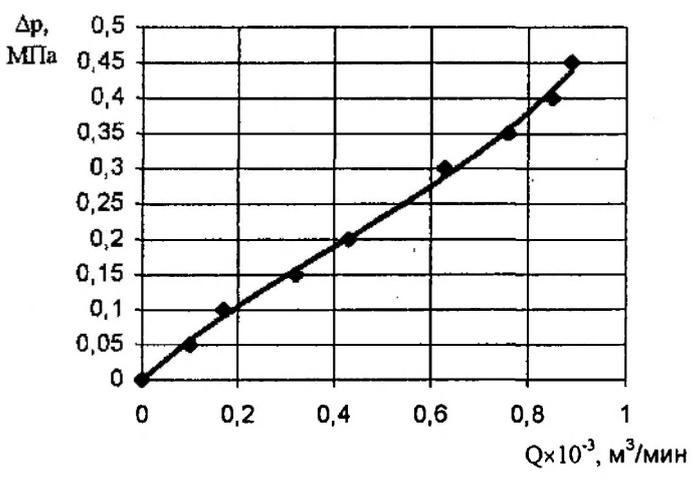


Рис. 2. Гидравлическая характеристика модульного элемента электродегидратора

Число частиц на входе и выходе модульного элемента оценивали с помощью фотометрического анализатора ФС-112 по специально разработанной методике.

Оценку эффективности поляризационного наполнителя проводили на базе эмульсий, дисперсионной средой которых являлось гидравлическое масло АМГ-10 ГОСТ 6794-75 в состоянии поставки.

Как показали исследования, физическая природа поляризационного наполнителя оказывает доминирующее влияние на процесс обезвоживания масел. При отсутствии поляризационного наполнителя в межэлектродном пространстве процесс водоотделения в исследованном диапазоне численных значений управляющих параметров и выбранной форме электродов практически не наблюдается.

При заполнении межэлектродного пространства модульного элемента электродегидратора гранулами конденсаторной керамики Т-130 изменение напряжения, прикладываемого к электродам, не оказывало влияния на разрушение водно-масляных эмульсий при варьировании напряжения U в диапазоне от 0 до 8,5 кВ. Как свидетельствуют результаты проб, суммарное число капелек воды на входе и на выходе из модульного элемента электродегидратора при $\Delta p = 0,01$ МПа и содержании свободной воды $c = 0,05\%$ по объему (табл. 2) при изменении напряжения практически не меняется.

Таблица 2

Напряжение U , кВ	Ток, мкА	Сумма капелек на выходе из электродегидратора $n_{\Sigma \text{вых}}$	Сумма капелек на входе из электродегидратора $n_{\Sigma \text{вх}}$
2	80	16108	16604
3	150	16015	16004
4,5	340	15974	16004
5,5	480	16004	16004
6,5	610	15936	16004
7,5	930	15431	16004
8,5	1360	15814	16004

Анализируя результаты эксперимента, приведенные в табл. 2, можно утверждать, что процесс обезвоживания неуправляем. Связано это очевидно с тем, что конденсаторная керамика, обладая пористостью и гигроскопичностью, теряет поляризационный эффект из-за адсорбирования влаги на поверхности гранул. Так как капельки воды являются слабым раствором электролита, то происходит исчезновение поляризационного эффекта и увеличение напряжения приводит к росту тока электродегидратора, а при $U = 10$ кВ наблюдались пробои изоляции положительных электродов. По этой причине от конденсаторной керамики пришлось отказаться и в дальнейшем исследования проводились на волокнистом наполнителе. Анализируя характеристики волокон капрона и свойственную им гидрофильность, можно предположить бесперспективность использования волокон капрона в качестве поляризационного наполнителя для электродегидратора. Поэтому практический интерес представляет использование в качестве поляризационного наполнителя натуральных органических волокон в виде щетины и нитей чистошерстяной пряжи.

Волокнам животного происхождения характерны диэлектрические свойства с проявлением трибоэлектрического эффекта. В работе [1] показано, что трибоэлектрические заряды на шерсти не зависят от влажности, воздуха и шерсть является одним из наиболее эффективных изоляторов. Для шерсти характерно хорошо известное свойство гидрофобности, но одновременно с этим и способность поглощать влагу. Способность накапливать влагу объясняется особенностью строения таких волокон – наличия внутри волос капиллярных каналов, в которых и происходит адсорбция воды, приводящая к набуханию волокон и увеличению их диаметра на 7–18% в зависимости от влагосодержания. Интересен и тот факт, что адсорбция воды приводит к увеличению диэлектрической проницаемости шерсти $\epsilon_{ш}$.

В работе [1] показано, что для сухой шерсти $\epsilon_{ш} = 4,2-4,4$, а при наличии в капиллярных каналах адсорбированной воды $\epsilon_{ш}$ увеличивается в два и более раз в зависимости от количества адсорбированной влаги.

Результаты экспериментальных исследований по разрушению водно-масляных эмульсий в модульном элементе электродегидратора с поляризационным наполнителем в виде щетины и нитей чистошерстяной пряжи показаны на рис.3 для обводненности масла АМГ-10 $c = 0,05 \%$, $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $\Delta p = 0,01 \text{ Мпа}$.

Из рис. 3 следует, что с увеличением напряжения на электродах коэффициент водоотделения ϕ возрастает и при $U=7,5 \text{ кВ}$ достигает максимума. Причем при наполнителе из щетины коэффициент $\phi = 0,9$, а для шерсти коэффициент $\phi = 0,99$. Превышение коэффициента водоотделения для шерсти над коэффициентом для наполнителя из щетины характерно для всего диапазона исследованных значений напряжения, так как кривая 1 смещается относительно кривой 2 вверх. Наиболее существенно это смещение наблюдается в диапазоне напряжений от 2 до 6 кВ, где коэффициент водоотделения для шерсти в 1,2 раза больше, чем коэффициент водоотделения, полученный на наполнителе из щетины.

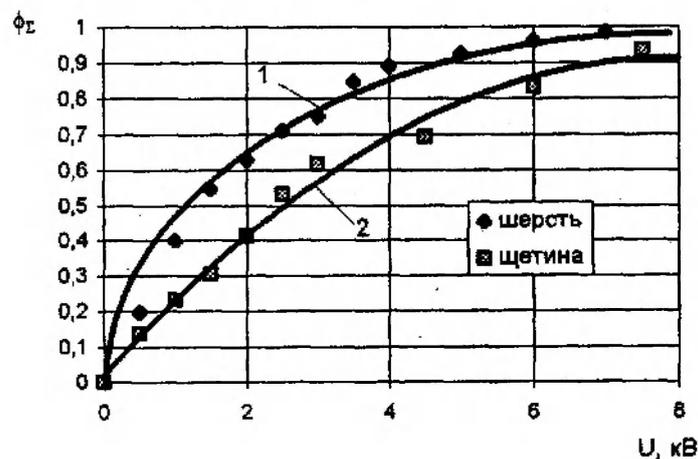


Рис. 3. Зависимость коэффициента водоотделения ϕ от напряжения на электродах U для шерсти (1) и щетины (2)

Влияние гидродинамического режима течения водно-масляных эмульсий, характеризующееся относительной подачей эмульсии Q/V_0 , на эффективность обезвоживания (коэффициент k), показано на рис. 4 для напряжения на электродах $U = 6$ кВ, обводненности масла АМГ-10 равной $c = 0,05\%$ при изменении Δp от 0,01 до 0,045 МПа.

Параметр Q/V_0 вычислялся как отношение подачи эмульсии через электродегидратор к объему модульного элемента V_0 . Коэффициент k определялся как отношение ϕ_{\max}/ϕ^* , где $\phi_{\max} = 0,99$ - максимальное значение коэффициента водоотделения для оптимальной подачи эмульсии которая соответствовала 0,23 л/мин, ϕ^* - текущее значение коэффициента водоотделения при фиксированной подаче эмульсии.

Анализ кривых 1 и 2 (рис. 4) показывает, что увеличение относительной подачи от 1 до 4,5 л/мин приводит к уменьшению эффективности водоотделения k в 1,98 раза для наполнителя из нитьевидной шерстяной пряжи (кривая 1) и в 2,3 раза для наполнителя из щетины (кривая 2).

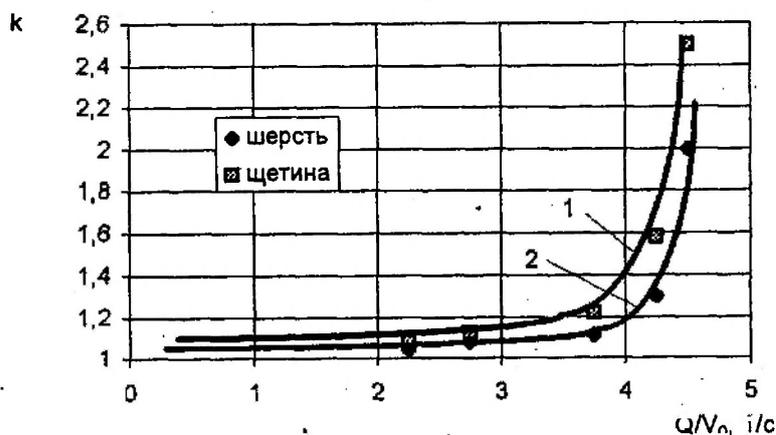


Рис. 4. Зависимость кратности уменьшения коэффициента водоотделения $k = \phi_{\max}/\phi^*$ от относительной подачи Q/V_0

Результаты экспериментальных исследований, приведенные в табл. 2, позволяют заключить, что эффективность обезвоживания водно-масляных эмульсий, дисперсионной средой которой являлось масло АМГ-10, практически равна нулю при использовании в качестве поляризационного наполнителя конденсаторной керамики.

Из исследованных образцов волокнистого наполнителя животного происхождения - щетины и нитей чистошерстяной пряжи - наилучшим наполнителем для поляризационного электродегидратора является шерсть, которая не только способствует более эффективному разрушению водно-масляных эмульсий в электрическом поле, но и более технологична для заполнения межэлектродного пространства модульного элемента электродегидратора.

Проведенные исследования по обезвоживанию гидравлического масла АМГ-10 показали возможность обезвоживания масла АМГ-10 с помощью электродегидратора с волокнистым поляризационным наполнителем типа шерсть или щетина и оказывания влияния удельной пропускной способности электродегидратора, физической природы и характеристики поляризационного наполнителя на процесс обезвоживания напряжения на электродах.

Список литературы

1. Александр П., Хадсон Р.Ф. Физика и химия шерсти. - М.: Гизлегпром, 1958. - 346 с.
2. Баканов Е.А., Захарчук П.П. Исследование методов обезвоживания авиамасел //Эксплуатационные свойства авиационных топлив, смазочных материалов и специальных жидкостей: Сб. науч. тр. - Киев: КИИГА, 1977. - 143 с.
3. Гаража В.В. Исследование вопросов очистки авиационного топлива от эмульсионной воды в квазипостоянном электрическом поле: Автореф. дис...канд. техн. наук. -Киев, 1975. - 25 с.

Стаття надійшла до редакції 7 грудня 1997 року.

Валентин Васильович Гаража (1942) закінчив Київський інститут інженерів цивільної авіації в 1967 році. Кандидат технічних наук професор кафедри конструкції та міцності літальних апаратів Київського міжнародного університету цивільної авіації. Галузь наукових досліджень – забезпечення чистоти робочих рідин паливних та гідравлічних систем повітряних суден і очищення діелектричних рідин в квазіпостійних електричних перешкодах. Автор 40 наукових праць.

Valentin V. Garazha (b. 1942) graduated from Kyiv Institute of Civil Aviation Engineers (1967). PhD (Eng) professor of Construction and resistance of aircraft Department of Kyiv International University of Civil Aviation. Specializes in the problems of cleanness of working liquids of fuel and hydraulic systems of aircrafts and purification of dielectric liquids in quasy constant electric obstacles. Author of 40 publications.

Сергій Ахмедович Халіль (1970) закінчив Київський інститут інженерів цивільної авіації в 1993 році. Аспірант кафедри конструкції та міцності літальних апаратів Київського міжнародного університету цивільної авіації. Галузь наукових досліджень – забезпечення чистоти робочих рідин паливних та гідравлічних систем повітряних суден і очищення діелектричних рідин в квазіпостійних електричних перешкодах.

Sergyi A. Khalil (b. 1970) graduated from Kyiv Institute of Civil Aviation Engineers (1993). Post-graduate of Construction and resistance of aircrafts Department of Kyiv International University of Civil Aviation. Specializes in the problems of cleanness of working liquids of fuel and hydraulic systems of aircrafts and purification of dielectric liquids in quasy constant electric obstacles.

